



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

### **CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

#### **“DESARROLLO DE UNA BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO UTILIZANDO AZÚCAR DE PALMA DE COCO COMO EDULCORANTE NATURAL”**

##### **Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:**

**VIVIANA MICAELA ARCOS RAMOS**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“DESARROLLO DE UNA BEBIDA FUNCIONAL CON  
LACTOSUERO UTILIZANDO AZÚCAR DE PALMA DE COCO  
COMO EDULCORANTE NATURAL”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTORA:** VIVIANA MICAELA ARCOS RAMOS

**DIRECTOR:** ING. BYRON LEONCIO DÍAZ MONROY, PhD

Riobamba – Ecuador

2023

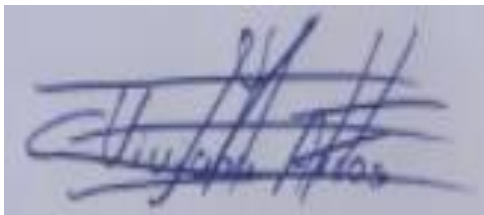
© 2023, Viviana Micaela Arcos Ramos

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, Viviana Micaela Arcos Ramos, declaro que el presente Trabajo de Titulación 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 Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de enero de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Viviana Micaela Arcos Ramos', is written over a light blue rectangular background.

**Viviana Micaela Arcos Ramos**

**0605772060**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

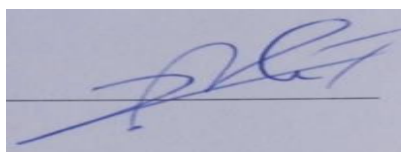
**CARRERA INGENIERIA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Trabajo Experimental “**DESARROLLO DE UNA BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO UTILIZANDO AZÚCAR DE PALMA DE COCO COMO EDULCORANTE NATURAL**”, realizado por la señorita: **VIVIANA MICAELA ARCOS RAMOS**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

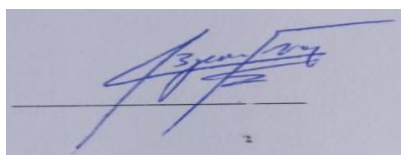
**FECHA**

Ing. Iván Patricio Salgado Tello. MsC  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



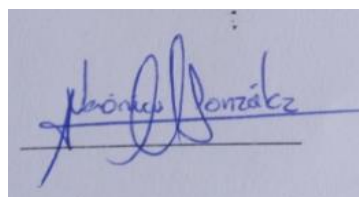
2023-01-11

Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy. PhD  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE  
TITULACIÓN**



2023-01-11

Ing. María Verónica González Cabrera. MsC  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**



2023-01-11

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mis padres, hermanos, a mi esposo e hijo ya que fueron de total apoyo en todo este proceso de aprendizaje durante mi carrera estudiantil, brindándome palabras de aliento, sus sabios consejos para hacer una mejor persona y seguir adelante sin rendirme y a todos mis familiares que estuvieron en momentos difíciles extendiéndome su mano, siendo una parte fundamental en mi vida

Viviana

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecirme todos los días y brindarme salud, a mi director el Ing. Byron Díaz y a mi Asesora la Ing. Verónica González, quienes estuvieron guiándome en todo este transcurso, con sus conocimientos, consejos que han sido de gran aprendizaje para mí, en el desarrollo de la tesis. A la Escuela Superior politécnica de Chimborazo, especialmente a la facultad de Ciencias pecuarias quien me abrió sus puertas para permitir mi formación estudiantil. A mis padres, hermanos, amigos y a todos mis familiares quienes fueron mi pilar fundamental en esta etapa de mi vida quienes me han ayudado en todo lo que he necesitado. No puedo dejar atrás a mi mejor amiga quien no está aquí presente en vida, pero dejó una gran huella en mi corazón.

Viviana

## TABLA DE CONTENIDO

|                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| INDICE DE TABLAS .....   | xi                            |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS ..... | xii                           |
| INDICE DE ANEXOS.....    | xiii                          |
| RESUMEN .....            | xiv                           |
| ABSTRACT.....            | ¡Error! Marcador no definido. |
| INTRODUCCIÓN .....       | 2                             |

## CAPITULO I

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....   | 3  |
| 1.1.   | Lactosuero .....   | 3  |
| 1.1.1. | <i>Tipos de lactosuero</i> .....   | 3  |
| 1.1.2. | <i>Composición química del lactosuero</i> .....                              | 4  |
| 1.1.3. | <i>Proceso de obtención del suero de leche</i> .....                         | 4  |
| 1.1.4. | <i>Nutrientes del lactosuero</i> .....                                       | 5  |
| 1.2.   | Compuestos bioactivos presentes en el suero de leche y su efecto en la salud | 6  |
| 1.2.1. | <i>Efecto curativo del suero</i> .....                                       | 7  |
| 1.3.   | Ventajas y desventajas de la utilización del lactosuero .....                | 7  |
| 1.4.   | Aplicaciones del lactosuero .....  | 8  |
| 1.4.1. | <i>Concentrados.</i> .....   | 8  |
| 1.4.2. | <i>Aislados.</i> .....   | 8  |
| 1.4.3. | <i>Producción de etanol.</i> .....   | 8  |
| 1.5.   | Edulcorantes naturales.....  | 10 |
| 1.5.1. | <i>Miel</i> .....  | 10 |
| 1.5.2. | <i>Esteva Natural</i> .....  | 10 |
| 1.5.3. | <i>Azúcar de coco</i> .....  | 10 |
| 1.5.4. | <i>Fructosa natural</i> .....  | 10 |
| 1.5.5. | <i>Sirope de arce</i> .....  | 10 |
| 1.5.6. | <i>Melaza de arroz</i> .....   | 10 |
| 1.5.7. | <i>Panela</i> .....  | 11 |
| 1.5.8. | <i>Sirope de yacén</i> .....   | 11 |



|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 1.5.9.    | <i>Azúcar de abedul o xilitol</i> .....  | 11 |
| 1.5.10.   | <i>Sirope de Agave</i> .....   | 11 |
| 1.6.      | <b>Azúcar de palma de coco</b> .....   | 11 |
| 1.6.1.    | <i>Definición</i> .....  | 11 |
| 1.6.2.    | <i>Composición nutricional del azúcar de palma de coco</i> .....                                       | 11 |
| 1.6.3.    | <i>Obtención del azúcar de palma de coco</i> .....   | 12 |
| 1.6.4.    | <i>Beneficios del azúcar de palma de coco</i> .....  | 13 |
| 1.6.5.    | <i>El azúcar de coco es de bajo índice glucémico</i> .....   | 13 |
| 1.7.      | <b>Aplicaciones del azúcar de palma de coco</b> .....  | 14 |
| 1.8.      | <b>El azúcar de mesa vs el azúcar de coco</b> .....  | 14 |
| 1.9.      | <b>Investigaciones con el azúcar de palma de coco</b> .....  | 14 |
| 1.10.     | <b>Problemas de salud al consumir en exceso el azúcar</b> .....  | 15 |
| 1.11.     | <b>Bebida funcional</b> .....  | 15 |
| 1.11.1.   | <i>Historia de los alimentos funcionales</i> .....   | 15 |
| 1.11.2.   | <i>Definición de las Bebidas Funcionales</i> .....   | 16 |
| 1.12.     | <b>Características de un alimento funcional</b> .....  | 16 |
| 1.12.1.   | <i>Tipos de alimentos funcionales</i> .....  | 17 |
| 1.12.1.1. | <i>Alimento funcional:</i> .....   | 17 |
| 1.12.1.2. | <i>Producto Nutracéutico:</i> .....  | 17 |
| 1.12.1.3. | <i>Alimentos diseñado:</i> .....   | 17 |
| 1.12.1.4. | <i>Productos fitoquímicos:</i> .....   | 17 |
| 1.12.2.   | <i>Bebidas funcionales a base de lactosuero</i> .....  | 17 |
| 1.13.     | <b>Bebidas no fermentadas</b> .....  | 18 |
| 1.14.     | <b>Bebidas fermentadas</b> .....   | 18 |
| 1.15.     | <b>Estudios realizados de la obtención de bebidas Funcionales a base de . . . . . lactosuero</b> ..... | 19 |
| 1.1       | <b>Calidad Microbiológica</b> .....  | 20 |

## CAPITULO II

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.     | <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....                    | 22 |
| 2.1.   | <b>Localización y duración del experimento</b> ..... | 22 |
| 2.2.   | <b>Unidades experimentales</b> .....                 | 22 |
| 2.3.   | <b>Materiales, equipos e insumos</b> .....           | 22 |
| 2.3.1. | <i>Materia prima</i> .....                           | 22 |
| 2.3.2. | <i>Equipos</i> .....                                 | 22 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.3.3.   | <i>Materiales para la elaboracion y control y de calidad de la bebida de lactosuero</i> | 23 |
| 2.3.4.   | <i>Análisis Físico-químico y bromatológicos</i>   | 23 |
| 2.3.5    | <i>Análisis microbiológico</i>  | 23 |
| 2.3.6.   | <i>Instalaciones</i>  | 24 |
| 2.4.     | <b>Tratamiento y diseño experimental</b>  | 24 |
| 2.5.     | <b>Mediciones experimentales</b>  | 24 |
| 2.5.1.   | <i>Análisis Físico-Químico</i>  | 25 |
| 2.5.2.   | <i>Análisis Microbiológicos</i>   | 25 |
| 2.5.3.   | <i>Análisis Sensorial</i>   | 25 |
| 2.5.4.   | <i>Vida útil</i>  | 25 |
| 2.5.5.   | <i>Análisis Económico</i>   | 25 |
| 2.6.     | <b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b>                                  | 25 |
| 2.7.     | <b>Procedimiento experimental</b>   | 26 |
| 2.7.1    | <i>Descripción del proceso</i>  | 26 |
| 2.1.1.1  | <i>Recepción y recolección:</i>   | 26 |
| 2.1.1.2  | <i>Filtración:</i>  | 27 |
| 2.1.1.3  | <i>Preparación de la bebida: se</i>   | 27 |
| 2.1.1.4  | <i>Homogenización:</i>  | 27 |
| 2.1.1.5  | <i>Pasteurización:</i>  | 27 |
| 2.1.1.6  | <i>Enfriamiento:</i>  | 27 |
| 2.1.1.7  | <i>Envasado:</i>  | 27 |
| 2.8.     | <b>Metodología de la evaluación</b>   | 28 |
| 2.8.1.   | <i>Análisis físico-químicos</i>   | 28 |
| 2.8.1.1. | <i>Determinación de lactosa</i>   | 28 |
| 2.8.1.2. | <i>Determinación de sólidos totales (Grados Brix)</i>                                   | 29 |
| 2.8.1.3. | <i>Determinación de acidez titulable</i>  | 29 |
| 2.8.1.4. | <i>Determinación de pH</i>  | 29 |
| 2.8.2.   | <i>Análisis bromatológicos</i>  | 30 |
| 2.8.3.   | <i>Análisis microbiológicos</i>   | 35 |
| 2.8.4.   | <i>Análisis Sensorial</i>   | 35 |
| 2.8.5.   | <i>Análisis económico</i>   | 36 |

### CAPITULO III

|      |  |    |
|------|--|----|
| 3    | <b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> | 37 |
| 3.1. | <b>Análisis físico-químicos</b>                                | 37 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.1.1. | <i>Contenido de Lactosa</i> .....         | 37 |
| 3.1.2. | <i>Contenido de Sólidos Totales</i> ..... | 37 |
| 3.1.3. | <i>Acidez Titulable</i> .....             | 38 |
| 3.1.4. | <i>Determinación de pH</i> .....          | 39 |
| 3.2.   | <b>Análisis bromatológicos</b> .....      | 40 |
| 3.2.1  | <i>Contenido de proteína</i> .....        | 41 |
| 3.2.2. | <i>Contenido de grasa</i> .....           | 41 |
| 3.2.3. | <i>Contenido de fibra</i> .....           | 41 |
| 3.2.4. | <i>Contenido de vitamina C</i> .....      | 42 |
| 3.2.5. | <i>Contenido de ceniza</i> .....          | 43 |
| 3.2.6. | <i>Contenido de minerales</i> .....       | 43 |
| 3.3.   | <i>Análisis microbiológico</i> .....      | 45 |
| 3.3.1. | <i>Coliformes totales</i> .....           | 45 |
| 3.3.2  | <i>Mohos y levaduras</i> .....            | 46 |
| 3.4.   | <b>Análisis sensorial</b> .....           | 48 |
| 3.4.1. | <i>Sabor</i> .....                        | 48 |
| 3.5.   | <b>Análisis económico</b> .....           | 48 |
|        | <b>CONCLUSIONES</b> .....                 | 50 |
|        | <b>RECOMENDACIONES</b> .....              | 51 |
|        | <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                       |    |
|        | <b>ANEXOS</b>                             |    |

## INDICE DE TABLAS

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Tabla 1-1:</b>  | Composición química de lactosuero (promedios por 100 g) .....  | 4  |
| <b>Tabla 2-1:</b>  | Minerales del lactosuero .....   | 6  |
| <b>Tabla 3-1:</b>  | Vitaminas en el lactosuero.....  | 6  |
| <b>Tabla 4-1:</b>  | Esquema resumen de las aplicaciones del lactosuero .....   | 9  |
| <b>Tabla 5-1:</b>  | Valor nutricional del azúcar de coco por 5 g .....   | 12 |
| <b>Tabla 6-1:</b>  | Resultados de la medición de parámetros fisicoquímicos en el milkotester para .<br>el lactosuero. . . . .                                | 19 |
| <b>Tabla 7-1:</b>  | Resultados de los análisis de proteína y lactosa de la bebida. ....  | 20 |
| <b>Tabla 8-1:</b>  | Niveles microbiológicos permitidos en bebidas. ....  | 21 |
| <b>Tabla 9-2:</b>  | Esquema del experimentó.....   | 24 |
| <b>Tabla 10-2:</b> | Esquema del adeva .....  | 26 |
| <b>Tabla 11-2:</b> | Formulaciones para la elaboración de la bebida funcional.....  | 27 |
| <b>Tabla 12-2:</b> | Formulaciones con diferentes porcentajes de azúcar de palma de coco.....   | 28 |
| <b>Tabla 13-2:</b> | Esquema de evaluación .....  | 36 |
| <b>Tabla 14-3:</b> | Análisis físico-químicos de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar<br>de coco como edulcorante natural .....               | 37 |
| <b>Tabla 15-3:</b> | Caracterización bromatológica de la bebida funcional con lactosuero utilizando<br>azúcar de palma de coco como edulcorante natural. .... | 40 |
| <b>Tabla 16-3:</b> | Efecto del azúcar de coco como edulcorante en la bebida de lactosuero durante .<br>21 días.....  | 45 |
| <b>Tabla 17-3:</b> | Efecto del azúcar de coco como edulcorante en la bebida de lactosuero durante .<br>21 días.....  | 46 |
| <b>Tabla 18-3:</b> | Caracterización organoléptica de la bebida funcional con lactosuero endulzada .<br>con azúcar de coco .....                              | 48 |
| <b>Tabla 19-3:</b> | Evaluación económica de la bebida con diferentes niveles de azúcar de coco..   | 48 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
| <b>Gráfico 1-2:</b>  | Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida de lactosuero endulzada con azúcar de coco ..  | 26 |
| <b>Gráfico 2-3:</b>  | Regresión en función del contenido de sólidos totales de la bebida de lactosuero .  | 38 |
| <b>Gráfico 3-3:</b>  | Regresión en función del contenido de acidez titulable de la bebida de lactosuero .   | 39 |
| <b>Gráfico 4-3:</b>  | Regresión en función del contenido de ph de la bebida de lactosuero .....   | 40 |
| <b>Gráfico 5-3:</b>  | Regresión en función del contenido de fibra de la bebida de lactosuero .....  | 42 |
| <b>Gráfico 6-3:</b>  | Regresión en función del contenido de vitamina c de la bebida de lactosuero ..  | 43 |
| <b>Gráfico 7-3:</b>  | Regresión en función del contenido de ca de la bebida de lactosuero.....  | 44 |
| <b>Gráfico 8-3:</b>  | Regresión en función del contenido de fe de la bebida de lactosuero .....   | 45 |
| <b>Gráfico 9-3:</b>  | Revolución del comportamiento de coliformes totales evaluadas en la bebida de lactosuero a temperatura de refrigeración a través de los días de almacenamiento..... | 46 |
| <b>Gráfico 10-3:</b> | Evolución del comportamiento de mohos y levaduras evaluadas en la bebida de lactosuero a temperatura de refrigeración a través de los días de almacenamiento.....   | 47 |

## INDICE DE ANEXOS

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>ANEXO A:</b> | ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO . . . . .    |
| . .             | UTILIZANDO AZÚCAR DE PALMA COCO COMO                           |
| .               | EDULCORANTE NATURAL  |
| <b>ANEXO B:</b> | DESARROLLO DEL LABORATORIO DE LOS ANÁLISIS . . . . .           |
| .               | FISICOQUÍMICOS Y BROMATOLOGICOS DE LA BEBIDA FUNCIONL          |
| <b>ANEXO C:</b> | DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN EL . . . . .     |
| .               | LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA ANIMAL                            |
| <b>ANEXO D:</b> | APLICACIÓN DEL ANALISIS SENSORIAL MEDIANTE LA PRUEBA . . .     |
| .               | HEDONICA EN EL LABPRATORIO DE ALIMENTOS.                       |
| <b>ANEXO E:</b> | BOLETA DE EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA . . . . .    |
| .               | BEBIDA FUNCIONLA CON NIVELES DE 0%, 5%, 10% Y 15% DE . . . . . |
| .               | AZÚCAR DE COCO   |
| <b>ANEXO F:</b> | ANOVA DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS REALIZADOS A LA BEBIDA .     |
| .               | FUNCIONAL CON LACTOSUERO CON NIVELES DE 0%, 5%, 10% Y . . .    |
| .               | 15% DE AZÚCAR DE COCO  |
| <b>ANEXO G:</b> | ANOVA DE ANÁLISIS BROMATÓLOGICOS REALIZADOS A LA . . . . .     |
| .               | BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO CON NIVELES DE 0%, 5%,         |
| .               | 10% Y 15% DE AZÚCAR DE COCO                                    |
| <b>ANEXO H:</b> | DISEÑO EXPERIMENTAL DE SABOR POR LA PRUEBA KRUSKALL . . .      |
| .               | WALLIS   |
| <b>ANEXO I:</b> | REGRESIONES DE LOS ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS                   |

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue desarrollar una bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco, se obtuvo las bebidas mediante el 5, 10, 15% frente a un tratamiento testigo, sin azúcar de coco, para los cuatro tratamientos con seis repeticiones, mediante filtración, homogenización, pasteurización con una temperatura de 85 °C, una vez que se enfrió el suero de leche se agregó el CMC 0,02%, el sorbato de potasio 0,02% y el saborizante piña/ coco 0,05%, se envaso y se almacenó las bebidas a una temperatura de 4°C, se realizó el análisis sensorial según el parámetro sabor, mediante una prueba de aceptabilidad hedónica con escala de uno a cinco en una boleta de catación aplicada a 20 estudiantes. Por lo que las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un Diseño Completamente al Azar, determinándose que al utilizar el azúcar de coco afectó tanto las propiedades físico-químicas como bromatológicas, la acidez se redujo (0,37%) y se incrementó en sólidos totales (19,60%), PH (6,23), fibra (0,81%), vitamina C (0,20), calcio 1,01 y 1,19 y hierro de 0,013 y 0,018. La presencia de mohos y levaduras fue de 33 y 38 UFC/ml, coliformes totales fue de 2 y 5 UFC/ml, considerándose todas las bebidas aptas para el consumo humano. En el análisis económico se determinó los costos de producción y el indicador beneficio costo que fue de 1.40 USD. Se concluye que la bebida funcional de lactosuero con el nivel 15 % de azúcar de coco es altamente nutritivo por ser una fuente rica en proteína, además de estimular el crecimiento de la microbiota intestinal, ayuda a enlentecer la absorción de azúcar, sin embargo se recomienda seguir con el estudio del lactosuero y el azúcar de coco para comprobar que se podría desarrollar bebidas funcionales con este subproducto.

**Palabras Clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS>, <LACTOSUERO>, <COCO (Cocos nucifera L.)>, <PALMA >, <EDULCORANTE NATURAL>.



## ABSTRACT

The objective of this study was to develop a functional beverage with whey using coconut palm sugar. The beverages were obtained by 5, 10, and 15% versus a control treatment without coconut sugar. For the four treatments with six replicates, by filtration, homogenization, and pasteurization with a temperature of 85 °C. Once the whey was cooled, CMC 0.02%, potassium sorbate 0.02%, and pineapple/coconut flavoring 0.05% were added. The beverages were packaged and stored at a temperature of 4°C. Sensory analysis was performed according to the flavor parameter, using a hedonic acceptability test with a scale of one to five in a tasting report applied to 20 students. Therefore, the experimental units were distributed under a completely randomized design, determining that the use of coconut sugar affected both the physical-chemical and bromatological properties; acidity was reduced (0.37%) and increased in total solids (19.60%), PH (6.23), fiber (0.81%), vitamin C (0.20), calcium 1.01 and 1.19 and iron of 0.013 and 0.018. The presence of molds and yeasts was 33 and 38 CFU/ml. Total coliforms were 2 and 5 CFU/ml, and all beverages were considered suitable for human consumption. The economic analysis determined the production costs and the cost-benefit indicator, which was 1.40 USD. It is concluded that the whey functional beverage with 15% coconut sugar is highly nutritious for being a rich source of protein, besides stimulating the growth of intestinal microbiota. It helps slow down sugar absorption; however, it is recommended to continue with the study of whey and coconut sugar to prove that functional beverages could be developed with this by-product.

**Keywords:** <AGRICULTURAL TECHNOLOGY AND SCIENCE>, <WHEYWHEY>, <COCONUT (Cocos nucifera L.)>, <PALM>, <NATURAL SWEETENER>,

0313-UPT-DBRA-2023



Dra. Gloria Isabel Escudero Orozco MC.s.  
0602698904



## INTRODUCCIÓN

El interés de esta investigación experimental es ayudar a tener un efecto potencialmente positivo a la salud con el desarrollo de la bebida de lactosuero el mismo que posee el 55 % total de los nutrientes presentes en la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos, vitaminas y sales minerales, siendo un componente de alto valor biológico nutritivo. El lactosuero es un subproducto de difícil manejo y un poderoso contaminante de las aguas por su alta demanda biológica de oxígeno. La contaminación de una planta productora de quesos es comparada con la contaminación que produciría una población de 600 personas.. Más aún, no usar el lactosuero como alimento es un enorme desperdicio de nutrimentos ya que constituye una fuente económica de proteínas que otorga múltiples propiedades gelificantes y emulsificantes en una amplia gama de alimentos, mejorando la textura, sabor y color (Parra, R., 2009. p. 1).

Por otro lado, el azúcar de palma de coco se caracteriza por tener un bajo nivel glucémico que el azúcar blanco de mesa u otros endulzantes como la miel; debido a su contenido en fibra (la inulina), fructosa y antioxidantes (Costa, M., 2019. pp.1-4). Entre los usos del azúcar de palma de coco, se puede utilizar como un sustituto del azúcar tradicional, para endulzar bebidas refrescantes, café, leche, yogur y como ingrediente para recetas de repostería como flanes, bizcochos, magdalenas, galletas, etc. (Apraez, M., 2017. pp. 13-14).

Por tal motivo se considera relevante acompañar una dieta diaria con azúcar de palma coco, fuente natural de minerales y vitaminas beneficiosas para el organismo con muy bajo índice glucémico, lo que mantendrá la sensación de saciedad más tiempo en el cuerpo, además ayudará de cierta forma a la reducción de incidencia de enfermedades derivadas del consumo de azúcar.

Por lo mencionado anteriormente, la presente investigación pretende utilizar como endulzante el azúcar de palma de coco en una bebida funcional a base de suero, por lo que se plantean los siguientes objetivos:

- Desarrollar una bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural.
- Determinar las características físico-químicas, bromatológicas y microbiológicas de la bebida funcional enriquecida con lactosuero.
- Identificar las características sensoriales (sabor) de la bebida funcional.
- Establecer la vida de anaquel de la bebida funcional con lactosuero, a los 7, 14 y 21 días.
- Establecer el costo de la elaboración de la bebida por medio del indicador beneficio/costo.

## CAPÍTULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Lactosuero

Según (Amiot, J.1991.p 10) el lactosuero o como se le conoce comúnmente, suero de leche, es el líquido claro de color amarillento que se separa de la precipitación de las caseínas y/o cuajada durante la fabricación del queso, mantequillas. Constituye aproximadamente 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles como es la lactosa, proteínas hidrosolubles y una poca cantidad de grasa. Su composición varía dependiendo de las características de la leche y de las condiciones de elaboración del queso de que proceda.

El lactosuero contiene más del 25 % de las proteínas de la leche, el 8 % de la materia grasa y el 95 % de la lactosa. Su pH es de 6.5 aunque a temperatura ambiente baja hasta 4.5. Es un alimento de futuro por dos razones: porque el consumo mundial de queso está creciendo y porque se está endureciendo la legislación en materia medioambiental (Hannibal, B et al. 2015. p. 258).

Para (Huginin, A, 2008. P 1) los productos de suero de leche ofrecen beneficios funcionales múltiples que pueden ayudar a los formuladores a reemplazar ingredientes menos deseables.

Su utilización ayuda a los procesadores a ofrecer fórmulas completas de leche con etiquetas “limpias” que es un factor importante para muchos de los consumidores en todo el mundo.

##### *1.1.1. Tipos de lactosuero*

Según (Álvarez, M, 2013.p 13.) manifiesta que, para determinar la composición de la leche esta no depende únicamente de sus componentes de la leche empleada y de la humedad del queso, sino que muy significativamente también interviene el pH al que el lactosuero se separa de la cuajada. Así se pueden distinguir dos tipos de lactosuero en función de que su acidez sea superior o inferior a 18° Dornic (°D).

✓ **Lactosueros ácidos.** Se producen en su mayor parte en la fabricación de caseína por la incorporación de un ácido, que produce su coagulación. La otra producción minoritaria, procede de la coagulación de la caseína mediante la siembra de bacterias lácticas en la fabricación de quesos de pasta fresca y blanda, con un pH de 4,0 a 5,2

✓ **Lactosueros dulces:** Se obtienen en la elaboración de quesos de pasta prensada, utilizando para la coagulación cuajo, quimosina o cuajos de hongos o vegetales, con un pH de 5,8 a 6,6.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador, en el 2012 se registraron un promedio de 5,6 millones de litros de leche diarios a nivel nacional. El suero de leche (SL), representa el 85-95% del volumen de leche y retiene el 55% de todos los nutrientes contenidos en

la leche. A nivel mundial se producía en el año 2013, alrededor de 180 millones de toneladas métricas (TM) de suero de leche, de los cuales, se utilizan algo más del 40% en la alimentación animal directa, como fertilizante o se desecha, mientras que el resto se transforma en la industria, básicamente en la producción de suero en polvo, lactosa y concentrados de proteínas del suero (Murillo, J, 2017. p. 469).

### ***1.1.2. Composición química del lactosuero***

(Vela, G, 2009. pp. 31-36) indica que, el suero de leche contiene hidratos de carbono en forma de lactosa o azúcar de leche. Cien gramos de suero de leche líquida contienen 4.5 g de azúcar de leche (tabla 1-1). La lactosa es el componente principal del suero de leche y la que le confiere sus propiedades más importantes. Por otra parte, la composición de aminoácidos de las proteínas del suero les confiere funcionalidad fisiológica muy especial: primeramente, porque las proteínas del suero contienen una alta proporción de aminoácidos azufrados, lo que contribuye a la gran calidad nutricional de estas proteínas (su PER es de 3.2, comparado con el 2.0 de las caseínas).

**Tabla 1-1:** Composición química de lactosuero (promedios por 100 g)

| <b>Nutriente (%)</b> | <b>Lactosuero dulce</b> | <b>Lactosuero ácido</b> |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| Agua                 | 93.5                    | 93.5                    |
| Grasa                | 0.3                     | 0.1                     |
| Proteína             | 0.9                     | 1.0                     |
| Lactosa              | 4.5                     | 4.0                     |
| Minerales            | 0.6                     | 0.8                     |
| Ácido láctico        | 0.2                     | 0.6-1.0                 |

**Fuente:** (Almécija, C. 2007)

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023

(Madurga, R. 2012) indica que, desde el punto de vista digestivo, las proteínas del suero permanecen solubles al pH ácido del estómago, esto provoca que su tránsito por el estómago sea muy rápido y que lleguen al intestino intactas, permitiendo que su absorción sea a través de un sector más largo del intestino. Su largo paso por el intestino facilita una gran variedad de funciones, por ejemplo: interacciones con la flora gastrointestinal o con los minerales presentes en el bolo alimenticio mejorando su absorción

### ***1.1.3. Proceso de obtención del suero de leche***

Para (Alvarado, C y Guerra, M. 2010. pp. 42-43) durante la coagulación de la leche por medio del ácido láctico o cuajo o renina, se retira un líquido concentrado de proteínas que tienen un alto valor biológico, con minerales, aminoácidos y vitaminas. Tiene un color amarillo-verdoso cuya

composición física-química dependerá del método de fabricación empleado, el tipo de leche (bovina, caprina, ovina, etc.), época del año, el tipo de alimentación que recibe el ganado y etapa de lactación que recibe el ganado y etapa de lactación. Considerando que, a partir de la coagulación enzimática de 100 l de leche, se pueden obtener de 9 a 30 kg de cuajada, dependiendo de la especie y raza del rebaño lechero, se tiene que el suero resultante constituirá entre 70 y 90% del volumen total de la leche empleada inicialmente en la elaboración de los quesos, y en él se retendrá alrededor del 55% de los nutrientes originales de la leche, aproximadamente 6.3 g/kg de suero (Alvarado, C y Guerra, M. 2010.p. 42-43). En la actualidad el lactosuero es utilizado para la elaboración de alimentos para animales de granja y su aprovechamiento es casi nulo, el resto es desechado por las industrias convirtiéndose en el contaminante principal de las industrias lácticas ya que al mezclarse el lactosuero con los afluentes de los ríos genera sustancias orgánicas dañinas para la población y el medio ambiente.

#### **1.1.4. Nutrientes del lactosuero**

Según (Poveda, E, 2013. Pp. 398-399) el suero de leche, contiene todos los aminoácidos esenciales, aporta proteínas de una calidad extraordinaria y con un coeficiente de uso por parte del organismo humano, superior incluso al de la leche o los huevos. Contiene además cantidades pequeñas pero apreciables de las vitaminas A, C, D, E y del complejo B, así como ácido ascórbico, que es fundamental para la absorción de minerales como el calcio, fósforo, etc., y ácido láctico que ayuda a mejorar el proceso de respiración celular, junto con un contenido muy bajo en grasas y en calorías. Tiene un perfil de minerales en el que destaca sobre todo la presencia de potasio, en una proporción de 3 a 1 respecto al sodio, lo que favorece la eliminación de líquidos y toxinas. Cuenta también con una cantidad relevante de otros minerales como calcio (en una proporción de un 50% más que en la leche), fósforo y magnesio, y de los oligoelementos zinc, hierro y cobre, formando todos ellos sales de gran biodisponibilidad para nuestro organismo.

- **Minerales**

Según (Hannibal, B et al. 2015. p. 258). El lacto suero tiene un perfil de minerales en el que se destaca el potasio, en una proporción de 3 a 1 respecto al sodio, el consumo de ellos en esta proporción favorece la eliminación de líquidos y toxinas. También cuenta con otros minerales como calcio en una proporción de un 50% más que en la leche, así como fosforo y magnesio y los oligoelementos zinc, hierro y cobre, formando todos ellos sales de gran biodisponibilidad para el organismo

Se observa en la tabla 2-1. como el lactosuero ácido, tienen mayor contenido de minerales que los lacto sueros de quesos menos ácidos. Esto tiene implicaciones importantes a la hora de procesar el lacto suero para convertirlo en un requesón, en una bebida o en otro alimento (Romero, Alexis.p. 21-22).

**Tabla 2-1:** Minerales del Lactosuero

| <b>Componente</b> | <b>Suero dulce(g/L)</b> | <b>Suero ácido(g/L)</b> |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| Calcio-           | 0.4-0.6                 | 1.2-1.6                 |
| Fosfatos          | 1.0-3.0                 | 3.0-4.5                 |
| Hierro            | 0.6-1.0                 | 1.0-1.3                 |
| Potasio           | 1.6                     | 1.8                     |
| Sodio             | 5.4                     | 5.5                     |

**Fuente:** (Almécija, C. 2007)

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023

- **Vitaminas**

El suero de leche contiene cantidades pequeñas pero apreciables de las vitaminas A, C, D, E y del complejo B, como la vitamina B12, riboflavina, la cual es responsable del color verdoso del suero (tabla 3). También posee ácido orótico y ácido láctico que ayuda a mejorar el proceso de respiración celular (Alvarado, C y Guerra, M. 2010.pp. 42-43).

**Tabla 3-1:** Vitaminas en el lactosuero

| <b>Componente</b>          | <b>Concentración mg/100gramos</b> |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Ácido ascórbico (Vit.C)    | 0.10                              |
| Tiamina (Vit.B1)           | 0.036                             |
| Riboflavina (Vit.B2)       | 0.158                             |
| Niacina (Vit.B3)           | 0.10                              |
| Acido pantoténico (Vit.B5) | 0.383                             |
| Piridoxina (Vit.B6)        | 0.031                             |
| Ácido fólico (Folacina)    | 1.0                               |
| Cobalamina (Vit.B12)       | 0.277                             |
| Retinol (Vit. A)           | 10.16                             |

**Fuente:** (Carbajal, A. 2013.p. 85)

**Realizado por.** Arcos, Viviana.2023

## 1.2. Compuestos bioactivos presentes en el suero de leche y su efecto en la salud

(Galdámez *et al.*, 2009.pp. 23-28), Manifiesta que el lactosuero contiene un poco más del 25% de las proteínas de la leche. La proteína del lactosuero es una de las de más alta calidad, ya que contiene alta concentración de aminoácidos de cadena ramificada y de aminoácidos esenciales. Además, la proteína de lactosuero contiene varios péptidos y fragmentos de proteínas que pueden fomentar la

salud general. Las proteínas de lactosuero tienen propiedades antioxidantes, anticancerígenas, antihipertensivas, antibacterianas, antimicrobianas, antivirales). La composición de aminoácidos de las proteínas del suero le confiere funcionalidad fisiológica muy especial: primeramente, porque contiene una alta proporción de aminoácidos azufrados, lo que contribuye a la calidad nutricional de estas proteínas. Su razón de eficiencia proteínica (PER) es de 3.2, valor elevado, comparado con el 2.0 de las caseínas. Se considera que los aminoácidos azufrados aumentan la función inmune del organismo, por vía de la regulación del tripéptido azufrado glutatión, el cual interactúa con las membranas celulares de los microorganismos y les provoca la muerte (López et al., 2012. pp. 112-128).

### **1.2.1. Efecto curativo del suero**

(Vela, G, 2009), manifiesta que las propiedades terapéuticas más importantes del suero son las siguientes:

- Estimulante del peristaltismo intestinal
- Regenera la flora intestinal
- Estimula y desintoxica el hígado
- Favorece la eliminación del exceso de líquido en los tejidos
- Activa la eliminación de toxinas por los riñones
- Mejora la asimilación de nutrientes
- Corrige el medio orgánico

### **1.3. Ventajas y desventajas de la utilización del lactosuero**

#### **➤ Ventajas**

(Poveda, E, 2013) , indica que una de las más importantes ventajas del consumo de suero de leche es que la lactosa, Provoca efectos benéficos de la lactosa sobre la absorción del calcio es uno de los componentes de la leche que más se ha estudiado Inicialmente se pensó en que la lactosa así como otros azúcares podían actuar directamente sobre el hueso como precursores de proteínas óseas, sin embargo, esta idea cambió al observar efectos a nivel intestinal. Las soluciones de alta osmolaridad como las correspondientes a lactosa parecen ser absorbidas lentamente en el íleo, en los mismos sitios de absorción del calcio, prolongando de este modo, la absorción pasiva e independiente de vitamina D . Los estudios muestran que las soluciones de lactosa pueden llegar a doblar o triplicar la difusión pasiva, probablemente al incrementar la permeabilidad del calcio en el espacio de las uniones intercelulares

Asimismo, al eliminar toxinas del organismo purifica la sangre y permite que fluya mejor. Actúa igualmente como suave laxante natural por lo que está indicado en los casos de atonía intestinal y estreñimiento. Pero, además, el ácido láctico producido a partir de la lactosa aumenta la solubilidad del calcio, fósforo, potasio y magnesio, lo que facilita la asimilación de

estos minerales por el intestino. Todo ello hace que se potencie el sistema inmune y que mejore el estado general (Romero, Alexis.pp. 21-22).

(Guarner, F. 2007), manifiesta que al administrar proteína de suero de leche se potencia los siguientes aspectos:

- Regeneración de la flora intestinal
- Potenciación del sistema inmunológico
- Mayor asimilación de la proteína en el organismo
- Actúa sobre el hígado al facilitar y mejorar la función
- Favorece la absorción de vitaminas y minerales

#### ➤ **Desventajas**

La lactosa químicamente es un la lactosa es un disacárido compuesto por galactosa y glucosa. para poder utilizar este azúcar nuestro cuerpo se sirve de una enzima denominada lactasa gracias a la cual los azúcares simples son absorbidos a través de la pared intestinal. Sin embargo, cuando hay un déficit de esta enzima la lactosa no se desdobra y, como consecuencia, el intestino no lo puede absorber. Actúan entonces las bacterias intestinales generando su fermentación y provocando flatulencia y diarrea líquida. Es lo que se conoce como intolerancia a la lactosa, sus síntomas más frecuentes son dolores, espasmos e hinchazón abdominal, diarreas ácidas, estreñimiento, flatulencias y vómitos (Almécija, C. 2007).

### **1.4. Aplicaciones del lactosuero**

**1.4.1. Concentrados.** Los concentrados de proteína de lactosuero (WPC) son elaborados por la ultrafiltración que consiste de una membrana semipermeable, la cual selectivamente permite pasar materiales de bajo peso molecular como agua, iones y lactosa, mientras retiene materiales de peso molecular alto como la proteína. El retenido es así concentrado por evaporación y liofilizado (López et al., 2012. pp. 112-128).


**1.4.2. Aislados.** Los aislados de proteína de lactosuero (WPI) tienen como características importantes un 90% de proteína y entre 4-5,5% de agua. Por su alta pureza, los WPI son usados extensivamente en suplementación nutricional, bebidas deportivas y medicinales. (Foegeding y Luck, 2002). Han sido empleados como proteínas de alimentos funcionales en formulaciones de alimentos, por sus propiedades de hidratación, gelificación, emulsificación, y propiedades para formación de espuma de WPI además, estos productos son elaborados para la aplicación de agentes complejantes específicos los cuales se enlazan con proteínas, permitiendo su eliminación de lactosuero, utilizando absorbentes como carboxy-metil celulosa u óxidos inorgánicos.

**1.4.3. Producción de etanol.** La producción de una bebida alcohólica por conversión del lactosuero es una alternativa de gran interés para la utilización de este subproducto industrial

(Dragone et al., 2009). Destilerías de lactosuero están en operación en Irlanda, Nueva Zelanda, y los Estados Unidos.

(Dragone et al., 2009), indica que las bebidas o fórmulas lácteas son bebidas nutricionales análogas de leche, ideales para programas gubernamentales, que se pueden elaborar a base de lactosueros no salados. El contenido de proteína de las bebidas lácteas nutricionales debería ser el mismo de la leche, 30 g/l, pero su contenido de materia grasa puede variar dentro del rango entre 1 y 33 g/l, como lo es en las leches descremadas, semidescremadas y enteras, siendo estas consideraciones de diseño más bien un reflejo de los propósitos y las estrategias de dichos programas.

**Tabla 4-1:** Esquema resumen de las Aplicaciones del lactosuero

| Aplicaciones en  | Beneficios en la salud  | Beneficios tecnológicos  |
|--|---|--|
| <b>Productos de panadería</b><br><b>Quesería</b><br><b>Bebidas</b> |  <b>Valor nutricional</b>              | Emulgente, dar cuerpo a la masa  |
| <b>Postres</b>   |   | Emulgente, gelificante, mejorar propiedades organolépticas, mejorar consistencia, ↑cohesividad.<br>Mejorará la solubilidad, mejorar la viscosidad, mejorar la estabilidad coloidal |
| <b>Confitería</b>  |   | Emulgente, dar cuerpo y textura al producto.   |
| <b>Productos cárnicos</b>  |   | Funcionar como emulgente y facilitar el batido   |
|  |   | Funcionar como pre emulgentes<br>funcionar como gelificaste, mejorar como solubilidad.   |
| <b>Requerimientos</b><br><b>Nutricionales especiales</b>           | Proteína AVB- Salud –Musculo<br>Esquelética<br>Alimentación completa<br>Suplementos-complementos<br>Fórmulas infantiles |  |

**Fuente:** (Dragone et al., 2009)

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023



## **1.5. Edulcorantes naturales**

Según la Organización Mundial de la Salud, el azúcar no debe aportar más del 10% de las calorías diarias tanto en niños como en adultos. Para hacernos una idea más clara: para una dieta de 2.000 calorías (la idónea para un adulto sano), son unos 50 gramos de azúcar, el equivalente a unas **12** cucharillas de café. Ahora bien, puestos a mejorar la dieta reduciendo los azúcares libres, por qué no vamos más allá y elegimos los más saludables, aquellos que aportan nutrientes útiles y no solo calorías vacías como el azúcar refinado. En la galería que acabas de ver hemos seleccionado algunos de los edulcorantes naturales que se presentan como un buen abanico de opciones frente al azúcar blanco (Sabervivirtve, 2013.pp. 3-10).

### **1.5.1. Miel**

La miel es una alternativa natural y muy saludable al azúcar. Contiene fructosa, glucosa y un poco de sacarosa, mientras que el azúcar es pura sacarosa.

### **1.5.2. Stevia Natural**

Algunos estudios apuntan a que la stevia puede ayudar a reducir la presión sanguínea y se considera una buena alternativa al azúcar porque no afecta a los niveles de azúcar en sangre, lo que la hace apta para ser consumida por personas diabéticas.

### **1.5.3. Azúcar de coco**

El azúcar de coco se obtiene por calentamiento del zumo fresco de la flor del coco. Sabe a caramelo y resulta muy agradable. Su contenido en fructosa es bajo (2-9%) y el contenido en minerales, relativamente alto, además de tener un bajo índice glucémico.

### **1.5.4. Fructosa natural**

Se caracteriza por endulzar más que el azúcar blanca o refinada, aportando solo cuatro calorías por gramo. Ten en cuenta que aunque la fructosa natural no es dañina, cuando se ingiere en altas cantidades a través de productos elaborados industrialmente se puede convertir en un problema para la salud cardiovascular.

### **1.5.5. Sirope de arce**

Este sirope, y otros como el de agave, sirven para endulzar infusiones y cafés, macedonias de frutas o diferentes postres lácteos como yogures y cuajadas.

### **1.5.6. Melaza de arroz**

Se extrae de los granos de arroz redondo y sirve como endulzante natural con pocas calorías y un alto contenido en calcio (273 mg/100 g).

### **1.5.7. Panela**

Este azúcar a diferencia del blanco, no es sometido a ningún refinado, centrifugado, depuración o cualquier otro tipo de procesado, por lo que conserva todas las vitaminas y minerales presentes en la caña de azúcar.

### **1.5.8. Sirope de yacón**

El yacón es un tubérculo que crece en los andes peruanos. De esta raíz se extrae un sirope, no tan dulce como el azúcar o la miel, pero con la mitad de calorías, un índice glucémico muy bajo y proporciones significativas de minerales.

### **1.5.9. Azúcar de abedul o xilitol**

Su sabor en las infusiones, cafés, té o zumos es igual y endulza lo mismo con una cantidad idéntica al clásico sobre de azúcar blanquilla procedente de caña o de remolacha.

### **1.5.10. Sirope de Agave**

Su poder endulzante es el doble que el azúcar gracias a su composición que incluye fructosa en un 70% y glucosa en un 25%. Es fácil utilizarlo como sustituto en yogures o batidos pues se disuelve fácilmente en líquidos fríos.

## **1.6. Azúcar de palma de coco**

### **1.6.1. Definición**

Para (Sabater, G.2015.p. 1) el azúcar de coco, también conocido como azúcar de lechaza de coco, es un azúcar derivado de la savia de flores de cocoteros. La savia es el líquido blanquecino y viscoso que recorre la planta de la palmera. Al realizar un corte en la flor de la palmera cocotera, se recoge en recipientes la savia líquida que brota de la herida. La savia es 80% agua, 15% azúcar y 5% minerales.

Tal es así que el calor es usado para evaporar el agua. Al calentarse, la savia va cambiando de color y pasa de ser un líquido translúcido a una sustancia densa y marrón oscura, hasta que se cristaliza y se convierte en azúcar de coco.

### **1.6.2. Composición nutricional del azúcar de palma de coco**

El azúcar de coco tiene un sabor delicioso que combina con cualquier postre, batido de frutas, leche vegetal o infusión. Siendo un azúcar más natural, ecológico y sostenible. También contiene 16 de los 20 aminoácidos esenciales. El que se encuentra con mayor cantidad es la glutamina. Este aminoácido nos permite mantener un equilibrio ácido/alcalino en nuestro cuerpo y nos ayuda a controlar los impulsos de ingerir alimentos dulces

**Tabla 5-1:** Valor Nutricional del azúcar de coco por 5 g

| Descripción           | G /mg | %  |
|-----------------------|-------|----|
| Calorías              | 20 g  |    |
| Grasa total           | 0 g   | 0% |
| Grasas saturadas      | 0 g   | 0% |
| Grasas trans          | 0 g   |    |
| Colesterol            | 0 mg  | 0% |
| Sodio                 | 12 mg | 0% |
| Carbohidratos totales | 5 g   | 2% |
| Fibra dietética       | 0 g   | 0% |
| Azúcares              | 4 g   |    |
| Proteína              | 0 g   |    |

Fuente: (Dietas deportivas, 2015)

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

### **1.6.3. Obtención del azúcar de palma de coco**

Según (Costa, M., 2019, pp.1-4) el Azúcar de Coco es extraído del dulce néctar de las flores de la palmera cocotera, *Cocos Nucifera* (que NO es la misma palmera que produce el aceite de palma). Una vez recolectado, se cocina y procesa hasta llegar a su consistencia granulada, es un proceso muy simple para un producto tan puro y simple. El proceso de fabricación sigue siendo la misma generación tras generación, en primer lugar se lleva a cabo la recolección de la savia o sirope y la segunda es la colocación de la savia a fuego moderado para evaporar la humedad y el agua sobrante. (Bara, K y Hernández. p.20). “La recolección de la savia o como se dice en su argot “tapping the tree” consiste en hacer un corte en el “espádice” ó inflorescencia de la palmera, un espádice tiene miles de florecillas aunque solo de 10 a 15 de ellas desarrollarán un coco”. De acuerdo a estudios realizados por la Autoridad Cocotera de Filipinas, han demostrado que cortando solo a la mitad el espádice o inflorescencia se recoge suficiente savia sin interferir en la producción de los frutos del coco. Con un manejo apropiado, en realidad, se puede tener dos productos de una sola inflorescencia, azúcar y cocos. Una vez que la inflorescencia se ha cortado, la savia o sirope empieza a fluir por el corte y es recogido tradicionalmente en contenedores hechos de bambú de unos 10 cm de diámetro y 40 cm de largo en donde se recoge la savia durante un periodo de unos 30 a 40 días. La cantidad de savia puede variar dependiendo de la edad de la palmera, su localización, variedad y otras condiciones naturales y climatológicas. De media una sola palmera puede dar unos 288 litros al año y aunque puede dar savia durante todo el año, tradicionalmente se le da un periodo de descanso de entre 3 y 4 meses con algunos agricultores

dando a la palmera un año entero de descanso. Una vez recogida la cantidad suficiente de savia, se deposita en unos recipientes de gran tamaño y se somete sobre fuego moderado. La savia usada para este proceso debe ser sin fermentar y con un PH = 5,9 o mayor. Es muy importante usar savia fresca y recién recolectada ya que se puede fermentar con el tiempo y no estar en condiciones óptimas para su procesado en azúcar. La savia es 80% agua, 15% azúcar y 5% minerales así que el calor es usado para evaporar el agua. Al calentarse el agua se va evaporando y la savia va cambiando de color y de ser un líquido translúcido se convierte en una sustancia densa y marrón oscuro tipo sirope que al seguir deshidratándose se convierte en el azúcar cristalizado que conocemos como Azúcar de Coco.

“El Azúcar de Coco es considerado uno de los mejores endulzantes naturales, sin añadidos químicos ni aditivos, las mismas plantaciones y palmeras cocoteras no conocen casi ninguna enfermedad y no requiere de ningún pesticida o químico ya que crece naturalmente y abundantemente en cualquier parte de las áreas tropicales de nuestro planeta” (Bara, K y Hernández. p.20).

#### ***1.6.4. Beneficios del azúcar de palma de coco***

(Pérez, M y Vela, R. 1997. P.1) señala los siguientes beneficios del azúcar de coco:

- Apto para diabéticos (aunque sin abusar de su consumo)
- Bajo nivel glucémico, lo que controla los niveles de azúcar en sangre
- Fomenta el crecimiento de los huesos gracias a su aporte de fósforo y calcio
- Fomenta el crecimiento de los músculos gracias al potasio que contiene
- Mantiene el sistema nervioso en estado de calma
- Reduce la hipertensión
- Favorece el flujo sanguíneo

El azúcar de coco también contiene algunos ácidos grasos de cadena corta, polifenoles y antioxidantes que aportan beneficios a nuestra salud. Incluso contiene pequeñas cantidades de aminoácidos como el ácido glutámico, un aminoácido precursor de la glutamina que las células intestinales pueden utilizar como fuente de energía. Finalmente, tiene cantidades modestas de un tipo de fibra, llamada inulina, que puede tener efecto prebiótico, alimentar el microbiota intestinal y además nos puede ayudar a regular los niveles de azúcar en sangre (el efecto de la inulina se ha comprobado con diabéticos (Garrido, M. 2020. p.4).

#### ***1.6.5. El azúcar de coco es de bajo índice glucémico***

Según otros estudios referenciados por los investigadores del azúcar de coco del gobierno de Filipinas, los alimentos que tienen un índice glicémico bajo contribuyen a reducir los niveles de glucosa en sangre después de comer. De esta manera se mejora la respuesta de la insulina (la

hormona secretada por el páncreas que regula los niveles de azúcar) y esto provoca una mejor regulación tanto de los azúcares como de las grasas en la sangre.

En cambio, otros edulcorantes de uso habitual tienen un índice glicémico más elevado. Por ejemplo, el azúcar de mesa lo tiene situado en 68 y la media de las diferentes mieles es de 55. En general, se desaconsejan los alimentos que aumentan mucho la glucemia porque a la larga pueden provocar problemas de diabetes, sobrepeso, etc. Y a la corta alteran el sistema hormonal e inmunitario (Garrido, M. 2020. p.4).

### **1.7. Aplicaciones del azúcar de palma de coco**

Para (Gottauo, G.2019. p.4.) el azúcar de coco como dijimos es un sustituto al azúcar de mesa de toda la vida, por lo tanto, podemos utilizarlo para endulzar preparaciones varias como, por ejemplo: verduras caramelizadas o magdalenas integrales en reemplazo de azúcar de caña moreno.

Por supuesto, no debemos olvidar que el azúcar de coco si bien es más nutritivo y con menos azúcar que el azúcar blanco, posee igualmente azúcares libres que deberían reducirse en la dieta habitual, por lo que, recomendamos su uso en cantidades limitadas, para no superar el 10% de las calorías diarias en forma de azúcar como sugiere la OMS.

### **1.8. El azúcar de mesa vs el azúcar de coco**

La gran diferencia entre el azúcar de coco y el azúcar blanco de mesa es que este último no contiene ningún tipo de nutriente, son calorías vacías. En cambio, el azúcar de coco contiene más nutrientes que otros endulzantes considerados “saludables” como el jarabe de agave, el azúcar integral o incluso la miel. No obstante, mucho antes del comienzo de esta encrucijada ya podíamos ver algunas opciones alternativas para endulzar nuestras elaboraciones. Desde hace unos años la oferta se ha multiplicado, siendo el azúcar de coco uno de los últimos en hacer su aparición estelar. “Conocido también como azúcar de palma de coco o azúcar de flor de coco, se usa principalmente en el sudeste asiático, donde pone la nota dulce a innumerables recetas. Por ejemplo, en Indonesia, donde recibe el nombre de 'gula jawa', se utiliza para hacer el kecap manis, una salsa de soja dulce; mientras que en Kerala lo incluyen en la elaboración del café” (Pérez, M y Vela, R. 1997. P.1).

### **1.9. Investigaciones con el azúcar de palma de coco**

De acuerdo a la Organización Ecológica Mundo Arcoíris “La palmera cocotera es un árbol maravilloso y se le conocen miles de usos, (ciertamente en lenguaje malayo se le llama “pokok seribu guna”, el árbol de los mil usos) y es conocido como el árbol de la vida en muchas partes del sureste tropical. Nadie sabe cuándo y cómo se descubrió éste maravilloso azúcar aunque hay registros de su uso de más de 5000 años, de nuevo se descubre otro Súper Alimento que no tiene nada de nuevo en la historia humana sino que ha sido consumido por las culturas adyacentes desde tiempos inmemoriales.”

El Azúcar de Coco tiene una gran variedad, cantidad y concentración de minerales siendo rico en potasio, magnesio, zinc y hierro, además de vitaminas C, B1, B2, B3 y B6. Cuando se le compara al azúcar moreno, el Azúcar de Coco contiene el doble de hierro, 4 veces magnesio y 10 veces la cantidad de zinc. Es también rico en otros minerales y enzimas que ayudan en la lenta absorción hacia el torrente sanguíneo. El Instituto Filipino para la Investigación sobre Nutrición y Alimentación creó el siguiente informe nutricional con los valores nutritivos encontrados en el azúcar de coco y la comparativa con otros endulzantes tradicionales.

### **1.10. Problemas de salud al consumir en exceso el azúcar**

Hace tiempo los nutricionistas y distintos organismos le han declarado la guerra al uso excesivo del azúcar. La razón estriba en que, además de no aportar nutrientes esenciales, el consumo excesivo acarrea consecuencias negativas para nuestra salud como, por ejemplo, el aumento del riesgo de padecer diabetes, caries, ansiedad, hambre, obesidad e incluso adicción.

Sin ir más lejos, la Organización Mundial de la Salud insta a reducir el consumo de azúcar libre es decir, el que agregamos a los alimentos a tasas inferiores al 5% de la ingesta calórica total o, lo que es lo mismo, unos 25 gramos diarios. Sin embargo, el problema real reside en la cantidad de azúcar añadida que contienen algunos de los productos que incluimos en la cesta de la compra habitualmente, de la que muchas veces el consumidor no es consciente y que conlleva que, al final del día, hayamos pasado con creces los niveles adecuados de azúcar (Varela, G et al. p.16).

### **1.11. Bebida funcional**

#### ***1.11.1. Historia de los alimentos funcionales***

El registro de la existencia de alimentos funcionales comenzó tan temprano como en el año 1000 a a.c., en China. En Asia (Hemisferio Oriental).

Hasta los primeros años de la década de los 1980, los estudios de Nutrición se enfocaron principalmente en las enfermedades por déficit de nutrientes, mientras que desde entonces estos estudios se han dirigido más hacia el potencial preventivo de ciertos alimentos o, más frecuentemente, de ciertos tipos de dietas. Es el aspecto preventivo de la Nutrición lo que dio nacimiento al concepto de alimentos funcionales (SENC, 2005).

En Europa, el abordaje científico de la alimentación funcional tiene su punto de partida más destacable en un grupo de trabajo promovido y coordinado por la Sección Europea del International Life Sciences Institute (ILSI) y patrocinado por la Comisión Europea como Acción Concertada dentro del 4º Programa Marco de Investigación. “El proyecto se tituló Functional Food Science in Europe (acrónimo FUFLOSE) y propuso una serie de conceptos y definiciones de consenso con el fin de proporcionar bases y fundamentos apropiados para el futuro desarrollo científico de la alimentación funcional” (FECYT, 2005). En España, se comercializan actualmente alrededor de 200 tipos de alimentos funcionales, como por ejemplo:

zumos a los que se les ha añadido vitaminas, minerales, fibra, entre otros, cereales con fibra y minerales, o leches enriquecidas con calcio, ácidos grasos omega-3, ácido oleico o vitaminas (Mataix et al., 2004).

### ***1.11.2. Definición de las Bebidas Funcionales***

(Andrade, A. 2019. P15.), indica que las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen beneficio para la salud y el autocuidado; pueden ser funcionales naturalmente o pueden adicionarse Nutracéuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, probióticos, Carnitina, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto. Son bebidas sin alcohol, que contienen en su formulación uno o más ingredientes funcionales que mejoran el estado de salud y reduce el riesgo de enfermedades.

Otra definición nos indica que los alimentos funcionales son productos alimentarios, naturales o elaborados, que incorporan en el interior de un alimento habitual un ingrediente que proporciona un beneficio médico o fisiológico específico, más allá del efecto puramente nutritivo (Kezada, K. 2014. P.6).

Un alimento funcional puede estar destinado a toda la población o a grupos determinados, que se pueden definir, por ejemplo, según su edad o su constitución genética. También se consideran alimentos funcionales aquellos que, aparte de aportar nutrientes, han demostrado científicamente que afectan beneficiosamente a una o varias funciones del organismo, de manera que proporcionan un mejor estado de salud y bienestar (Andrade, A. 2019. P15.).

(Juárez, C.2008.p 3-7), indica que la necesidad para lograr una buena condición física y un estado de bienestar mental son los factores principales que han fomentado la elaboración de estos productos, hacia la industria de las bebidas funcionales. El consumidor educado de hoy espera más de las bebidas funcionales. A parte de ser de agradable sabor y quitando la sed busca obtener de ellas reales y notables beneficios para la salud.

### **1.12. Características de un alimento funcional**

- Deben presentarse en forma de alimentos de consumo cotidiano.
- Su consumo no produce efectos nocivos.
- Cuenta con propiedades nutritivas y beneficiosas para el organismo.
- Disminuye y/o previene el riesgo de contraer enfermedades, además de mejorar el estado de salud del individuo.
- Deben poder demostrarse sus efectos beneficiosos dentro de las cantidades que normalmente se consumen en la dieta.
- Los efectos de un alimento funcional se observan cuando el alimento se consume de forma habitual dentro de una dieta equilibrada (Juárez, C.2008.p 3-7).

### **1.12.1. Tipos de alimentos funcionales**

La oferta de nuevos alimentos que reportan algún beneficio para la salud aparece por primera vez en la década de los años 60's. Desde entonces surge en el mercado un nuevo tipo de alimentos diseñados para ser incluidos en dietas muy estrictas exentas de gluten, bajas en sodio, pobres en calorías, etc., (Morales, A.1999. p.25). Además, estos alimentos comienzan a recibir nombres tan variados que surge la necesidad de uniformar. Los términos más empleados son:

- **Alimento funcional:** Cualquier alimento en forma natural o procesada, que además de sus componentes nutritivos contiene componentes adicionales que favorecen a la salud, la capacidad física y el estado mental de una persona.
- **Producto Nutraceutico:** El concepto de alimento nutraceutico ha sido recientemente reconocido como "aquel suplemento dietético que proporciona una forma concentrada de un agente presumiblemente bioactivo de un alimento, presentado en una matriz no alimenticia y utilizado para, incrementar la salud en dosis que exceden aquellas que pudieran ser obtenidas del alimento normal"
- **Alimentos diseñado:** Alimento procesado, que es suplementado con ingredientes naturales ricos en sustancias capaces de prevenir enfermedades. Este término se utiliza frecuentemente como sinónimo de alimento funcional.
- **Productos fitoquímicos:** Sustancias que se encuentran en verduras y frutas, que pueden ser ingeridas diariamente con la dieta en cantidades de gramos y muestran un potencial capaz de modular el metabolismo humano. Ya que los alimentos funcionales generalmente son de origen vegetal, se utilizaban indistintamente ambos términos, sin embargo, actualmente se consideran como alimentos funcionales también a los microorganismos probióticos y en este concepto no estarían incluidos.

### **1.12.2. Bebidas funcionales a base de lactosuero**

Muchos consumidores están alejándose de las bebidas tradicionales, por lo que se están dando a la tarea de buscar productos con beneficios para la salud junto con ingredientes naturales, excelente sabor. Esto está creando una nueva demanda de bebidas funcionales innovadoras, además de tener un bajo costo de producción, excelente grado de calidad alimenticia y las bebidas de jugo enriquecidas con proteínas representan una oportunidad en el sector

(Contexto Ganadero. 2021. pp.1-4), indica que con este subproducto, se pueden elaborar bebidas funcionales o refrescantes que contienen hasta un 90 % de lactosuero y otros ingredientes como saborizantes, azúcares, colorantes y zumos de frutas, entre otros. Existen dos tipos de bebidas: las no fermentadas y las fermentadas. De acuerdo con la legislación vigente de cada país, es posible obtener una gran variedad de este tipo de bebidas a partir de diferentes formulaciones y procesos tecnológicos, siendo los más utilizados la pasteurización y la fermentación. El tratamiento térmico



garantiza la inocuidad microbiológica del producto y prolonga su vida útil, mientras que la fermentación produce cambios favorables respecto a sus características sensoriales, propiedades funcionales y valor nutricional.

Los procedimientos básicos para la elaboración de bebidas fermentadas y no fermentadas, se describen a continuación de manera general, a modo de ejemplo.

### **1.13. Bebidas no fermentadas**

Están compuestas principalmente por suero líquido, jugos o pulpa de frutas. El sabor del suero de quesería, especialmente el ácido, es más compatible con el jugo de frutas como naranja, limón, maracuyá, piña, entre muchas otras, o mezclas de estos. Adicionalmente, es posible desarrollar bebidas que contengan cacao y cereales, así como jugos vegetales de zanahoria, tomate y remolacha.

Este tipo de bebidas generalmente cumplen un rol similar al de los jugos de frutas, pero su contenido adicional de proteína, carbohidratos, vitaminas y minerales genera una imagen positiva en el consumidor por su valor nutricional. Además, atendiendo las exigencias de los nuevos consumidores, se fortifican con fibra, minerales como el hierro y otros metabolitos.

El pH en este tipo de bebidas puede variar entre 3 y 6,5 dependiendo de las diferentes combinaciones entre tipo de suero (dulce o ácido), sabor de jugo, concentrado o pulpa utilizados (cítrico o no), así como también del uso o no de acidulantes.

Este tipo de productos, con una vida útil aproximada de 30 días, debe mantenerse y comercializarse en condiciones de refrigeración, a menos que el producto haya sido esterilizado. El uso de suero líquido concentrado se utiliza en bebidas con altos contenidos de proteína, minerales y vitaminas, y mediante la hidrólisis enzimática de la lactosa, se logran productos deslactosados destinados a la población intolerante. (Contexto Ganadero. 2021. pp.1-4),

### **1.14. Bebidas fermentadas**

El alto contenido de lactosa del suero junto a otros nutrientes lo convierten en una materia prima con gran potencial para el desarrollo de productos fermentados. El proceso productivo para obtener esta aplicación es similar al de elaboración de un yogur batido convencional.

También se parece al de la bebida no fermentada, pero incluye una etapa de fermentación que comprende transformación de la lactosa en ácido láctico por acción de cultivos específicos. Generalmente se utilizan bacterias ácido-lácticas (LAB, por sus siglas en inglés) solas o en combinación, principalmente de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*.

Además de acidificar la bebida, estas bacterias pueden hidrolizar las proteínas de la leche produciendo péptidos bioactivos, y algunas de ellas pueden degradar la  $\beta$ -lactoglobulina, una de las principales proteínas del suero y el mayor alérgeno de la leche. (Lea: Entérese de estas opciones tecnológicas para aprovechar el suero de quesería)

Varias cepas de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son consideradas como microorganismos probióticos. Cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren beneficios en la salud del huésped por el aumento del balance de microorganismos en la flora intestinal y en las defensas contra microorganismos patógenos (Contexto Ganadero. 2021. pp.1-4),

#### **1.15. Estudios realizados de la obtención de bebidas Funcionales a base de lactosuero**

(Contexto Ganadero. 2021. pp.1-4), elaboró una bebida fermentada inoculada con *Lactobacillus casei* usando suero de queso fresco, con el fin de dar una utilización óptima al suero producido en quesería e incrementar los efectos benéficos de este producto para el consumidor, por lo que en los cuadros 5 y 6, se reportan la caracterización de las materias primas empleadas y del producto obtenido, respectivamente; determinando que la composición físico – química de la bebida, almacenada a 4°C, no tuvo una variación significativa durante el período de 21 días de conservación, concluyendo que la bebida desarrollada es una buena alternativa de uso del suero en la alimentación humana.

(Bacuilima, W.2021. p.2), desarrollo una bebida funcional saborizada de tipo proteica, el cual se realizó a partir de lactosuero con la adición de proteínas derivadas de la leche. Para la formulación de la bebida se aplicó un diseño experimental el mismo que consistió en variar las concentraciones de las proteínas utilizadas (caseinato de sodio y caseína) y de la sacarosa, generándose un total de 8 formulaciones. Se procedió a determinar la formulación de mayor aceptabilidad organoléptica mediante la utilización de un panel de degustación. En el proceso productivo de la bebida fue necesario aplicar al lactosuero operaciones de filtración, descremado, clarificación y pasteurización a fin de asegurar una adecuada condición de la materia. Se realizó análisis fisicoquímicos y microbiológicos tanto en el lactosuero como en la bebida producida conforme a sus respectivas normas con el objeto de garantizar una adecuada inocuidad alimentaria. Una vez elaborada la bebida, se llevó a cabo análisis de estabilidad organoléptica, fisicoquímica y microbiológica por un periodo de 35 días, con el propósito de determinar posibles variaciones en sus propiedades. Los resultados obtenidos de estos análisis permitieron estimar la vida útil del producto.

**Tabla 6-1:** Resultados de la medición de parámetros fisicoquímicos en el MILKOTESTER para el lactosuero.

| Parámetro                       | Unidad | Norma INEN 2594 |     | Lactosuero |             |              |
|---------------------------------|--------|-----------------|-----|------------|-------------|--------------|
|                                 |        | MIN             | MAX | Entero     | Descremad o | Clarificad o |
| Materia Grasa                   | %m/m   |                 | 0,3 | 0          | 0           | 0            |
| Sólidos no grasos               |        |                 |     | 5,54       | 5,45        | 5,63         |
| Punto de congelación<br>(20 °C) | °C     |                 |     | -0,332     | -0,324      | -0,329       |
| Proteína                        | % m/m  | 0,8             |     | 2,0        | 1,9         | 2,0          |
| Lactosa                         |        |                 | 5,0 | 3,0        | 3,0         | 3,0          |
| Sales                           |        |                 |     | 0,4        | 0,4         | 0,5          |
| Agua                            |        |                 |     | 33,2       | 34,7        | 34,6         |

Fuente: (Bacuilima, W.2021. pp.2-59)

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

**Tabla 7-1:** Resultados de los análisis de proteína y lactosa de la bebida.

| REQUISITOS NORMA |                 |        |                    |     |     |
|------------------|-----------------|--------|--------------------|-----|-----|
| Parámetro        | Método          | Unidad | NTE INEN 2609:2012 |     |     |
|                  |                 |        | Resultado          | Min | Max |
| Proteína         | AOAC<br>2001.11 | %      | 6,27               | 0,4 |     |
| Lactosa          | AOAC 984.15     | %      | 3,93               |     |     |

Fuente: (Bacuilima, W.2021. p.2)

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

### 1.1 Calidad Microbiológica

(Torres, J.2021.p 48) señalan que, según la División Central de Alimentos del Ministerio de Salud Pública, de Honduras, las bebidas no carbonatadas no deben contener microorganismos patógenos, ni sobrepasar los límites establecidos en el cuadro 8-1.

**Tabla 8-1:** Niveles microbiológicos permitidos en bebidas.

| <b>Microorganismo</b> | <b>(UFC/ml)</b> |
|-----------------------|-----------------|
| Mesófilos aerobios    | 400             |
| Coliformes totales    | 100             |
| Mohos y levaduras     | 100             |

**Fuente:** (Torres, J.2021.p 48)

**Realizado por:** Arcos, Viviana.2023

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, que se encuentra ubicado en la Panamericana sur, KM. 1½, de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. Los análisis se realizaron en los Laboratorios de Nutrición Animal y Bromatología, Procesamiento de Alimentos y Microbiología. La investigación tuvo una duración de 90 días aproximadamente.

#### 2.2. Unidades experimentales

En la bebida funcional de lactosuero endulzada con azúcar de palma de coco se emplearon 6 repeticiones por tratamiento, dando 24 unidades experimentales, con un tamaño de 1L de bebida de cada una.

#### 2.3. Materiales, equipos e insumos

##### 2.3.1. *Materia prima*

- Lactosuero
- Azúcar de palma de coco
- Estabilizante (CMC)
- Saborizantes
- Azúcar común

##### 2.3.2. *Equipos*

- Olla doble fondo de acero inoxidable
- Caldero
- Banco de hielo
- Tanque de frío
- Pasteurizador
- Homogenizador
- Balanza de precisión digital
- Cámara frigorífica
- Licuadora
- Acidómetro
- Termómetro
- Bidones de acero inoxidable (40 L)
- Mesa

### ***2.3.3. Materiales para la elaboración y control de calidad de la bebida de lactosuero***

- Equipo de protección personal (cofia, mascarilla, guantes, mandil, botas)
- Agitador de acero inoxidable
- Tamiz
- Recipiente
- Probetas de 250 ml
- Pipetas
- Vaso de precipitación de 50 y 100 ml
- Baldes de plástico
- Gavetas de plástico
- Vitrina frigorífica
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Libreta de anotaciones
- Esféro
- Detergentes y desinfectantes

### ***2.3.4. Análisis Físico-químico y bromatológicos***

- Equipo para determinación de proteína
- Equipo para determinación de grasa
- Crisoles
- Estufa
- Mufla
- Pinzas
- Bureta
- Probeta
- Balanza analítica
- Titulador de acidez
- Reactivos

### ***2.3.5 Análisis microbiológico***

- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Placas Petrifilm

- Autoclave
- Balanza analítica
- Estufa
- Cuenta colonias
- Agua destilada
- Agitador magnético

### 2.3.6. Instalaciones

- Laboratorios de Nutrición Animal y Bromatología
- Laboratorio de Procesamiento de Alimentos y Microbiología.

## 2.4. Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó diferentes niveles de azúcar de palma de coco (5, 10 y 15 %) como edulcorante natural en la bebida funcional con lactosuero, frente a un testigo (0%), con seis repeticiones por tratamiento como se reporta en la tabla 9-2 que corresponde al esquema del experimento, siendo así que las unidades experimentales se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) y que para su análisis se utilizó el siguiente modelo aditivo:

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos

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

**Tabla 9-2:** Esquema del experimento

| Niveles de azúcar de palma de coco (%) | Código | Número de Repeticiones | T.U.E* (L) | Total/Tratamiento |
|--|--------|------------------------|------------|-------------------|
| 0                                      | T0     | 6                      | 1          | 6                 |
| 5                                      | T1     | 6                      | 1          | 6                 |
| 10                                     | T2     | 6                      | 1          | 6                 |
| 15                                     | T3     | 6                      | 1          | 6                 |
| Total, Bebida, litros                  |        |                        |            | <b>24</b>         |

\*T.U. E: Tamaño de la Unidad Experimental, 1 L de bebida

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023

## 2.5. Mediciones experimentales

Las mediciones experimentales que se consideraron en esta investigación fueron:

### **2.5.1. Análisis Físico-Químico**

- pH
- Sólidos totales %
- Acidez titulable %
- Lactosa %
- Proteína %
- Ceniza %
- Grasa %
- Vitaminas % (Ácido ascórbico C)
- Minerales % (Hierro y calcio)
- Fibra %

### **2.5.2. Análisis Microbiológicos**

- *Coliformes fecales y totales, UFC/ml*
- *Mohos, levaduras UFC/ml*

### **2.5.3. Análisis Sensorial**

- Dulzor
- Color
- Olor

### **2.5.4. Vida útil**

- Valoración microbiológica a los 7, 14 y 21 días.

### **2.5.5. Análisis Económico**

- Costo de producción (dólares/L)
- Beneficio/Costo

## **2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia**

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Prueba de Tukey del nivel de  $P < 0,05$
- Estadística descriptiva para los análisis microbiológicos.
- Análisis de la regresión en función de los niveles de azúcar de coco.
- Método de evaluación sensorial utilizando la prueba Kruskal Wallis.

En la tabla 10-2, se observa el esquema del ADEVA



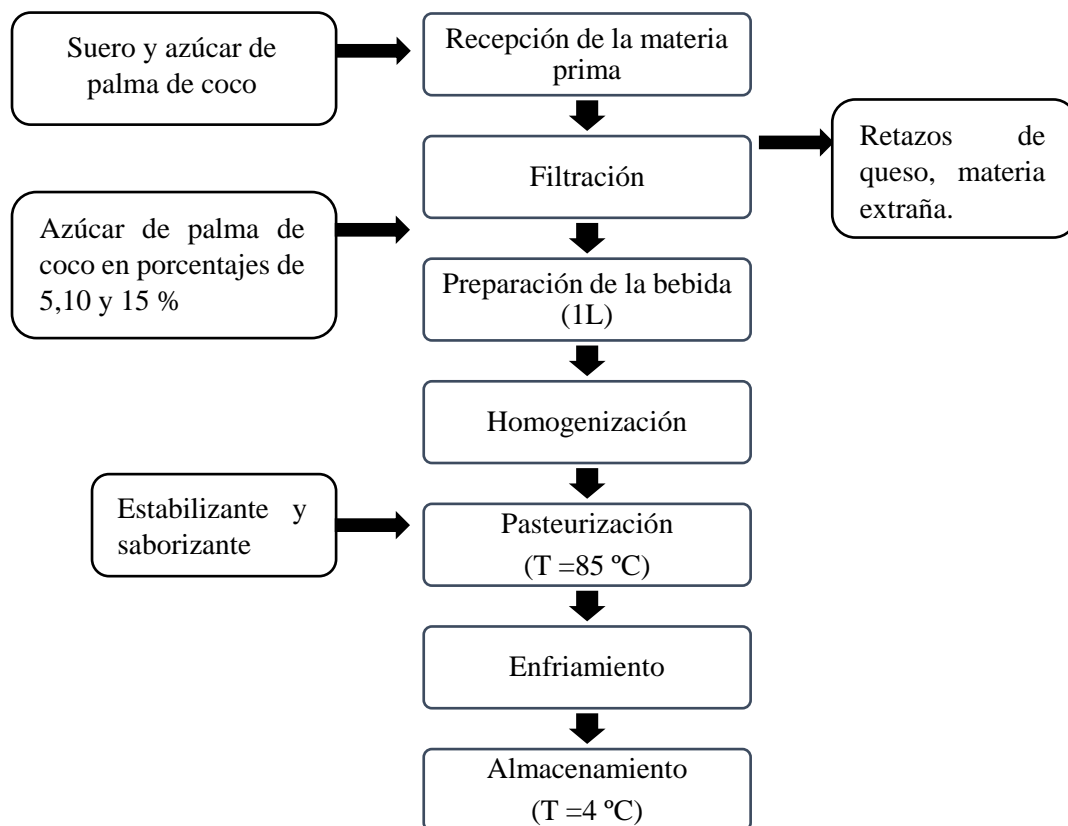
**Tabla 10-2: Esquema del ADEVA**

| Fuente de Variación | Grados de Libertad |
|---------------------|--------------------|
| Total               | 23                 |
| Tratamiento         | 3                  |
| Error experimental  | 20                 |

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023

## 2.7. Procedimiento experimental

En el gráfico 1-2, se puede observar el diagrama de flujo de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural.



**Gráfico 1-2:** Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida de lactosuero endulzada con azúcar de coco

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023

### 2.7.1 Procedimiento de la elaboración de la Bebida Funcional de lactosuero con azúcar de coco

**2.1.1.1 Recepción y recolección:** se realizó un análisis organoléptico de la materia prima, primer suero de la cuajada durante la elaboración del queso y azúcar de palma de coco.

2.1.1.2 *Filtración*: se utilizó tela de alpaca para eliminar las impurezas o materias extrañas presentes en las materias primas.

2.1.1.3 *Preparación de la bebida*: se realizó de acuerdo a la formulación establecida (adición del azúcar de coco en porcentajes de 5, 10 y 15 %, en reemplazo del azúcar de mesa).

2.1.1.4 *Homogenización*: esta operación se realizó en forma simultánea con el fin de obtener una bebida uniforme.

2.1.1.5 *Pasteurización*: se realizó en la olla doble fondo a una temperatura 85 °C durante un tiempo de 15 minutos.

2.1.1.6 *Enfriamiento*: fue a temperatura ambiente, posteriormente se adicionó el estabilizante (0.02%) y el saborizante (0.05%).

2.1.1.7 *Envasado*: se envaso la bebida en una botella de 1L, para luego conservar en refrigeración a 4°C.

Las formulaciones de los diferentes tratamientos se realizaron en base a 1L en cuanto a las materias primas, tabla 11-2; la adición de azúcar varió según la formulación desarrollada que se muestra a continuación, tabla 12-2.

**Tabla 11-2:** Formulaciones para la elaboración de la bebida funcional

| <b>Materia prima</b> | <b>Referencia</b> |
|----------------------|-------------------|
| Lactosuero           | 89,93%            |
| Azúcar común         | 10 %              |
| Estabilizante        | 0,02 %            |
| Saborizante          | 0,05 %            |
| Total                |                   |

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023

**Tabla 12-2:** Formulaciones con diferentes porcentajes de azúcar de palma de coco

| <b>Formulaciones</b> |          |           |            |            |
|----------------------|----------|-----------|------------|------------|
| <b>Materia Prima</b> | <b>0</b> | <b>5%</b> | <b>10%</b> | <b>15%</b> |
| Lactosuero           | 89,93 %  | 94,93 %   | 89,93 %    | 84,93 %    |
| Azúcar común         | 10 %     | -         | -          | -          |
| Azúcar de coco       | -        | 5 %       | 10 %       | 15 %       |
| Estabilizante        | 0,02 %   | 0,02 %    | 0,02 %     | 0,02 %     |
| Saborizante          | 0,05 %   | 0,05 %    | 0,05 %     | 0,05 %     |
| Total                | 100 %    | 100 %     | 100 %      | 100 %      |

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023

## 2.8. Metodología de la evaluación

### 2.8.1. Análisis físico-químicos

#### 2.8.1.1. Determinación de lactosa

- Colocar 25 ml de fehling I, y 25 ml de fehling II, 50 ml de agua. En vaso de precipitado de 600 ml.
- Cubrir con vidrio de reloj y hervir
- Verter 50 ml de la solución defecada – filtrada
- Retirar el vaso del fuego y lavar con agua
- Filtrar por embudo conectado al sistema de vacío
- Eliminar las trazas de cobre, lavarlos y pesarlos al embudo. Colocar en matraz
- Agregar 5 ml de ácido nítrico 1:1 a matraz Erlenmeyer 100 ml calentar
- Filtrar al vacío la disolución completa
- Lavar tres veces el embudo y colocarlo en el matraz
- Colocar la solución de nitrato de cobre hasta ebullición agregándole 1.5 g de urea
- Enfriar, agregar 10 ml de yoduro de potasio al 30 % y se titula con tiosulfato de sodio.

Cálculo:

Se convierte los ml de la solución de tiosulfato de sodio N/10 empleados en la titulación a mg de óxido de cobre.

$$\% \text{ lactosa} = \frac{M \cdot 10 \cdot 100}{p}$$

Dónde:

**M**= peso en gramos de la lactosa

**P**= peso en gramos de la muestra

**10**= parte del volumen tomado

### 2.8.1.2. Determinación de sólidos totales (Grados Brix)

- Para determinar los grados Brix se utilizó un refractómetro manual, antes de comenzar la medición se limpia y se seca cuidadosamente la tapa y el prisma del refractómetro.
- Con una cuchara pequeña agregar en el prisma una pequeña gota de muestra.
- Luego se observa a través del ocular del dispositivo para poder leer los grados Brix.
- Después de cada medición se limpia con agua destilada y se seca cuidadosamente el prisma y la tapa.
- Este procedimiento se repite en cada una de las muestras.

### 2.8.1.3. Determinación de acidez titulable

- Tomar con la pipeta 10ml de muestra y agregar en el Erlenmeyer.
- Agregar 3 gotas de Fenolftaleína.
- Enrasar la bureta con solución de hidróxido de sodio al 0.1 normal.
- Empezar a titular agitando la muestra constantemente cuando la muestra toma un color rosado, para la titulación debe mantenerse el color mínimo de diez segundos.
- La fórmula que se utilizará para determinar la acidez es la siguiente:

Cálculo:

$$\% \text{ acidez} = \frac{\text{Gasto} * \text{Normalidad} * \text{Factor}}{\text{ml de muestra}} \times 100$$

Dónde:

**Gasto**= cantidad de hidróxido de sodio gastado en ml

**Normalidad**= Normalidad de la solución NaOH (0,1)

**Factor** = Factor del Ácido Láctico (0,09)

**ml de muestra**= cantidad de muestra utilizada (10ml)

### 2.8.1.4. Determinación de pH

- Poner en un vaso precipitado 20ml de muestra.
- Determinar el pH de la muestra con un potenciómetro, también conocido como pHmetro digital.
- El electrodo del pHmetro se debe sumergir en cada muestra y el valor del pH se registra.
- Se realiza la lectura del pHmetro hasta que no cambie por lo menos un minuto el color.

- Después de cada medición para evitar que queden restos, se debe limpiar con agua destilada y secar cuidadosamente la punta del electrodo.
- Este procedimiento se repite en cada una de las muestras.

## 2.8.2. Análisis bromatológicos

### 2.5.1.5. Determinación del contenido de proteína

- Se pesó 2 g de muestra, 10 g de catalizador y 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado y se colocó en un tubo para digerir.
- Se digirió la muestra aproximadamente 3 horas, luego se enfrió por 1 hora.
- Se agregó 200 mL de agua destilada y se disolvió.
- Luego se procedió a colocar en un balón de Kjendahl.
- Antes de iniciar el proceso de destilación, se añadió 100 ml de ácido bórico al 2,5 % más 2 gotas de indicador en un vaso erlemeyer.
- Se colocó el vaso erlemeyer en el terminal del equipo de destilación de modo que el terminal quede inmerso en la solución bórica.
- Se adicionó 50 ml NaOH al balón de Kjendahl y se añadió 1 granalla de zinc e inmediatamente se colocó en el equipo de destilación, ajustando bien la parte inicial al balón Kjendahl.
- Luego se realizó la destilación hasta obtener un volumen aproximado de 200 ml.
- Finalmente se colocó 2 a 3 gotas de fenolftaleína en el contenido del vaso erlemeyer, se tituló con HCl 0,12664 N hasta lograr el cambio de color y se registró el volumen gastado.

Cálculo:

$$\% \text{ Proteína} = \frac{V \times N \times 0,014 \times f}{W} \times 100 \%$$

Dónde:

**V** = Volumen de HCl utilizado en la titulación.

**N** = Normalidad del HCl.

**0,014** = Equivalente-gramo del nitrógeno.

**W** = Peso de la muestra.

**F** = Factor proteico (6,38).

### 2.8.2.1 Determinación del contenido de grasa

Por el método Herbert (NTE INEN 12, 1973).

- Para la determinación del contenido de grasa se usó el butirómetro Gerber, en donde se vertió 10 cm<sup>3</sup>, exactamente medidos, de ácido sulfúrico en el butirómetro respectivo, cuidando de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro.

- Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada, y pipetear 10,94 cm<sup>3</sup> de leche, de tal manera que el borde inferior del menisco coincida con la línea de calibración de la pipeta después de limpiar con papel absorbente la parte exterior de su punta de descarga. Luego, sosteniendo la pipeta con su punta pegada al borde inferior del cuello del butirómetro, descargar cuidadosamente la leche en el mismo hasta que el menisco se detenga, dejar transcurrir 3 segundos y frotar la punta de la pipeta contra la base del cuello del butirómetro.
- Verter 1cm<sup>3</sup>, exactamente medido, de alcohol amílico en el butirómetro, cuidando de no humedecer con el alcohol el cuello del butirómetro, El alcohol amílico debe añadirse siempre después de la leche.
- Tapar herméticamente el cuello del butirómetro y agitar en una vitrina de protección, invirtiendo lentamente al butirómetro dos o tres veces durante la operación, hasta que no aparezcan partículas blancas.
- Inmediatamente después de la agitación, centrifugar el butirómetro con su tapa colocada hacia afuera. Si no hay un número suficiente de butirómetros para llenar completamente la centrífuga, colocarlos simétricamente, equilibrándolos con uno que contenga igual volumen de agua en caso de ser necesario. Una vez que la centrífuga alcanza la velocidad necesaria, continuar la centrifugación durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 5 min, a tal velocidad.
- Retirar el butirómetro de la centrífuga y colocarlo, con la tapa hacia abajo, en el baño de agua a 65° ± 2°C durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 10 min, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en el agua.

#### 2.8.2.2 *Determinación del contenido de cenizas*

- Se pesó 2 g de muestra en un crisol previamente tarado y deshumedecido.
- Se calcinó el crisol y su contenido, primero sobre una llama baja, evitando en lo posible la formación excesiva de hollín y luego en un horno de mufla a 550 °C por 4 horas, 3 horas prendido y 1 hora apagada.
- Luego se calcinó hasta obtener un peso constante, asegurarse que la ceniza sea de color blanca. Luego de los primeros 30 minutos de calcinación sacar el crisol dejar enfriar con el disgregador romper las partículas incineradas en forma uniforme y cuidadosamente introducir nuevamente el crisol en la mufla y completar la calcinación durante el tiempo antes mencionado. Observar que la temperatura en la mufla sea la constante.
- Finalmente se dejó enfriar en el desecador por 30 minutos y se pesó.

Cálculo:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{CC - C}{W} \times 100$$

Dónde:

CC = Peso del crisol más la ceniza

**C** = Peso del crisol vacío

**W** = Peso solo de la muestra

### 2.8.2.3 *Determinación del contenido de minerales (Calcio y Hierro)*

#### a) Calcio

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada y en el residuo proveniente de la determinación de pérdida por calentamiento según Norma INEN 540.
- Pesar, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 1 g de muestra y colocar en la cápsula de porcelana, previamente limpia y seca.
- Transferir la cápsula y contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante unos pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si la cápsula se introduce directamente en la mufla.
- Introducir la cápsula en la mufla a  $600^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón (esto se obtiene al cabo de 2 o 3 h).
- Sacar la cápsula (con las cenizas), dejar enfriar y añadir  $40\text{ cm}^3$  de ácido clorhídrico, unas gotas de ácido nítrico concentrado y hervir.
- Transferir al matraz volumétrico graduado de  $250\text{ cm}^3$ , enfriar y llevar a la marca. Mezclar y filtrar a través de un papel filtro seco.
- Transferir  $25\text{ cm}^3$  del líquido filtrado a un vaso de  $400\text{ cm}^3$ , diluir con agua hasta  $100\text{ cm}^3$  y añadir dos gotas de la solución alcohólica rojo de metilo. Si la solución toma un tinte anaranjado, añadir gotas de la solución de ácido clorhídrico, de modo que el color de la solución adquiriera un tinte rosado.
- Agregar agua hasta obtener un volumen de  $150\text{ cm}^3$ , hervir a ebullición y lentamente añadir con agitación constante  $10\text{ cm}$  de la solución caliente de oxalato de amonio. Si el color rosado de la solución cambia a amarillo o anaranjado, deben añadirse nuevamente unas gotas pequeñas de ácido clorhídrico hasta obtener nuevamente el color rosado. Dejar en reposo durante toda la noche para sedimentar el precipitado.
- Filtrar la solución 6,8 a través de un papel filtro y lavar el precipitado con la solución de hidróxido de amonio al 2%.
- Transferir el papel filtro y el precipitado a un vaso de precipitación, y agregar una mezcla de  $125\text{ cm}$  de agua y  $5\text{ cm}$  de ácido sulfúrico concentrado.
- Calentar hasta una temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  y titular en caliente con la solución estándar de permanganato de potasio.
- El punto final de la titulación está indicado por la aparición de un ligero color rosado.
- Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de 6.3 para cada determinación o serie de determinaciones.

Cálculo:

$$Ca = \frac{2\,000\,VN}{m(100 - P)}$$

Dónde:

**Ca**= contenido de calcio, en alimentos.

**V**= volumen de la solución de permanganato de potasio empleado, en cm<sup>3</sup>

**N**= normalidad de la solución de permanganato de potasio.

**m**= masa de la muestra, ml

**P**= pérdida por calentamiento.

b) Hierro

- Preparamos el diluyente con ácido clorhídrico y ácido nítrico al 4 %, adicionamos en un balón de 500 ml, previamente con agua destilada o des ionizada aforando inmediatamente.
- Luego se prepara la curva de calibración para ello se utiliza un estándar de 1000 ppm de hierro, las cuales vamos enumerar de 1 hasta 5 ppm. Aforamos en un balón de 25 ml, 1.62 ml del patrón de hierro junto con el diluyente denominado stock.
- Preparamos los 5 estándares en balones de 25 ml, colocamos con una pipeta 5 ml de la muestra stock ya antes preparada y aforamos con el diluyente y agitamos cada uno.
- Una vez ya terminada la curva de calibración, preparamos la muestra medimos 20 ml de la bebida en un vaso de precipitación de 50 ml y le colocamos 10 ml de diluyente junto con 5 gotas de peróxido al 30 % y lo llevamos a calentar en la estufa para que se digiera la solución a una temperatura de 80 a 90 °C, dándonos una disolución transparente color amarillo, si en caso no se digiere correctamente podemos agregar más gotas de peróxido o diluyente.
- Seguidamente transferimos la disolución digerida y enjuagamos con un poco de diluyente en el vaso de precipitación y colocamos en un balón de 25 ml haciendo varios lavados ya que es una transferencia cuantitativa mientras más lavados se eliminan todo, acabamos de aforar y agitamos con el diluyente y ya tenemos nuestra muestra preparada.
- Preparamos una última disolución, utilizando 1.25 ml de la anterior muestra en un balón de 25 ml, aforamos con el diluyente y agitamos.
- Finalmente tenemos nuestros cinco estándares más la muestra y llevamos analizar en el equipo espectrofotómetro de absorción atómica unas ves encendidas la máquina y equilibrada correctamente, realizamos la lectura del hierro.



#### 2.8.2.4 *Determinación del contenido de vitamina C*

- Fue determinado por el método de titulación, descrito por Germer et al. (2017).
- Se pesó 10 ML de la bebida de lacto suero luego se colocó en un vaso de precipitado y se agregó 100 ml de agua destilada.
- Posteriormente se homogenizó y se filtró la solución, después se separó 10 ml de la muestra preparada y se colocó en un matraz Erlenmeyer con 15 ml de agua destilada, 0,25 ml de HCL 15% y 0,25 ml de almidón 1% que actuó como indicador.
- Se llenó la bureta con 15 ml de la disolución de yodo y se pasó a titular lentamente y agitando la disolución que contiene el Erlenmeyer, hasta que viró a azul (método de titulación).

Cálculo:

$$VC = U \text{ titulante} * (0.01M/20ML) * (176.12g/1mol) * (1L/100ml) * 100\%$$

$$VC = U \text{ titulante} * 0,0005 * 176,12 * 0,01 * 100\%$$

#### 2.8.2.5 *Determinación del contenido de fibra*

- Se pesó de 1 a 2 g de muestra desengrasada y se colocó en el vaso de Berzellius más 250 mL de ácido sulfúrico al 1,25 %.
- Se colocó el vaso en el equipo y ajustar al condensador, subir la parrilla y calentar hasta ebullición.
- Luego se procede a hervir suavemente durante 30 minutos, enfriar y filtrar. El filtrado se desecha y el residuo se lo reutiliza.
- Lavar el vaso y el residuo con 250 mL de agua destilada caliente.
- Trasvasar el residuo al vaso de Berzellius y añadir 250 mL de hidróxido de sodio al 1,25 %.
- Colocar el vaso en el equipo y ajustar al condensador, subir la parrilla y calentar hasta ebullición.
- Hervir suavemente durante 30 minutos, enfriar y filtrar el contenido por crisol conteniendo una capa de lana de vidrio y previamente tarado.
- Lavar el vaso y el residuo con 250 mL de agua destilada caliente.
- Lavar con 15 mL de hexano o etanol.
- Se colocó el crisol en la estufa a 105 °C durante toda la noche, luego enfriar en el desecador y pesar.
- Se colocó el crisol en la mufla a 550 °C por media hora, luego enfriar en el desecador y pesar.

Cálculo:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{W2 - W3}{W1} \times 100$$

Dónde:

**W2** = Peso del crisol más el residuo desecado en la estufa

**W3** = Peso del crisol más las cenizas después de la incineración en mufla

**W1** = Peso de la muestra desengrasada

### **2.8.3 Análisis microbiológicos**

#### **2.8.3.1 Siembra de bacterias**

- Se esterilizó todos los materiales a utilizar en la autoclave a 121 °C por 15 minutos.
- Se pesó 1 g de muestra de cada tratamiento.
- Se preparó una solución mezclando 1 g de muestra en 9 mL de agua destilada.
- Luego se mezcló dicha solución en el agitador magnético durante 3 minutos.
- Se realizó una dilución  $10^{-2}$  es decir 2 tubos de ensayo con 9 mL de agua cada uno por tratamiento.
- Posteriormente se colocó 1 mL de muestra en el centro de las placas pretrifilm de *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*.
- Se dejó caer la película superior sobre la muestra, cuidando que no se forme burbujas.
- Se incubó las placas en la estufa a 37 °C por 48 horas.
- Finalmente se realizó el conteo mediante la utilización de una cuenta colonias (UFC/g).

#### **2.8.3.2 Identificación de bacterias**

- Observar si existe crecimiento.
- Observar la forma, tamaño, color de las colonias.
- Verificar las características de las colonias.

### **2.8.4. Análisis Sensorial**

En el análisis sensorial se realizó utilizando la prueba de escala hedónica, donde el panel estaba conformado por 20 personas adultas no capacitados. En el cual se asignó a cada atributo a analizar un valor de 5 puntos, siendo el valor máximo de 15 puntos totales para la mejor muestra. La calificación se basó en el grado de satisfacción.

En la tabla 13-2, se expresa los parámetros que se evaluaron.

**Tabla 13-2:** Esquema de evaluación

| Puntaje | Nivel de agrado |
|---------|-----------------|
| 5       | excelente       |
| 4       | muy bueno       |
| 3       | bueno           |
| 2       | regular         |
| 1       | malo            |

---

Realizado por: Arcos Viviana, 2022

### **2.8.5. Análisis económico**

Los costos de producción en la elaboración de la bebida de lactosuero endulzada con azúcar de coco se determinaron sumando todos los gastos generados en cada uno de los tratamientos.

La relación Beneficio/Costo sirve para comparar el valor actual de los ingresos de un proyecto con los costos que se generan por el mismo. La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos totales}}$$

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. Análisis físico-químicos

Los resultados obtenidos del análisis físico-químico de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural se muestran en la tabla 14-3.

**Tabla 14-3:** Análisis físico-químicos de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de coco como edulcorante natural.

| Parámetros           | Niveles de azúcar de coco |        |        |        | EE.  | Pro.   | CV    |
|----------------------|---------------------------|--------|--------|--------|------|--------|-------|
|                      | 0%                        | 5%     | 10%    | 15%    |      |        |       |
| Lactosa (%)          | 4,06a                     | 4,08a  | 4,08a  | 4,05a  | 0,31 | 0,9999 | 18,67 |
| Sólidos totales (%)  | 8,18d                     | 12,95c | 15,08b | 19,60a | 0,12 | 0,0001 | 2,17  |
| Acidez titulable (%) | 0,44a                     | 0,43ab | 0,40bc | 0,37c  | 0,01 | 0,0007 | 6,28  |
| pH                   | 4,97c                     | 5,08c  | 5,75b  | 6,23a  | 0,11 | 0,0001 | 4,79  |

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023.

EE: Error estándar

Prob. >0,05: No existen diferencias significativas

Prob. <0,05: Existen diferencia significativas

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

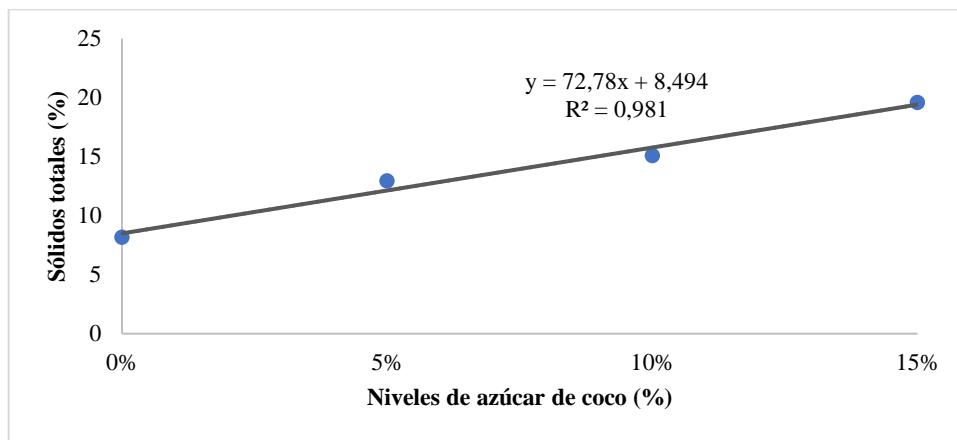
#### 3.1.1. Contenido de Lactosa

Como se puede observar en la tabla 10-3, los valores obtenidos para de lactosa no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), ya que en la bebida funcional se obtuvo valores entre 4.05 y 4.08 %, que corresponden al utilizar al 15,10 y 5% por efecto de los niveles de azúcar de coco, por lo que el contenido de lactosa no afecto en la bebida funcional de lactosuero, según la (NTE INEN 2594:2011. p. 2) establece como máximo 5 % de contenido de lactosa, al comparar con los valores obtenidos, se puede evidenciar que no supera a lo señalado.

#### 3.1.2. Contenido de Sólidos Totales

Los valores obtenidos de sólidos totales, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde la bebida mejor valorada es la elaborada con el nivel al 15% de azúcar de coco, presentando un valor alto de sólidos totales de 19,6 y 8.18 % el valor más bajo que corresponde al 0% ; esto se debe a que la bebida a pesar de contener un porcentaje bajo de suero lácteo presenta mayor cantidad de azúcar de coco, el mismo que contiene altos valores de sólidos totales, en comparación a las demás bebidas estos reportaron niveles bajos en sólidos totales. Según (Garrido, et al., 2022. p.288) en su estudio de azúcar de coco una alternativa como sustituto de azúcares, reporta un valor de sólidos totales de 20, 73%, lo que quiere decir que, mientras mayor sea el porcentaje de azúcar de coco empleado en la bebida, mayor será la cantidad de sólidos que contenga el

producto final. Por su parte (Pandey, S. & Poonia, A., 2020. p.36) realizó una barra con azúcar de coco, donde el contenido de sólidos totales fue alto y menciona que los sólidos totales están significativamente ( $P < 0.05$ ) influenciados por la adición de azúcar de coco debido a su contenido de minerales y fibra. (Garrido, et al., 2022. p.287) manifiesta que el azúcar de coco posee un índice glucémico un poco más bajo, lo que lo convierte en una de las opciones más viables para los diabéticos. Además, es rico en antioxidantes que ayudan a combatir el envejecimiento. En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 2-3), se determinó una tendencia lineal significativa ( $P < 0,01$ ) que indica que, por cada unidad de azúcar de coco, se incrementa en 8,49 unidades del contenido de sólidos totales de la bebida de lactosuero (%), existe una tendencia ascendente para este parámetro.



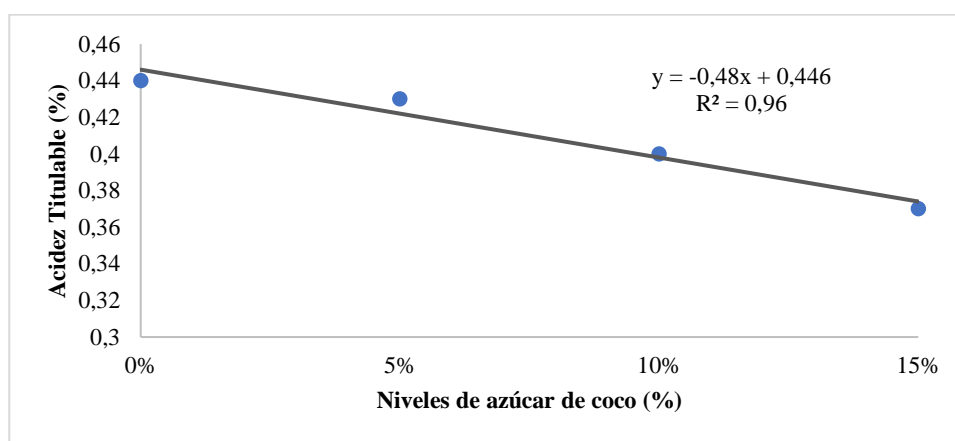
**Gráfico 2-3:** Regresión en función del contenido de sólidos totales de la bebida de lactosuero

Realizado por: Arcos, Viviana, 2023

### 3.1.3. Acidez Titulable

En relación a la determinación de acidez titulable, se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde la bebida endulzada con 15% de azúcar de coco obtuvo un menor porcentaje de acidez de 0,37% a diferencia de la bebida que en su composición no contenía azúcar presento un valor alto de 0,44%, observándose mejor en la Tabla 10-3, en donde se deduce que por cada unidad de azúcar de coco que se incrementa en reemplazo del azúcar normal, la acidez de las bebidas hidratantes se reduce. Al comparar estos resultados con otras investigaciones similares se encuentran diferencias semejantes en la acidez, pues los análisis físico-químicos realizados en otros estudios, como (Romero, A., 2010. p.51) en su estudio de utilización del agave como edulcorante natural en la elaboración de una bebida hidratante a partir del suero registro la mayor acidez ( $83.40^{\circ}\text{D}$ ), la bebida endulzada con azúcar, a diferencia del empleo del 45 % de agave que presentó bebidas con menor acidez ( $73.20^{\circ}\text{D}$ ) en donde menciona que por cada unidad de agave que se incrementó en reemplazo del azúcar, la acidez de las bebida hidratantes se redujo en 0.24 unidades. Por su parte (Thakkar, L. et al., 2018.p.167) en su bebida funcional a base de suero y endulzada

con azúcar, supera nuestros valores de acidez reportando un valor de 1,71%, sin embargo, esto lo justifica ya que se trata de una bebida fermentada y además presenta un 60% debido al jugo de naranja añadido que también incide en el nivel de acidez del producto final. Por otro lado (Pandey, S; & Poonia, A., 2020. p.35) menciona que la incorporación de jarabe de azúcar de coco en un producto alimenticio puede mejorar su propiedades nutricionales y sensoriales y la capacidad de supervivencia del cultivo prebiótico, inulina debido a la baja acidez que posee. En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 3-3), se muestra una tendencia lineal significativa ( $P < 0,01$ ) por cada unidad de azúcar de coco desciende en 0.45 unidades, donde los niveles del azúcar de coco son inversamente proporcionales a la acidez de la bebida de lactosuero.



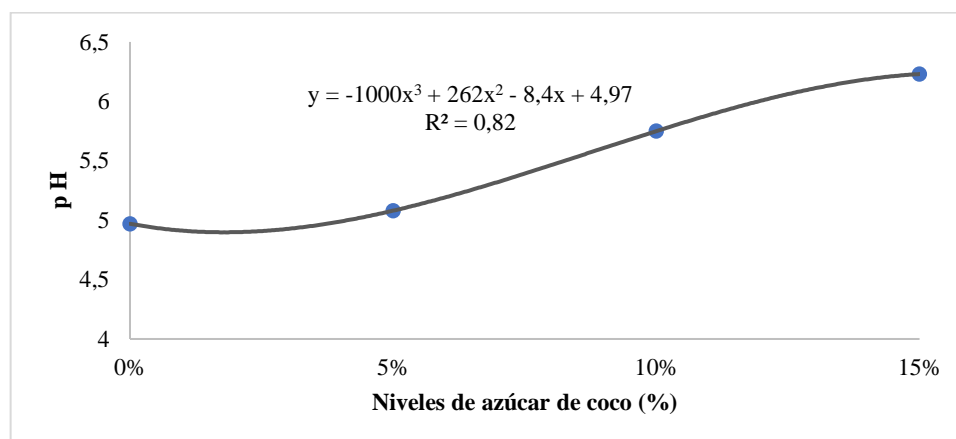
**Gráfico 3-3:** Regresión en función del contenido de acidez titulable de la bebida de lactosuero

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023

### 3.1.4. Determinación de pH

De igual forma, el contenido de pH presentó diferencias altamente significativas para todos los tratamientos ( $P < 0,01$ ), obteniendo un valor más alto 6,23 % y el valor más bajo fue de 4,97 %, en la bebida que utilizó el 0 y 15% de azúcar de coco en comparación a los demás y sobre todo al testigo. Según (Karseno, et al., 2018. p. 2) el pH del azúcar de coco varía de 6 a 8, factor que incide directamente en el pH del producto final. Valores similares son reportados por (Averos, W., 2018. p. 70) en su publicación sobre la elaboración de una bebida a base de harina de soya y harina de arroz endulzada con miel de abeja donde obtuvo valores de pH de 6,3 similares a nuestro caso de estudio. De igual manera (Chavalittamrong, C; & Pidacha, P., 1982. p. 1), realizó una comparación de bebida de coco con bebidas industrializadas como: Cola, Sprite, etc.; donde evaluó el contenido de pH y azúcar, reportando que el pH de las bebidas industrializadas fue más ácido (3,1) en relación a la bebida de coco que presentó un pH de (5,4). En cuanto al contenido de azúcar, el agua de coco presentó un menor contenido a diferencia de las bebidas que presentaron un valor significativamente mayor, llegando a la conclusión que la bebida de coco se absorbería más fácilmente en el intestino que cualquier marca de refresco.

En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 4-3), se muestra una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,01$ ), que indica que cada vez que se incrementa los niveles de azúcar de coco en la bebida de lactosuero, el contenido de pH incrementa.



**Gráfico 4-3:** Regresión en función del contenido de pH de la bebida de lactosuero

Realizado por: Arcos, Viviana.,2023

### 3.2. Análisis bromatológicos

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural se muestran en la tabla 15-3.

**Tabla 15-3:** Caracterización bromatológica de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural.

| Parámetros     | Niveles de azúcar de coco |        |        |        | EE.    | Pro.   | CV    |
|----------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                | 0%                        | 5%     | 10%    | 15%    |        |        |       |
| Proteína (%)   | 0,93a                     | 0,92a  | 0,94a  | 0,93a  | 0,0500 | 0,996  | 12,66 |
| Grasa (%)      | 0,24a                     | 0,26a  | 0,26a  | 0,28a  | 0,0200 | 0,777  | 21,39 |
| Fibra (%)      | 0,0d                      | 0,58c  | 0,67b  | 0,81a  | 0,0100 | 0,0001 | 5,79  |
| Vitamina C (%) | 0,02d                     | 0,14c  | 0,17b  | 0,20a  | 0,0100 | 0,0001 | 10,47 |
| Ceniza (%)     | 0,53a                     | 0,56a  | 0,58a  | 0,57a  | 0,0200 | 0,1491 | 7,29  |
| Ca (%)         | 0,83c                     | 1,01b  | 0,98b  | 1,19a  | 0,0200 | 0,0001 | 5,89  |
| Fe (%)         | 0,009d                    | 0,013c | 0,015b | 0,018a | 0,0005 | 0,0001 | 8,50  |

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

EE: Error estándar

Prob. >0,05: No existen diferencias significativas

Prob. <0,05: Existen diferencia significativas

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

### **3.2.1 Contenido de proteína**

Los valores obtenidos de proteína de la bebida funcional no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), obteniendo valores entre 0.92 y 0.94 %, que corresponden al empleo del 5 y 10% del azúcar de coco como se puede apreciar en la tabla 11-3, por lo que la azúcar de coco no tuvo ningún efecto en este parámetro, señalando que las bebidas endulzadas con azúcar de coco son un tanto similares a la bebida que no utiliza este tipo de azúcar como edulcorante en su formulación. Según la (NTE INEN 2609, 2012. p. 2) establece como mínimo 0,4 % de contenido de proteína en bebidas de suero, al comparar con los valores obtenidos, se puede evidenciar que supera a lo señalado lo que denota que nuestro producto es una bebida altamente nutritiva. Por lo que estos resultados son superiores de acuerdo a lo reportado por (Murillo, L., 2015.p. 94), quien realizó una bebida hidratante elaborada a base de agua de coco y suero de leche, de acuerdo a los resultados de los análisis de laboratorio, la bebida alternativa de suero lácteo y agua de coco, presentó un porcentaje de proteínas en un 0,88%.

### **3.2.2. Contenido de grasa**

En cuanto a los valores de grasa no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre todas las bebidas, por lo que se obtuvo valores entre 0.24 y 0.28 %, que se utilizó en los niveles 0 y 15 % del azúcar de coco como se puede apreciar en la tabla 11-3, por lo que la azúcar de coco no tuvo ningún efecto en este parámetro, señalando que los tratamientos son un tanto similares al tratamiento testigo. (Murillo, L., 2015.p. 69) en su estudio; “Desarrollo de una bebida hidratante elaborada a base de agua de coco y suero de leche siguiendo la normativa para bebidas isotónicas” reportó valores de grasa que variaban de 0,22 a 0,33 %, similares a nuestro caso de estudio y lo atribuyo a que el contenido de grasa en las bebidas es mínimo, debido a que tanto el suero de leche como el agua de coco, poseen bajo contenido de grasa, sin embargo, al incrementar los niveles de agua de coco el porcentaje de grasa va disminuyendo entre las muestras.

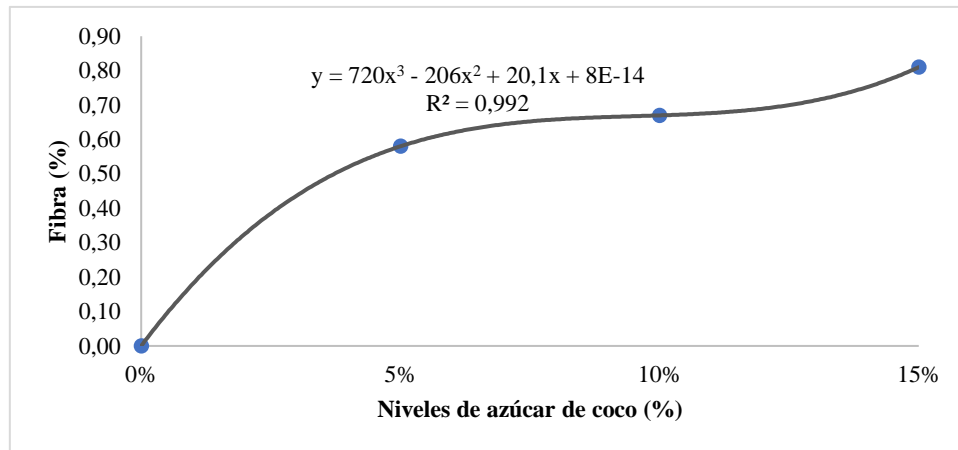
### **3.2.3. Contenido de fibra**

En relación a la determinación del contenido de fibra, se registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde la bebida endulzada con el 15% de azúcar de coco obtuvo un mayor porcentaje de fibra 0,81% , a diferencia de la bebida que no utiliza el azúcar de coco como edulcorante, reportó un valor nulo de fibra (0%), observándose mejor en la Tabla 10-3, en donde se deduce que por cada unidad de azúcar de coco que se incrementa en reemplazo del azúcar normal, la fibra en las bebidas hidratantes se incrementa. Esto es razonable ya que (Garrido, et al., 2022. p.287) menciona que a diferencia del azúcar tradicional (0 gr) el azúcar de coco presenta un contenido de fibra de 9 gr. Según el Informe del Instituto de Alimentación y Nutrición (FNRI) de Filipinas, el azúcar de coco, contiene inulina, un polisacárido que forma parte de la fibra soluble alimentaria y que estimula el crecimiento del microbiota intestinal, lo que favorece la absorción de



algunos minerales; enlentece la absorción de la glucosa, ayuda a regular el tránsito intestinal y mejora la síntesis de las vitaminas (Fernández, S., 2022. p.1).

En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 5-3), se muestra una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,01$ ), que indica que el contenido de fibra tiende a incrementar los niveles de azúcar de coco en la bebida de lacto suero, pero no de una manera proporcional, ya que en el nivel 5% se incrementa en el 10% se mantiene constante y en el 15% tiende a incrementarse nuevamente.



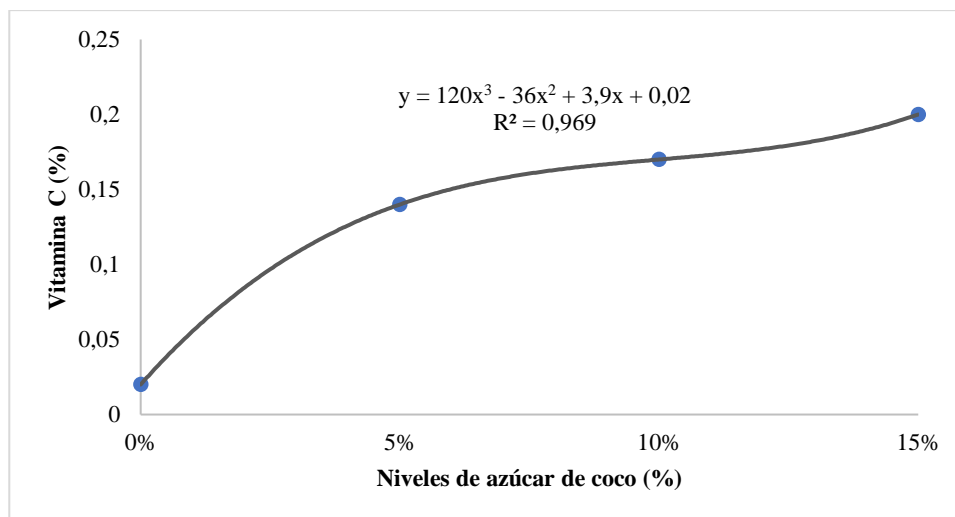
**Gráfico 5-3:** Regresión en función del contenido de fibra de la bebida de lactosuero

Realizado por: Arcos, Viviana, 2022.

#### 3.2.4. Contenido de vitamina C

Con respecto al contenido de vitamina C los resultados muestran que se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde la bebida con el 15% de azúcar de coco presentó el valor más alto de 0,20 % mientras que el tratamiento testigo reportó el valor más bajo 0,02%. A diferencia del azúcar tradicional el azúcar de coco presenta beneficios para la salud ya que es “rico en vitaminas y minerales esenciales, incluida la vitamina C, B1, B2, B3 y B6 (Garrido, et al., 2022. p.287). Por su parte (Hebbar, et al., 2022. p.1) determinó que la vitamina C es la más abundante en el azúcar de coco, ya que determinó cuatro vitaminas hidrosolubles en el azúcar cristalino de los cocos, siendo estas las vitaminas C, B1, B2 y B6. Concluyendo así que el azúcar de coco es beneficioso para la salud ya que su riqueza en vitamina C los convierte en un alimento capaz de estimular las defensas naturales e inmunitarias del organismo.

En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 6-3), se muestra una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,01$ ), el contenido de Vitamina C tiende a incrementarse pero no de una manera proporcional.



**Gráfico 6-3:** Regresión en función del contenido de vitamina C de la bebida de lactosuero

Realizado por: Arcos, Viviana, 2022.

### 3.2.5. Contenido de ceniza

Los valores obtenidos de ceniza no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) obteniendo valores entre 0.53 y 0.58 %, que corresponden al utilizar el 0 y 10 % de los niveles de azúcar de coco como se puede apreciar en la tabla 11-3, por lo que el azúcar de coco no influyó en este parámetro, Según la (NTE INEN 2594:2011. P. 2) establece como máx. 0.7% del contenido de ceniza. Por otra parte (Brito, Hannibal, et al., 2015. p.264) desarrolló la formulación de una bebida con el aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental de las pruebas realizadas donde determino que los valores de los parámetros evaluados como humedad, ceniza, proteína, grasa, no varían entre sí, esto debido a las formulaciones proceden de la misma base (suero de leche) para su elaboración.

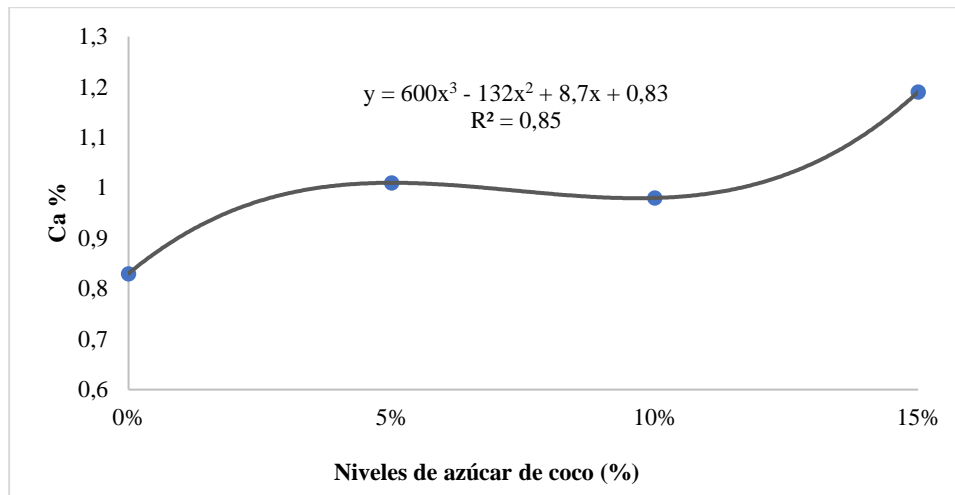
### 3.2.6. Contenido de minerales

#### 3.2.1.1 Contenido de Ca

Con respecto al contenido de calcio los resultados muestran que se obtuvieron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), donde la bebida que contiene en su formulación el 15% de azúcar de coco presentó el valor más alto de 0,19 % mientras que la bebida que no contiene este tipo de edulcorante reportó el valor más bajo 0,83%. (Pérez, N., 2016. p. 4), en su investigación evaluó el contenido de calcio en diferentes bebidas deportivas (PW, SP, GT), dos marcas de agua de coco embotellada (SX, CF) y un tipo de agua de coco pura (CC), las bebidas deportivas demostraron superioridad frente a las aguas de coco en cuanto al contenido de sodio, pero la bebida de coco fue superior en contenido de calcio donde reportó (19.05 mg/100 ml), llegando a la conclusión, que el agua de coco es una buena opción como bebida deportiva natural, sin embargo, se recomienda compensar la carencia de sodio mediante la dieta o eligiendo la variedad y estado de maduración favorecidos. De acuerdo con el U.S Department of Agriculture, una cucharada de 5 g de azúcar de coco aporta 30

mg de calcio, por lo que se determina qué; a mayor cantidad de azúcar utilizada en la formulación, mayor contenido de calcio presentara la bebida (Ortiz, 2020, p.1).

En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 7-3), se muestra una tendencia cúbica significativa ( $P < 0,01$ ), que indica que el contenido de Ca no es proporcional, ya que en el nivel 5% hay un incremento y con el nivel 10% desciende y en el nivel 15% vuelve a incrementarse.



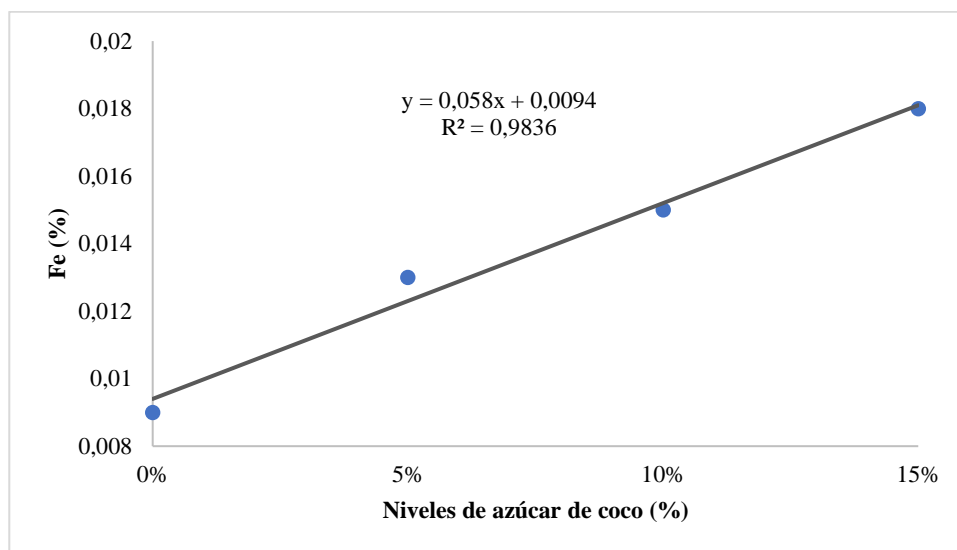
**Gráfico 7-3:** Regresión en función del contenido de Ca de la bebida de lactosuero

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2022.

### 3.2.1.2 Contenido de Fe

De igual forma, el contenido de Fe, presentó diferencias altamente significativas para todos los tratamientos ( $P < 0,01$ ), obteniendo un valor más alto 0,018% la bebida con el 15% de azúcar de coco en comparación a los demás y sobre todo a la bebida que no lleva este edulcorante en su composición, la misma que reporto un valor de 0,009%. Según (Pandey, S., 2019. p. 37) en su investigación, preparación de fibra rica en antioxidantes (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) en burfi en polvo con azúcar de coco como edulcorante natural, menciona que la concentración de azúcar total mostró una mayor significancia ( $P < 0,05$ ) entre las tres muestras de burfi. Donde el contenido de hierro es afectado significativamente por la adición de azúcar de coco y polvo de fibra, porque ambos son ricos en hierro, dando como resultado final una concentración de hierro que osciló entre 0,00 y 5,50 mg/100 g en el producto. Por su parte (Akpro, A, 2019. p.1) comenta que el mayor contenido de hierro a nivel de azúcares de coco, está relacionado con la disponibilidad de oligoelementos en el suelo o se implantan cocoteros y el efecto varietal. El árbol WAT sería más capaz de capturar el mineral de hierro para almacenarlo en el fruto en el agua de la nuez. Cabe recalcar que el tratamiento utilizado para producir el azúcar no tiene un impacto en el contenido de hierro.

En cuanto al análisis de regresión (Gráfico 8-3), se muestra una tendencia lineal significativa ( $P < 0,01$ ), Que por cada unidad el contenido de Fe tiende a incrementarse en 0.094 unidades en los niveles de azúcar de coco en la bebida de lacto suero.



**Gráfico 8-3:** Regresión en función del contenido de Fe de la bebida de lactosuero

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2022.

### 3.3. Análisis microbiológico

#### 3.3.1. Coliformes totales

Los resultados microbiológicos de *Coliformes totales* analizados en la bebida de lactosuero se pueden observar en la Tabla 16-3, en donde todos los tratamientos T0 (0%), T1 (5%), T2 (10%), y T3 (15%); presentan ausencia de esta bacteria durante los días 1 y 7. Posterior a esto, en el día 14 todos los tratamientos presentan recuentos microbiológicos, siendo menor en el tratamiento T1 con 1 UFC/ml y mayor en el T3 con 4 UFC/ml.

De la misma manera, en el día 21 se visualiza un crecimiento lento en donde la mayor carga microbiana presenta el T3 con 5 UFC/ml. Atribuyéndose esto, a que según (Pandey, S; & Poonia, A., 2020. p.35) menciona que la incorporación de jarabe de azúcar de coco en un producto alimenticio puede mejorar su propiedades nutricionales y sensoriales, por ende, se convierte en un medio de cultivo adecuado para el crecimiento y supervivencia de ciertos microorganismos.

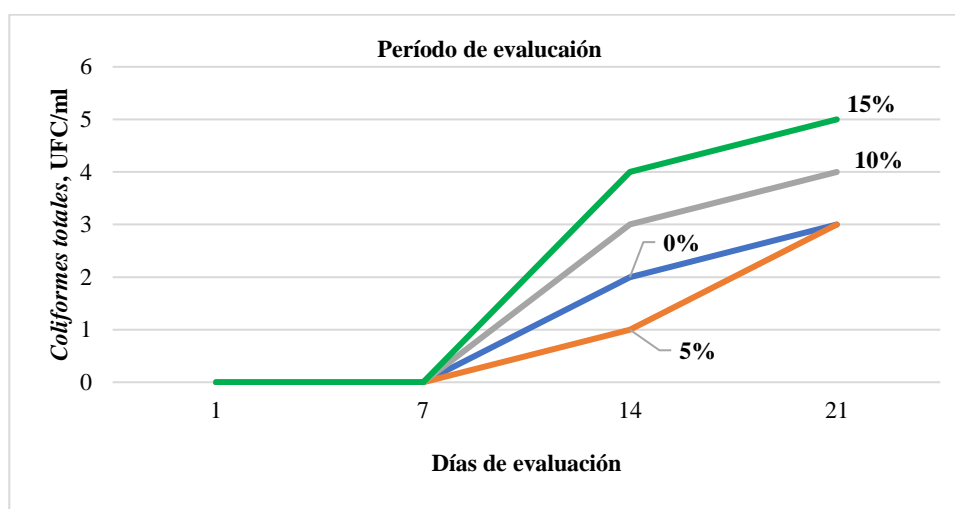
**Tabla 16-3:** Efecto del azúcar de coco como edulcorante en la bebida de lactosuero durante 21 días.

| VARIABLES MICROBIOLÓGICAS                | Niveles de azúcar de coco |          |          |          |
|--|---------------------------|----------|----------|----------|
|  | 0%                        | 5%       | 10%      | 15%      |
| <i>Coliformes totales</i> día 1, UFC/ml  | ausencia                  | ausencia | Ausencia | ausencia |
| <i>Coliformes totales</i> día 7, UFC/ml  | ausencia                  | Ausencia | Ausencia | ausencia |
| <i>Coliformes totales</i> día 14, UFC/ml | 2                         | 1        | 3        | 4        |
| <i>Coliformes totales</i> día 21, UFC/ml | 3                         | 3        | 4        | 5        |

**Realizado por:** Arcos, Viviana.20223

En el gráfico 9-3, se evidencia que a pesar de que existe un crecimiento microbiológico de esta bacteria en la bebida funcional de lactosuero durante el almacenamiento en refrigeración, todos los tratamientos se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la (NTE INEN 2564, 2011. p. 3), la cual menciona que el nivel máximo de *Coliformes totales* es de 10 UFC/ml.

Estudios realizados por (Interlac, 2021. p. 1) mencionan que las bebidas a base de lactosuero, no fermentadas; tienen una vida útil aproximadamente de 30 días, previo a un tratamiento térmico como la pasteurización, la cual garantiza la inocuidad microbiológica del producto y prolonga su vida útil. Corroborando con la presente investigación, ya que se utilizó suero ácido para la bebida, y el tratamiento térmico fue la pasteurización.



**Gráfico 9-3:** Evolución del comportamiento de Coliformes totales evaluadas en la bebida de lactosuero a temperatura de refrigeración a través de los días de almacenamiento.

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

### 3.3.2 Mohos y levaduras

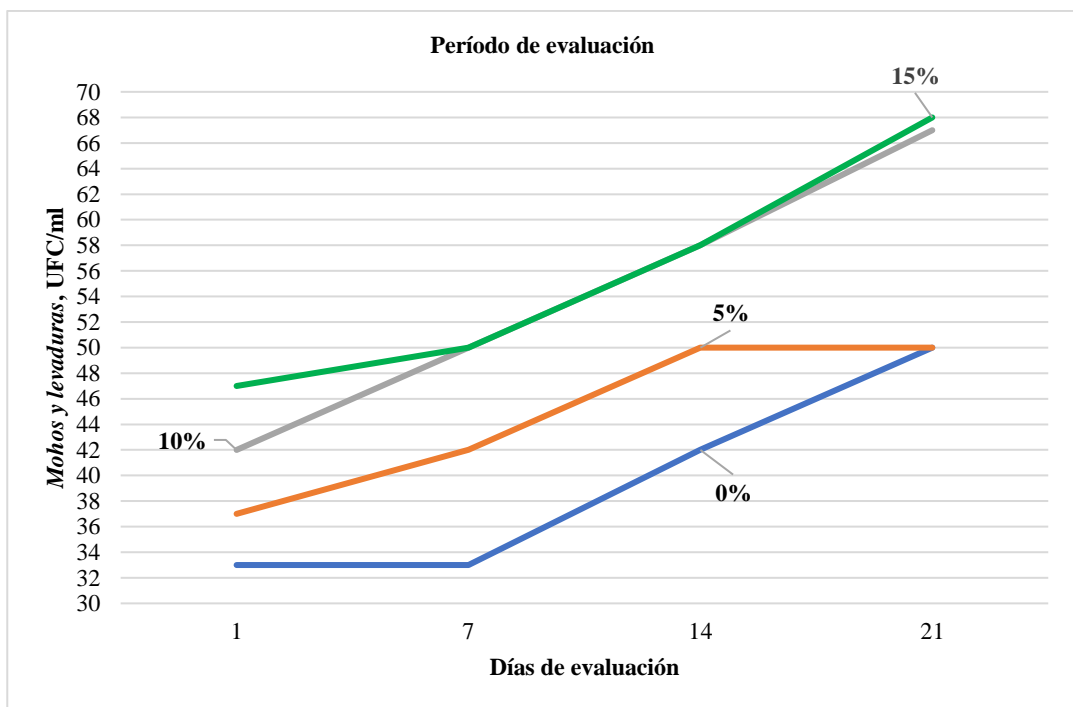
En la tabla 17-3, se puede observar que todos los tratamientos durante todo el período de evaluación presentan recuentos microbiológicos de *mohos y levaduras*, en un rango de 33 UFC/ml (T0) a 68 UFC/ml (T3).

**Tabla 17-3:** Efecto del azúcar de coco como edulcorante en la bebida de lactosuero durante 21 días.

| VARIABLES MICROBIOLÓGICAS               | Niveles de azúcar de coco |    |     |     |
|---|---------------------------|----|-----|-----|
|   | 0%                        | 5% | 10% | 15% |
| <i>Mohos y levaduras</i> día 1, UFC/ml  | 33                        | 37 | 42  | 47  |
| <i>Mohos y levaduras</i> día 7, UFC/ml  | 33                        | 42 | 50  | 50  |
| <i>Mohos y levaduras</i> día 14, UFC/ml | 42                        | 50 | 58  | 58  |
| <i>Mohos y levaduras</i> día 21, UFC/ml | 50                        | 50 | 67  | 68  |

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

De acuerdo la (NTE INEN 2411, 2015. p. 2), establece que el contenido máximo permisible de *Mohos* y *levaduras* es de  $1 \times 10^2$  UFC/ml, en relación a los datos obtenidos en la presente investigación (gráfico 10-3), los valores microbiológicos hasta el día 21 se encuentran dentro de los niveles máximos; convirtiendo a la bebida funcional de lactosuero en inocuo para el consumo humano. Por otro lado, estudios realizados por (Romero, A., 2010. p. 59), en una bebida a base de suero en el que utilizó agave como edulcorante; reporto recuentos de mohos y levaduras de 60 y 90 UFC/ml, que corresponden a las bebidas del grupo control (sin agave) y en las que se emplearon el 45% en reemplazo del azúcar, respectivamente. Siendo justificable con los valores obtenidos en el tratamiento T3 (68 UFC/ml) ya que el nivel más alto solo fue del 15% de azúcar de palma de coco. Por lo tanto, la bebida funcional de lactosuero endulzada con diferentes niveles de azúcar de palma de coco hasta el día 21, es apto para el consumo humano.



**Gráfico 10-3:** Evolución del comportamiento de Mohos y levaduras evaluadas en la bebida de lactosuero a temperatura de refrigeración a través de los días de almacenamiento.

Realizado por: Arcos, Viviana.2023

### 3.4. Análisis sensorial

**Tabla 18-3:** Caracterización organoléptica de la bebida funcional con lactosuero endulzada con azúcar de coco

| Parámetro | Niveles de azúcar de coco |      |      |      | H     | p      |
|-----------|---------------------------|------|------|------|-------|--------|
|           | 0%                        | 5%   | 10%  | 15%  |       |        |
| Sabor     | 3,70                      | 3,85 | 4,00 | 4,00 | 11,29 | 0,0091 |
|           | MB                        | MB   | MB   | MB   |       |        |

**Realizado por:** Arcos, Viviana.2023

Prob. >0,05: No existen diferencias significativas

Prob. <0,05: Existen diferencia significativas

Prob. <0,01: Existen diferencias altamente significativas

**MB** = Muy bueno

#### 3.4.1. Sabor

El sabor de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de palma de coco como edulcorante natural, presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) según la apreciación de los catadores como se muestra en la tabla 18-3, donde se concluye que todas las bebidas con los niveles 5, 10,15 % y la bebida testigo fueron aceptadas con una calificación 4/5 (muy buena), con una desviación estándar de  $\pm 0.12$  y  $0.21$  respectivamente. Observando así la influencia positiva del azúcar de coco en el desarrollo del sabor.

### 3.5. Análisis económico

En la tabla 19-3, se puede observar el análisis económico de la utilización de azúcar de palma de coco como edulcorante natural en la bebida de lactosuero, donde se determinó que el nivel de azúcar de coco del 15% generó el mayor costo de producción por cada Kg de producto con un costo de 1,20 USD y el menor costo el nivel de coco del 0% con un costo de 0,75 USD.

En cuanto al indicador beneficio/costo se determinó que los niveles de azúcar de coco que presentaron un mejor beneficio/costo son el nivel 5% y 10% con 1,40, pero se debe tomar en cuenta que el nivel de azúcar de coco del 15% presentó un alto contenido nutritivo de proteína, fibra, vitamina C y minerales; considerándose así como el mejor nivel y en éste la relación beneficio/costo fue de 1,20 lo cual significa que, al ser mayor en los beneficios supera los costos y de ésta manera se espera un beneficio de \$1,20 por cada \$1 en costos. Por lo mismo se puede concluir que al utilizar el azúcar de palma de coco como edulcorante natural en la bebida funcional de lactosuero es rentable y sobre todo nutritivo.

**Tabla 19-3:** Evaluación económica de la bebida con diferentes niveles de azúcar de coco

| Materia prima/aditivos                          | Costo (\$/Kg) | Niveles de miel de abeja |      |      |      |
|---|---------------|--------------------------|------|------|------|
|   |               | 0%                       | 5%   | 10%  | 15%  |
| Lactosuero                                      | 0,55          | 0,50                     | 0,52 | 0,50 | 0,47 |
| Azúcar común                                    | 2,20          | 0,22                     | -    | -    | -    |
| Azúcar de coco                                  | 4,62          | -                        | 0,23 | 0,46 | 0,69 |
| Estabilizante                                   | 47,96         | 0,010                    | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Saborizante                                     | 35,2          | 0,02                     | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| <b>Egresos totales</b>                          |               | 0,74                     | 0,78 | 0,98 | 1,19 |
| Cantidad de bebida obtenido, Kg                 |               | 0,99                     | 0,99 | 0,99 | 0,99 |
| Costo de producción por Kg de bebida en dólares |               | 0,75                     | 0,79 | 0,99 | 1,20 |
| Precio de venta por Kg de bebida en dólares     |               | 0,97                     | 1,10 | 1,39 | 1,44 |
| Ingresos totales en dólares                     |               | 0,96                     | 1,09 | 1,38 | 1,42 |
| Beneficio/costo en dólares                      |               | 1,3                      | 1,4  | 1,4  | 1,2  |

**Realizado por:** Arcos, Viviana, 2023



## CONCLUSIONES

Con la utilización del 15% de azúcar de palma de coco como edulcorante natural en la elaboración de la bebida funcional incremento notablemente el contenido de fibra, vitamina C, calcio y hierro, siendo esta la mejor bebida. Por ello tiene mayores beneficios para la salud y favorece a la absorción de minerales, enlentece la absorción de la glucosa y sobretodo ayuda a estimular la microbiota intestinal.

Según el análisis microbiológico, las bebidas funcionales, mostraron niveles aceptables de *Doliformes totales*, *mohos* y *levaduras* hasta los 21 días de evaluación, considerándose una bebida inocua para el consumo humano.

Todas las bebidas con los diferentes niveles de 5, 10,15 % y la bebida testigo 0%, que se utilizó azúcar de mesa tuvieron la aceptación por parte de los catadores en las pruebas sensoriales, ya que en el atributo sabor se obtuvo una calificación de muy buena en todas.

El mayor beneficio/costo se obtuvo al utilizar los niveles de azúcar de coco del 5 y 10% que presentaron un mejor B/C de 1,4, siendo un proceso rentable.

## **RECOMENDACIONES**

Utilizar los niveles de 10 y 15 % de azúcar de palma de coco en la elaboración de las bebidas funcionales, debido a que mejora el contenido nutricional y sensorial de las mismas; generando una utilidad apreciable.

Continuar con el estudio de la utilización del azúcar de palma de coco, aplicando un mayor tiempo, hasta establecer el periodo de vida útil óptimo. Seguir analizando el lactosuero para comprobar que se podría desarrollar bebidas funcionales con este subproducto.

Socializar el consumo de la bebida elaborada con lactosuero endulzada con el azúcar de palma de coco, con la finalidad de mejorar la calidad de vida y sobre todo preservar la salud del consumidor final

## BIBLIOGRAFÍA

**PARRA, Ricardo.** Lactosuero: importancia en la industria de los alimentos. [ En línea] (Trabajo de titulación) (Agroindustrias).Universidad Pedagógica y Tecnológica de Medellín, Colombia. 2009 p.1. [Consulta: 19 septiembre 2021].Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>

**COSTA, Martha.** *Qué es el azúcar de coco.* [blog]. 23 de junio de 2017. [Consulta: 21 septiembre2021].Disponibleen:<https://soycomocomo.es/especialista/elespecialista/azucar-de-coco>

**APRAEZ RENDÓN, Maritza Angélica.** Proyecto de factibilidad para la implementación de una microempresa productora y comercializadora de azúcar de coco, en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, para el año 2016. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería en administración de empresas) Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 2017. pp. 13-14. [Consulta: 2021-9-21]. Disponible en: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19330/1/Tesis%20Lista%20Angelic a.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19330/1/Tesis%20Lista%20Angelic%20a.pdf)

**ALVARADO, Carlos y GUERRA, Marisa.** Lactosuero como fuente de péptido bioactivos. [En línea]. Anales Venezolanos de nutrición, vol.23, núm.1. 6, junio, 2010. Pp. 42.43. Universidad Simón Bolívar (USB). Caracas-Venezuela. Disponible en: <https://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2010/1/art-7/>

**AMIOT, Jean.** 1991. Ciencia y tecnología de la leche: principios y aplicaciones. [En línea]. Editorial Acribia, S.A Zaragoza España, Pág. 376. Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/ciencia-y-tecnologia-de-la-leche-principios-yaplicaciones/oclc/36982415>

**HANIBAL, Brito, SANTILLÁN, Antonio, ARTEAGA, Mercy, RAMOS, Evelyn, VILLALÓN, Paola y RINCON, Adriana.** Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. [En línea]. European Scientific, septiembre de 2015,(Riobamba), 45(3) p. 258 [Consulta: 22 de septiembre de 2021].Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/236406128.pdf>

**HUGUNIN, Alan.** Productos de Suero de Leche en Yogurt y Productos Lácteos Fermentados. [En línea]. Revista Panorama, 05 de noviembre del 2019, (México). 50(2), p. 1. [Consulta: 23 septiembre 2021]. Disponible en: [http://www.lactodata.info/docs/lib/hugunin\\_alan\\_productos\\_suero\\_leche\\_2003.pdf](http://www.lactodata.info/docs/lib/hugunin_alan_productos_suero_leche_2003.pdf)

**ÁLVAREZ, María.** Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA. [En línea] (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado) Corporación Universitaria Lasallista, Ingenieria de alimentos . Caldas-Antioquia.

2013. p. 13. [Consulta: 2021-9-23].  
Disponibleen:[http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1036/1/Caracterizacion\\_fisicoquimica\\_diferentes\\_tipos\\_lactosueros\\_producidos\\_Colanta.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1036/1/Caracterizacion_fisicoquimica_diferentes_tipos_lactosueros_producidos_Colanta.pdf)

**MURILLO, José., PERÉZ, Núñez., VALLEJO, Marco., FIALLOS, Leonor., RIVERA, Luis., TRUJILLO, Milton.** Valorización del suero de leche: Una visión desde la biotecnología. Bionatura. [En línea]. (Universidad Técnica del Norte). ImbaburaEcuador. 2017. p. 469. [Consulta: 25 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.revistabionatura.com/files/2017.02.04.11.pdf>

**VELA, G.G. VARGAS, G.F.M. CORTÉS, P.E. LÓPEZ, D.A. FLORES, G. L.E. LÓPEZ, Z.** Impacto nutricional y sensorial de un alimento infantil (papilla) adicionada con lactosuero. [En línea]. Revista avances en seguridad alimentaria y nutricional, 10 de octubre de 2015, (Chiapas), 1(1), pp. 31-36. [Consulta: 25 septiembre 2021].Disponibleen:<file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/Impactopapilla2009.pdf>

**ALMÉCIJA, Carmen.** Obtención de lactoferrina bovina mediante ultrafiltración de lactosuero. [En línea] (Trabajo de titulación) (Medicina) (Tesis Doctoral) Universidad de Granada. Ingeniería y Tecnología químicas. España. 2007. P. 1. [Consulta: 2021-9-25]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=72097>

**MADURGA, Rocío.** Péptidos y proteínas bioactivas de la leche. Simposio de productos lácteos alternativos de utilización del suero de leche. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado) Universidad complutense de Madrid. Ingeniería farmacéutica. Madrid-España. 2012. pp. 14-19. [Consulta: 2021-9-26]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=72097>

**POVEDA Elpidia.** Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. [En línea] Revista Chilena de Nutrición, vol. 40, núm. 4, diciembre, 2013, pp. 397-403.Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología Santiago, Chile. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/469/46929416011.pdf>

**GALDÁMEZ, G.K. GAMBOA, C. M. MÁRQUEZ, M.R. BALLINAS, G.M.N. LÓPEZ, Z. E. J. y VELA-GUTIERREZ, G.** Elaboración y evaluación sensorial de galletas enriquecidas con harina de lactosuero. Lacandonia. [En línea] (Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.). Chiapas- México. 2009. Pp. 23-28. [Consulta: 27 septiembre 2021]. Disponible en:<https://es.scribd.com/document/384243917/Elaboracion-yevaluacion-sensorial-de-galletas-enriquecidas-con-harina-de-lactosuero-pdf>

**LÓPEZ, J. S. L. LOPEZ, Z. E.J. BALLINAD, D. E. J. VELA, G. G.** Condiciones óptimas de secado, evaluación sensorial y vida de anaquel de un alimento infantil a base de lactosuero, harina de mamey y mango y cacahuete. [En línea] Revista Química Viva, vol.1, núm. 2. 11, agosto, 2012, pp. 112-128. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas- México. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n2/vela.pdf>

**ROMERO, Alexis.** Utilización del agave como edulcorante natural en la elaboración de una bebida hidratante a partir del suero [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado) Universidad ESPOCH. Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2010. pp 21-22. [Consulta: 2021-9-27]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/830/1/27T0145.pdf>

**GUARNER, Fabian.** Papel de la flora intestinal en la salud y en la enfermedad. Scielo [En línea] (Unidad de Investigación de Aparato Digestivo). Madrid-España. Pp. 1-4. [Consulta: 28 septiembre 2021]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112007000500003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000500003)

**ÁNGELES.** 2013. Manual de Nutrición y Dietética. [En línea]. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España. p. 85. Disponible en <https://eprints.ucm.es/id/eprint/22755/1/Manual-nutricion-dietetica-CARBAJAL.pdf>

**FOEGEDING, Elian y LUCK, Pedro.** 2021. Proteínas que intervienen en el suero de la leche. [En línea]. Editorial Enciclopedia, S.A EEUU. p. 360. Disponible en : <https://www.mayoclinic.org/es-es/drugs-supplements-whey-protein/art-20363344>

**DRAGONE, G., S. MUSSATTO, J. OLIVEIRA AND J. TEIXEIRA.** 2009. Caracterización de compuestos volátiles en un Bebida alcohólica producida por fermentación de suero. Química de alimentos. [En línea] Editorial Planeta, S.A México. p 929-935. Disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>

**SABATER, Gloria.** Azúcar de coco, endulzante sano y natural. [Blog] Antiaging Shop. España.2015. p. 1. [Consulta: 28 septiembre 2021]. Disponible en: <https://antiagingsshop.com/es/blog/nutricion/azucar-de-coco-endulzante-sano-y-natural/>

**DIETAS DEPORTIVAS.** El azúcar de coco propiedades. [En línea] Ecuador.2015. p 4 [Consulta: 31 septiembre 2021]. Disponible en: <https://www.dietasdeportivas.com/azucar-de-coco-propiedades>

**GARRIDO, Mariángeles.** Azúcar de Coco ¿Alternativa para Nuestra Alimentación? [En línea]. BeyonType. México. 2020. P. 4. [Consulta: 2 septiembre 2021]. Disponible en: <https://es.beyondtype2.org/azucar-de-coco/>

**VARELA, Gabriela., CARBAJAL, Andrés y MOREIRAS, Omar.** 1995. El azúcar en la nutrición en los españoles. Cambios en los últimos 30 años (1964-1994). [En línea]. Editorial Síntesis S.A. Madrid- España, p. 16. Disponible en: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/18-Propiedades nutricion.pdf>

**SPAIN.** Todo lo que necesitas sobre el azúcar. [En línea]. Making sence of sugar. Chile. 2016. P.1. [Consulta: 4 septiembre 2021]. Disponible en: <https://makingsenseofsugar.com/es/es/todo-sobre-el-azucar/que-es-el-azucar/>

**ANDRADE, Ámbar.** Efecto del E-415 Y E-466 en la estabilidad de la nube de fibra en una bebida funcional con base de sandía (*Citrullus lanatus*), moringa (*Moringa oleífera*) y chía (*Salvia hispánica*) [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ingeniería de alimentos. Los Ríos-Ecuador. 2019. p. 15. [Consulta: 2021-9-27]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3792/1/T-UTEQ-0054.pdf>

**KEZADA, Kerly.** Elaboración de una bebida funcional tipo “refrescante” a base de linaza saborizada con piña: estudio de vida útil y aporte nutricional de la formulación”. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica en Machala. Ingeniería de alimentos. Machala - Ecuador. 2014. P. 6. [Consulta: 2021-9-27]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1581/7/CD00007-TESIS.pdf>

**DOHELER, Innoval.** Bebidas funcionales las categorías y su definición. [En línea] Editorial Jurídica Chile 2008. p1, Disponible en: [https://es.scribd.com/doc/219166621/Bebidasfuncionales?fbclid=IwAR21a9ptmELLxg8V7q-qBXoFCQPX841GqJm6I4cbMU\\_0PXKIheIwfmpuSv8](https://es.scribd.com/doc/219166621/Bebidasfuncionales?fbclid=IwAR21a9ptmELLxg8V7q-qBXoFCQPX841GqJm6I4cbMU_0PXKIheIwfmpuSv8)

**LÓPEZ, J. S. L. LOPEZ, Z. E.J. BALLINAD, D. E. J. VELA, G. G.** Condiciones óptimas de secado, evaluación sensorial y vida de anaquel de un alimento infantil a base de lactosuero, harina de mamey y mango y cacahuete. [En línea] Revista Química viva, vol.1, núm. 2. 11, agosto, 2012, pp. 112-128. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas- México. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v11n2/vela.pdf>

**ALVÍDREZ, A, GONZÁLEZ, B, JIMÉNEZ, ZACARIAS.** Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. [En línea] Revista de salud pública y nutrición, vol. 3, núm., 3. 3, julio, 2022 p. 25. Universidad Autónoma de Nuevo León (México). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn2002/spn023g.pdf>

**CONTEXTO GANADERO.** ¿Qué tipo de bebidas se pueden elaborar a base de suero de leche? [En línea]. Ganadería sostenible. Colombia. 2021. pp.1-4. [Consulta: 3 octubre 2022].

Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-tipo-de-bebidas-se-pueden-elaborar-base-de-suero-de>

[leche?fbclid=IwAR0IFGiB6aVDNtZb\\_iVRSEq7bM4THX5y5USjegSe67wiqbLrdsVgxRla79M](https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-tipo-de-bebidas-se-pueden-elaborar-base-de-suero-de-leche?fbclid=IwAR0IFGiB6aVDNtZb_iVRSEq7bM4THX5y5USjegSe67wiqbLrdsVgxRla79M)

**BACUILIMA, W.** Elaboración de una bebida funcional proteica saborizada de lactosuero Elaboración de una bebida funcional proteica saborizada de lactosuero (Trabajo de titulación) (Ingeniería Química) (Tesis de Pregrado) Universidad de Cuenca. Ingeniería Química. Cuenca - Ecuador. 2021. pp. 2-59. [Consulta: 2022-10-6]

Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/36553/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>

**TORRES. J.** Utilización del ultra filtrado de suero pasteurizado del queso para el desarrollo de una bebida isotónica. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) (Tesis de Pregrado). Universidad de Honduras. Ingeniería de alimentos. Honduras, 2001. P. 48 [Consulta: 2022-10-11]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f63594b8-9da0-4c51-8091-4812cd8c46e1/content>



## ANEXOS

### ANEXO A: ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO UTILIZANDO AZÚCAR DE PALMA COCO COMO EDULCORANTE NATURAL



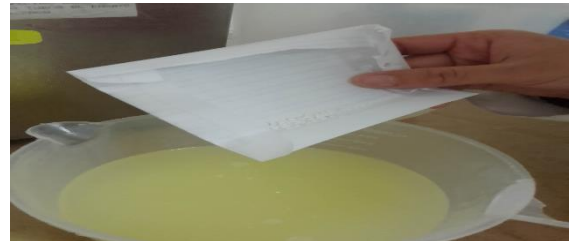
1. Recepción de la materia prima :Lacto suero, azúcar de coco y azúcar de mesa



2. Filtración de la bebida: Se utilizó un cedazo para eliminar cualquier residuo o materia extraña.



3. Preparación de la bebida: Se utilizó las formulaciones establecidas tanto para la bebida testigo con azúcar de mesa como para las bebidas adicionada el azúcar de coco con los niveles (5, 10 y



15%)

4. Se llevó a cabo la pasteurización  
A 85 ° C

5. Se agregó el estabilizante (CMC),  
el conservante (sorbato de potasio)  
y el saborizante de piña-coco, una  
vez frías las bebidas





5. Se envaso las bebidas y se dejó Enfriar



7. Almacenamiento de las bebidas a 4°C

## ANEXO B: DESARROLLO DEL LABORATORIO DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y BROMATOLOGICOS DE LA BEBIDA FUNCIONL



1. Desarrollo de los análisis en el laboratorio de bromatología para los análisis de: Lactosa, solidos totales, acidez titulable, PH, proteína, grasa, cenizas, fibra, vitamina C, minerales (Ca, Fe).

**ANEXO C: DESARROLLO DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN EL LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA ANIMAL**



1. Desarrollo de los análisis microbiológicos tanto de coliformes totales como de mohos y levaduras de la bebida funcional con lactosuero utilizando azúcar de coco como edulcorante natural

**ANEXO D: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL MEDIANTE LA PRUEBA HEDÓNICA EN EL LABORATORIO DE ALIMENTOS.**



1. Se desarrolló el análisis sensorial a 20 personas no capacitada para que pueda degustar las bebidas funcionales de lactosuero utilizando niveles de 2,10 y 15 % de azúcar de palma de coco y la bebida testigo con azúcar de mesa



### Análisis de la Varianza

| Variable    | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Lactosa (%) | 24 | 0,00026        | 0,00              | 18,67 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                      | SC       | gl | CM       | F        | p-valor  |
|---------------------------|----------|----|----------|----------|----------|
| Niveles de azúcar de coco | 3,00E-03 | 3  | 1,00E-03 | 1,70E-03 | 1,00E+00 |
| Error                     | 11,54    | 20 | 0,58     |          |          |
| Total                     | 11,54    | 23 |          |          |          |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,22736

Error: 0,5769

gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E.   |
|---------------------------|--------|---|--------|
| 0%                        | 4,06   | 6 | 0,31 A |
| 5%                        | 4,08   | 6 | 0,31 A |
| 10%                       | 4,08   | 6 | 0,31 A |
| 15%                       | 4,05   | 6 | 0,31 A |

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

- Diseño experimental del análisis físico-químico de sólidos totales

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 8            | 8,5  | 8,4  | 8,2  | 7,9  | 8,1  | 8,18     |
| 5%                          | 12,7         | 13,1 | 12,9 | 12,9 | 13   | 13,1 | 12,95    |
| 10%                         | 15,1         | 14,8 | 14,8 | 15,6 | 14,9 | 15,3 | 15,08    |
| 15%                         | 20           | 19,1 | 19,9 | 19,8 | 19   | 19,8 | 19,60    |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 13,95    |
| Coefficiente de variación   |              |      |      |      |      |      | 2,17     |

### Análisis de la Varianza

| Variable            | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|---------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Sólidos totales (%) | 24 | 1              | 0,99              | 2,17 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                      | SC     | gl | CM     | F       | p-valor |
|---------------------------|--------|----|--------|---------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 404,77 | 3  | 134,92 | 1473,22 | <0,0001 |
| Error                     | 1,83   | 20 | 0,09   |         |         |
| Total                     | 406,6  | 23 |        |         |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,48904**

Error: 0,0916

gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E. |   |   |
|---------------------------|--------|---|------|---|---|
| 0%                        | 8,18   | 6 | 0,12 | D |   |
| 5%                        | 12,95  | 6 | 0,12 |   | C |
| 10%                       | 15,08  | 6 | 0,12 |   | B |
| 15%                       | 19,60  | 6 | 0,12 |   | A |

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

- Diseño experimental de los análisis físico-químicos de la acidez titulable

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 0,42         | 0,44 | 0,45 | 0,46 | 0,45 | 0,43 | 0,44     |
| 5%                          | 0,45         | 0,45 | 0,44 | 0,38 | 0,43 | 0,43 | 0,43     |
| 10%                         | 0,38         | 0,42 | 0,39 | 0,41 | 0,42 | 0,37 | 0,40     |
| 15%                         | 0,41         | 0,32 | 0,41 | 0,36 | 0,39 | 0,35 | 0,375    |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 0,41     |
| Coefficiente de variación   |              |      |      |      |      |      | 6,28     |

#### Análisis de la

#### Varianza

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| Acidez (%) | 24 | 0,57           | 0,5               | 6,28 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC

#### tipo III)

| F.V.                      | SC   | GI | CM   | F    | p-valor |
|---------------------------|------|----|------|------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,02 | 3  | 0,01 | 8,66 | 0,0007  |
| Error                     | 0,01 | 20 | 04   |      |         |
| Total                     | 0,03 | 23 |      |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05**

**DMS=0,04167**

Error: 0,0007 gl:20

| Niveles de azúcar |        |   |      |   |     |
|-------------------|--------|---|------|---|-----|
| de coco           | Medias | N | E.E. |   |     |
| 0%                | 0,44   | 6 | 0,01 | A |     |
| 5%                | 0,43   | 6 | 0,01 | A | B   |
| 10%               | 0,40   | 6 | 0,01 |   | B C |
| 15%               | 0,37   | 6 | 0,01 |   | C   |

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

- Diseño experimental de los análisis físico-químicos del PH

| Niveles de azúcar<br>de coco % | Repeticiones |     |     |      |     |     | PROMEDIO |
|--------------------------------|--------------|-----|-----|------|-----|-----|----------|
|                                | I            | II  | III | IV   | V   | VI  |          |
| 0%                             | 5            | 4,8 | 5,1 | 5,20 | 5,2 | 4,5 | 5,0      |
| 5%                             | 5,1          | 5,1 | 5,4 | 5,5  | 4,5 | 4,9 | 5,1      |
| 10%                            | 5,7          | 5,5 | 5,7 | 5,9  | 6   | 5,7 | 5,8      |
| 15%                            | 6,6          | 6,3 | 6,2 | 6,1  | 6   | 6,2 | 6,2      |
| Promedio                       |              |     |     |      |     |     | 5,51     |
| Coeficiente de<br>variación    |              |     |     |      |     |     | 4,79     |

#### Análisis de la Varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| pH (%)   | 24 | 0,82           | 0,79              | 4,79 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC

##### tipo III)

| F.V.              | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|-------------------|------|----|------|-------|---------|
| Niveles de azúcar |      |    |      |       |         |
| de coco           | 6,35 | 3  | 2,12 | 30,45 | <0,0001 |
| Error             | 1,39 | 20 | 0,07 |       |         |
| Total             | 7,74 | 23 |      |       |         |

Test: Tukey Alfa=0,05

DMS=0,42601

Error: 0,0695 gl:20

| Niveles de azúcar |        |   |      |   |
|-------------------|--------|---|------|---|
| de coco           | Medias | n | E.E. |   |
| 0%                | 5,0    | 6 | 0,11 | C |
| 5%                | 5,1    | 6 | 0,11 | C |
| 10%               | 5,8    | 6 | 0,11 | B |
| 15%               | 6,2    | 6 | 0,11 | A |

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

**ANEXO G: ANOVA DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS REALIZADOS A LA BEBIDA FUNCIONAL CON LACTOSUERO CON NIVELES DE 0%, 5%, 10% Y 15% DE AZÚCAR DE COCO**

- Diseño experimental de los análisis bromatológicos de la proteína

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 0,91         | 1,02 | 1,02 | 0,79 | 0,85 | 1,02 | 0,93     |
| 5%                          | 1,02         | 1,08 | 0,68 | 0,85 | 0,96 | 0,96 | 0,92     |
| 10%                         | 1,02         | 0,85 | 0,96 | 1,07 | 0,90 | 0,85 | 0,94     |
| 15%                         | 1,02         | 0,90 | 1,13 | 0,91 | 0,74 | 0,90 | 0,93     |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 0,93     |
| Coeficiente de variación    |              |      |      |      |      |      | 12,66    |

**Análisis de la Varianza**

| Variable     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Proteína (%) | 24 | 0,003          | 0                 | 12,66 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                      | SC      | GI | CM      | F    | p-valor |
|---------------------------|---------|----|---------|------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,00085 | 3  | 0,00028 | 0,02 | 0,996   |
| Error                     | 0,28    | 20 | 0,01    |      |         |
| Total                     | 0,28    | 23 |         |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19104**

Error: 0,0140 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | N | E.E.   |
|---------------------------|--------|---|--------|
| 0%                        | 0,93   | 6 | 0,05 A |
| 5%                        | 0,92   | 6 | 0,05 A |
| 10%                       | 0,94   | 6 | 0,05 A |
| 15%                       | 0,93   | 6 | 0,05 A |

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

**Diseño experimental de los análisis bromatológicos de la Ceniza**

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 0,51         | 0,50 | 0,49 | 0,58 | 0,54 | 0,54 | 0,53     |
| 5%                          | 0,58         | 0,56 | 0,61 | 0,51 | 0,58 | 0,53 | 0,56     |
| 10%                         | 0,60         | 0,53 | 0,59 | 0,58 | 0,59 | 0,59 | 0,58     |
| 15%                         | 0,62         | 0,51 | 0,60 | 0,65 | 0,54 | 0,51 | 0,57     |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 0,56     |
| Coefficiente de variación   |              |      |      |      |      |      | 7,29     |

**Análisis de la Varianza**

| Variable   | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------|----|----------------|-------------------|------|
| Ceniza (%) | 24 | 0,23           | 0,11              | 7,29 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                      | SC   | Gl | CM     | F    | p-valor |
|---------------------------|------|----|--------|------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,01 | 3  | 0,0033 | 1,98 | 0,1491  |
| Error                     | 0,03 | 20 | 0,0017 |      |         |
| Total                     | 0,04 | 23 |        |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06594**

Error: 0,0017 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | N | E.E.   |
|---------------------------|--------|---|--------|
| 0%                        | 0,53   | 6 | 0,02 A |
| 5%                        | 0,56   | 6 | 0,02 A |
| 10%                       | 0,58   | 6 | 0,02 A |
| 15%                       | 0,57   | 6 | 0,02 A |

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



Diseño experimental de los análisis bromatológicos de la Grasa

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 0,20         | 0,40 | 0,21 | 0,21 | 0,20 | 0,23 | 0,24     |
| 5%                          | 0,23         | 0,24 | 0,27 | 0,40 | 0,21 | 0,20 | 0,26     |
| 10%                         | 0,30         | 0,25 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | 0,23 | 0,26     |
| 15%                         | 0,28         | 0,27 | 0,28 | 0,27 | 0,27 | 0,28 | 0,28     |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 0,26     |
| Coefficiente de variación   |              |      |      |      |      |      | 21,39    |

**Análisis de la Varianza**

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Grasa (%) | 24 | 0,05           | 0                 | 21,39 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                      | SC     | gl | CM     | F    | p-valor |
|---------------------------|--------|----|--------|------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,0033 | 3  | 0,0011 | 0,37 | 0,7779  |
| Error                     | 0,06   | 20 | 0,003  |      |         |
| Total                     | 0,06   | 23 |        |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,8913**

Error: 0,0030 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E.   |
|---------------------------|--------|---|--------|
| 0%                        | 0,24   | 6 | 0,02 A |
| 5%                        | 0,26   | 6 | 0,02 A |
| 10%                       | 0,26   | 6 | 0,02 A |
| 15%                       | 0,28   | 6 | 0,02 A |

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

• **Diseño experimental de los análisis bromatológicos de la Fibra**

| Niveles de azúcar de coco % | Repeticiones |      |      |      |      |      | PROMEDIO |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|------|------|----------|
|                             | I            | II   | III  | IV   | V    | VI   |          |
| 0%                          | 0,00         | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00     |
| 5%                          | 0,59         | 0,57 | 0,60 | 0,60 | 0,59 | 0,53 | 0,58     |
| 10%                         | 0,61         | 0,64 | 0,66 | 0,67 | 0,69 | 0,72 | 0,66     |
| 15%                         | 0,83         | 0,84 | 0,83 | 0,84 | 0,77 | 0,76 | 0,81     |
| Promedio                    |              |      |      |      |      |      | 0,52     |

Coefficiente de  
variación

5,79

**Análisis de la  
Varianza**

| Variable  | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------|----|----------------|-------------------|------|
| Fibra (%) | 24 | 0,99           | 0,99              | 5,79 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo  
III)**

| F.V.                         | SC   | gl | CM      | F      | p-valor |
|------------------------------|------|----|---------|--------|---------|
| Niveles de azúcar de<br>coco | 2,26 | 3  | 0,75    | 847,74 | <0,0001 |
| Error                        | 0,02 | 20 | 0,00089 |        |         |
| Total                        | 2,28 | 23 |         |        |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05**

**DMS=0,04816**

Error: 0,0009 gl:20

| Niveles de azúcar de |        |   |      |   |   |
|----------------------|--------|---|------|---|---|
| coco                 | Medias | n | E.E. |   |   |
| 0%                   | 0,00   | 6 | 0,01 |   | D |
| 5%                   | 0,58   | 6 | 0,01 |   | C |
| 10%                  | 0,67   | 6 | 0,01 | B |   |
| 15%                  | 0,81   | 6 | 0,01 | A |   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes

(p > 0,05)

- Diseño experimental de los análisis bromatológicos de Vitamina C

| Niveles de azúcar de coco % | PROMEDIO |      |      |      |      |       |
|-----------------------------|----------|------|------|------|------|-------|
|                             | I        | II   | III  | IV   | V    |       |
| 0%                          | 0,02     | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02  |
| 5%                          | 0,13     | 0,13 | 0,17 | 0,11 | 0,13 | 0,14  |
| 10%                         | 0,17     | 0,17 | 0,15 | 0,18 | 0,16 | 0,16  |
| 15%                         | 0,18     | 0,18 | 0,21 | 0,20 | 0,21 | 0,20  |
| Promedio                    |          |      |      |      |      | 0,13  |
| Coefficiente de variación   |          |      |      |      |      | 10,47 |

**Análisis de la Varianza**

| Variable       | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Vitamina C (%) | 24 | 0,97           | 0,96              | 10,47 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                      | SC     | gl | CM      | F      | p-valor |
|---------------------------|--------|----|---------|--------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,11   | 3  | 0,04    | 198,76 | <0,0001 |
| Error                     | 0,0037 | 20 | 0,00018 |        |         |
| Total                     | 0,11   | 23 |         |        |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02193**

Error: 0,0002 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E. |   |
|---------------------------|--------|---|------|---|
| 0%                        | 0,02   | 6 | 0,01 | D |
| 5%                        | 0,14   | 6 | 0,01 |   |
| 10%                       | 0,17   | 6 | 0,01 | B |
| 15%                       | 0,20   | 6 | 0,01 | A |

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

- Diseño experimental de los análisis bromatológicos de Calcio

| Niveles de azúcar de coco % | PROMEDIO |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|----------|------|------|------|------|------|
|                             | I        | II   | III  | IV   | V    |      |
| 0%                          | 0,81     | 0,85 | 0,79 | 0,77 | 0,89 | 0,82 |
| 5%                          | 0,93     | 1,01 | 0,97 | 0,99 | 1,05 | 1,01 |
| 10%                         | 0,97     | 0,99 | 0,99 | 0,97 | 0,97 | 0,98 |
| 15%                         | 1,13     | 1,17 | 1,27 | 1,19 | 1,07 | 1,19 |
| Promedio                    |          |      |      |      |      | 1,00 |
| Coeficiente de variación    |          |      |      |      |      | 5,89 |

**Análisis de la Varianza**

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Ca (%)   | 24 | 0,85           | 0,83              | 5,89 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.                      | SC   | gl | CM     | F     | p-valor |
|---------------------------|------|----|--------|-------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,39 | 3  | 0,13   | 37,62 | <0,0001 |
| Error                     | 0,07 | 20 | 0,0035 |       |         |
| Total                     | 0,46 | 23 |        |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09533**

Error: 0,0035 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E. |   |
|---------------------------|--------|---|------|---|
| 0%                        | 0,83   | 6 | 0,02 |   |
| 5%                        | 1,01   | 6 | 0,02 | B |
| 10%                       | 0,98   | 6 | 0,02 | B |
| 15%                       | 1,19   | 6 | 0,02 | A |

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

- Diseño experimental de los análisis bromatológicos de Hierro

| Niveles de azúcar de coco % | PROMEDIO |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | I        | II    | III   | IV    | V     |       |
| 0%                          | 0,006    | 0,011 | 0,009 | 0,010 | 0,010 | 0,009 |
| 5%                          | 0,012    | 0,012 | 0,013 | 0,013 | 0,014 | 0,013 |
| 10%                         | 0,014    | 0,015 | 0,015 | 0,016 | 0,016 | 0,015 |
| 15%                         | 0,018    | 0,017 | 0,018 | 0,019 | 0,016 | 0,018 |
| Promedio                    |          |       |       |       |       | 0,014 |
| Coefficiente de variación   |          |       |       |       |       | 8,5   |

#### Análisis de la Varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV  |
|----------|----|----------------|-------------------|-----|
| Fe (%)   | 24 | 0,9            | 0,88              | 8,5 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.                      | SC       | gl | CM        | F     | p-valor |
|---------------------------|----------|----|-----------|-------|---------|
| Niveles de azúcar de coco | 0,00023  | 3  | 0,000077  | 57,37 | <0,0001 |
| Error                     | 0,000027 | 20 | 0,0000014 |       |         |
| Total                     | 0,00026  | 23 |           |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00188**

Error: 0,000 gl:20

| Niveles de azúcar de coco | Medias | n | E.E.   |   |
|---------------------------|--------|---|--------|---|
| 0%                        | 0,009  | 6 | 0,0005 | D |
| 5%                        | 0,013  | 6 | 0,0005 | C |
| 10%                       | 0,015  | 6 | 0,0005 | B |
| 15%                       | 0,018  | 6 | 0,0005 | A |

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

## ANÁLISIS SENSORIAL

### ANEXO H: DISEÑO EXPERIMENTAL DE SABOR POR LA PRUEBA KRUSKALL WALLIS

| Variable | Niveles de azúcar de coco | N | Medias | D.E. | Medianas | H     | P      |
|----------|---------------------------|---|--------|------|----------|-------|--------|
| Sabor    | 0%                        | 6 | 3,68   | 0,13 | 3,70     | 11,29 | 0,0091 |
|          | 5%                        | 6 | 3,88   | 0,15 | 3,85     |       |        |
|          | 10%                       | 6 | 4,07   | 0,12 | 4,00     |       |        |
|          | 15%                       | 6 | 3,98   | 0,21 | 4,00     |       |        |

Realizado por: Arcos, Viviana, 2022.

Fuente: INFOSTAT, 2022

EE: Error estándar

Prob.  $>0,05$ : No existen diferencias significativas

Prob.  $<0,05$ : Existen diferencia significativas

Prob.  $<0,01$ : Existen diferencias altamente significativas

## ANEXO I: REGRESIONES DE LOS ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS

### SOLIDOS TOTALES

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F         | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------|--------------------|
| Regresión | 1                  | 397,12408         | 397,1240                  | 922,03364 | 1,8719E-19         |
| Residuos  | 22                 | 9,4755            | 0,430704                  | 55        |                    |
| Total     | 23                 | 406,59958         | 33                        |           |                    |

|              | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 8,4966666     | 0,2241625    | 37,90403      | 1,5552E-21   | 8,031781     | 8,961551     | 8,031781       | 8,961551       |
| Variable X 1 | 72,7666666    | 2,3963988    | 30,36500      | 1,8719E-19   | 67,79683     | 77,73649     | 67,79683       | 77,73649       |

## ÁCIDEZ TITULABLE

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>  | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1                         | 0,0166380                | 0,0166380                        | 25,741858 | 4,4087E-05                |
| Residuos  | 22                        | 0,0142195                | 0,0006463                        |           |                           |
| Total     | 23                        | 0,0308576                |                                  |           |                           |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción |                      |                     | 51,441185            |                     |                     |                     |                       |                       |
| n            | 0,4467               | 0,0086837           | 9                    | 2,0216E-24          | 0,4286911           | 0,4647089           | 0,4286911             | 0,4647089             |
| Variable X   |                      | 0,0928326           | 5,0736435            |                     | 0,6635232           | 0,2784767           | 0,6635232             | 0,2784767             |
| 1            | -0,471               | 9                   | 5                    | 4,4087E-05          | 2                   | 8                   | 2                     | 8                     |

## PH

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>  | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1                         | 5,9853333                | 5,9853333                        | 75,115421 | 1,5237E-08                |
| Residuos  | 22                        | 0,0796818                | 1,753                            |           |                           |
| Total     | 23                        | 7,7383333                |                                  |           |                           |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 4,8383333            | 0,0964168           | 50,181399            |                     | 4,6383769           | 5,0382896           | 4,6383769             | 5,0382896             |
| n            | 3                    | 7                   | 9                    | 3,4728E-24          | 9                   | 8                   | 9                     | 8                     |
| Variable X   | 8,9333333            | 1,0307396           | 8,6669153            |                     | 6,7957101           | 11,070956           | 6,7957101             | 11,070956             |
| 1            | 3                    | 6                   | 2                    | 1,5237E-08          | 2                   | 5                   | 2                     | 5                     |

## FIBRA

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | Valor crítico de F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| Regresión | 1                  | 1,89349586        | 1,89349586                | 106,9753           | 6,5137E-10         |
| Residuos  | 22                 | 0,389406          | 0,0177003                 |                    |                    |
| Total     | 23                 | 2,282902          |                           |                    |                    |

|              | Coefficientes | Error típico | Probabilidad Estadístico t | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|--------------|---------------|--------------|----------------------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 0,138363      | 0,045442     | 3,04480269                 | 0,044121     | 0,232606     | 0,044121       | 0,232606       |
| Variable X 1 | 5,024600      | 0,485802     | 10,3428893                 | 4,017108     | 6,032093     | 4,017108       | 6,032093       |

## VITAMINA C

| Promedio de los cuadrados | F          | Valor crítico de F |
|---------------------------|------------|--------------------|
| 0,09879379                | 122,416978 | 1,8592E-10         |
| 0,00080703                |            |                    |

| Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95,0% | Superior 95,0% |
|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| 4,40152363    | 0,00022625   | 0,02258578   | 0,06283242   | 0,02258578     | 0,06283242     |
| 11,0642206    | 1,8592E-10   | 0,93258803   | 1,36284263   | 0,93258803     | 1,36284263     |

## CALCIO

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | Valor crítico de F | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|
| Regresión | 1                  | 0,3385873         | 0,3385873                 | 55,306720          | 1,9401E-07         |
| Residuos  | 22                 | 0,1346838         | 0,0061219                 |                    |                    |
| Total     | 23                 | 0,4732712         |                           |                    |                    |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0,8421868            | 0,0267251           | 31,512918            |                     | 0,7867623           | 0,8976113           | 0,7867623             | 0,8976113             |
|              | 5                    | 3                   | 1                    | 8,4212E-20          | 2                   | 7                   | 2                     | 7                     |
|              | 2,1247349            | 0,2857036           |                      |                     |                     | 2,7172480           |                       | 2,7172480             |
| Variable X 1 | 3                    | 6                   | 7,4368488            | 1,9401E-07          | 1,5322218           | 6                   | 1,5322218             | 6                     |

## HIERRO

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>  | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1                         | 0,000229                 | 0,000229                         | 170,09876 | 7,9027E-12                |
| Residuos  | 22                        | 0,000029                 | 0,000001                         |           |                           |
| Total     | 23                        | 0,000259                 | 33                               |           |                           |

|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0,0095166            | 0,000396            | 23,97974             | 2,9105E-17          | 0,008693            | 0,010339            | 0,008693              | 0,010339              |
|              | 7                    | 86                  | 6                    | 17                  | 62                  | 71                  | 62                    | 71                    |
| Variable X 1 | 0,0553333            | 0,004242            | 13,04219             | 7,9027E-12          | 0,046534            | 0,064132            | 0,046534              | 0,064132              |
|              | 3                    | 64                  | 17                   | 12                  | 64                  | 03                  | 64                    | 03                    |

## ANÁLISIS SENSORIAL

### SABOR

### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>  | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1                         | 0,352083                 | 0,352083                         | 12,150326 | 0,002094                  |
| Residuos  | 22                        | 0,028977                 | 0,001317                         |           |                           |
| Total     | 23                        | 0,381060                 | 33                               |           |                           |



|              | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 3,7416666            | 0,058143            | 64,35213             | 1,5129E-26          | 3,621084            | 3,862249            | 3,621084              | 3,862249              |
| Variable X 1 | 2,1666666            | 0,621581            | 3,485731             | 0,0020945           | 0,877585            | 3,455747            | 0,877585              | 3,455747              |



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:** 06 / 03 / 2023

|  |
|--|
| <b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>                           |
| <b>Nombres – Apellidos:</b> Viviana Micaela Arcos Ramos      |
| <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 |



0313-DBRA-UTP-2023