



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**ELABORACIÓN DE HELADO CON LA UTILIZACIÓN DE YACA**  
**(*Artocarpus heterophyllus*) COMO PIGMENTO NATURAL.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA:**

**ROSA ELISA ROJAS AMAGUAYA**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**ELABORACIÓN DE HELADO CON LA UTILIZACIÓN DE YACA**  
**(*Artocarpus heterophyllus*) COMO PIGMENTO NATURAL**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**AUTORA:** ROSA ELISA ROJAS AMAGUAYA

**DIRECTOR:** ING. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ÁLVAREZ PHD.

Riobamba – Ecuador

2023


© 2023, Rosa Elisa Rojas Amaguaya

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

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

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

Riobamba, 24 de agosto de 2023






**Rosa Elisa Rojas Amaguaya**

**060577924-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Trabajo Experimental, **ELABORACIÓN DE HELADO CON LA UTILIZACIÓN DE YACA (*Artocarpus heterophyllus*) COMO PIGMENTO NATURAL**, realizado por la señorita: **ROSA ELISA ROJAS AMAGUAYA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Iván Patricio Salgado Tello, Ms C. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-08-24
Ing. Luis Fernando Arboleda Álvarez, PhD <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		23-08-24
Ing. Gabriela Margarita Vayas Castillo Mg. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-08-24

## **DEDICATORIA**

Es mi deseo como sencillo gesto de agradecimiento dedicarle mi trabajo de tesis a mi padre celestial por ser mi fuerza en mi camino, el que me acompañó en mis momentos más duros de mi vida por ayudarme a levantarme en cada tropiezo y protegerme durante todo mi camino.

Rosa

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres por el apoyo que me han brindado en todo el trascurso de mis estudios universitarios, especialmente a mi madre que confió en mis capacidades de llegar a lograr esta meta, me ha enseñado a no rendirme y a luchar por tener un mejor futuro, a mis ingenieros/as por el tiempo y esfuerzo que dedicaron a compartir sus conocimientos y a la facultad de Ciencias Pecuarias por enseñarme nuevos conocimientos y el gran valor que tiene esta carrera, agradezco muy especialmente al Ing. Luis Fernando Arboleda y a la Ing. Gabriela Vayas Castillo Mg. por su confianza ayuda e interés al otorgarme en este proyecto de tesis.

Rosa Rojas

## ÍNDICE DE CONTENIDO

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

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Justificación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Metas .....</b>	<b>4</b>

### CAPÍTULO II

<b>2. REVISIÓN LITERARIA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Yaca.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1. <i>Definición de yaca</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. <i>Desarrollo de la yaca</i> .....</b>	<b>5</b>
2.1.2.1. <i>Clima</i> .....	5
2.1.2.2. <i>Temporada</i> .....	5
2.1.2.3. <i>Cosecha</i> .....	5
2.1.2.4. <i>Almacenamiento</i> .....	6
<b>2.1.3. <i>Descripción botánica</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.4. <i>Clasificación taxonómica</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.5. <i>Aporte nutricional de la yaca en 100 g de pulpa</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.6. <i>Aporte nutricional de la semilla fresca y seca de la yaca.</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.7. <i>Usos comestibles</i>.....</b>	<b>8</b>



2.1.8.	<i>Beneficios</i> .....	8
2.2.	<b>Colorante</b> .....	9
2.2.1.	<i>Colorante natural</i> .....	9
2.2.2.	<i>Colorante sintético</i> .....	9
2.2.3.	<i>Aditivo alimentario</i> .....	9
2.2.4.	<i>Pigmentos</i> .....	10
2.2.5.	<i>Antocianinas</i> .....	10
2.2.6.	<i>Tipo de pigmentos vegetales</i> .....	10
2.2.6.1.	<i>Clorofílicos</i> .....	10
2.2.6.2.	<i>Carotenoides</i> .....	10
2.2.6.3.	<i>Antociánicos</i> .....	10
2.2.6.4.	<i>Flavonoides</i> .....	11
2.2.6.5.	<i>Betaláinicos</i> .....	11
2.2.7.	<i>Importancia de pigmentos naturales</i> .....	11
2.2.8.	<i>Importancia del color en los alimentos</i> .....	11
2.2.9.	<i>Toxicología de colores exentos de certificación</i> .....	11
2.2.10.	<i>Uso de los colorantes en la industria de helados</i> .....	12
2.3.	<b>Origen de los helados</b> .....	12
2.3.1.	<i>Definición del helado</i> .....	13
2.3.2.	<i>Tipos de helados</i> .....	13
2.4.	<b>Extracción del pigmento</b> .....	14
2.4.1.	<i>Método de liofilizado</i> .....	14
2.4.2.	<i>Proceso de liofilización</i> .....	14
2.4.3.	<i>Beneficios de la liofilización</i> .....	15

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
3.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	16
3.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	16
3.3.	<b>Materiales, equipos e insumos</b> .....	16
3.3.1.	<i>Materiales</i> .....	16
3.3.2.	<i>Equipos</i> .....	17
3.3.3.	<i>Insumos</i> .....	17
3.4.	<b>Tratamiento y diseño del experimental</b> .....	17
3.4.1.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	18

<b>3.5.</b>	<b>Medidas experimentales</b> .....	18
<b>3.5.1.</b>	<i>Análisis fisicoquímico (que se realizó al pigmento extraído de la yaca)</i> .....	18
<b>3.5.2.</b>	<i>Análisis fisicoquímico (que se realizó al producto final “helado”)</i> .....	18
<b>3.5.3.</b>	<i>Análisis Microbiológicos</i> .....	18
<b>3.5.4.</b>	<i>Análisis Organoléptico</i> .....	19
<b>3.6.</b>	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	19
<b>3.7.</b>	<b>Procedimiento experimental</b> .....	19
<b>3.7.1.</b>	<i>Formulación experimental</i> .....	20
<b>3.7.2.</b>	<i>Extracción del pigmento de yaca</i> .....	21
<b>3.7.3.</b>	<i>Elaboración del helado</i> .....	23
<b>3.8.</b>	<b>Metodología de evaluación</b> .....	25
<b>3.8.1.</b>	<i>Análisis fisicoquímico</i> .....	25
3.8.1.1.	<i>Determinación de humedad</i> .....	25
3.8.1.2.	<i>Determinación de pH</i> .....	25
3.8.1.3.	<i>Determinación de densidad</i> .....	26
3.8.1.4.	<i>Determinación de proteína</i> .....	26
3.8.1.5.	<i>Determinación de cenizas</i> .....	27
<b>3.8.2.</b>	<i>Análisis Microbiológico</i> .....	28
3.8.2.1.	<i>Siembra</i> .....	28
3.8.2.2.	<i>Incubación y Conteo</i> .....	29
3.8.2.3.	<i>Recuento de Coliformes Totales (UFC/g)</i> .....	29
3.8.2.4.	<i>Recuento de Escherichia coli (UFC/g)</i> .....	29
3.8.2.5.	<i>Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)</i> .....	29
<b>3.8.3.</b>	<i>Análisis Organoléptico</i> .....	29
<b>3.8.4.</b>	<i>Análisis económico</i> .....	30
3.8.4.1.	<i>Costo de producción</i> .....	30
3.8.4.2.	<i>Beneficio/Costo (B/C)</i> .....	30

## CAPÍTULO IV

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
<b>4.1.</b>	<b>Caracterización fisicoquímica del pigmento natural de yaca</b> .....	31
<b>4.1.1.</b>	<i>Humedad</i> .....	31
<b>4.1.2.</b>	<i>pH</i> .....	32
<b>4.1.3.</b>	<i>Densidad</i> .....	33
<b>4.1.4.</b>	<i>Proteína</i> .....	34

4.1.5.	<i>Cenizas</i> .....	35
4.1.6.	<i>Solubilidad</i> .....	35
4.2.	<b>Análisis fisicoquímicos del helado con la utilización de yaca como pigmento natural</b> .....	36
4.2.1.	<i>Humedad</i> .....	36
4.2.2.	<i>pH</i> .....	36
4.2.3.	<i>Densidad</i> .....	37
4.2.4.	<i>Proteína</i> .....	37
4.3.	<b>Análisis microbiológico</b> .....	38
4.4.	<b>Análisis sensorial</b> .....	38
4.4.1.	<i>Color</i> .....	39
4.4.2.	<i>Olor</i> .....	40
4.4.3.	<i>Sabor</i> .....	40
4.4.4.	<i>Textura</i> .....	41
4.5.	<b>Análisis económico</b> .....	41
4.5.1.	<i>Costo de producción y beneficio/costo del producto</i> .....	41
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	43
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	44

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación taxonómica .....	6
<b>Tabla 2-2:</b> Aporte nutricional de la yaca en 100g de pulpa.....	7
<b>Tabla 2-3:</b> Aporte nutricional de la semilla fresca y seca de la Yaca .....	7
<b>Tabla 2-4:</b> Tipos de helados .....	13
<b>Tabla 3-1:</b> Esquema experimental .....	18
<b>Tabla 3-2:</b> Esquema del ADEVA.....	19
<b>Tabla 3-3:</b> Formulación experimental para elaboración de helado a base de yaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> ) con diferentes niveles de pigmentación.....	20
<b>Tabla 4-1:</b> Características fisicoquímica del pigmento natural de yaca .....	31
<b>Tabla 4-2:</b> Composición fisicoquímica del helado elaborado con la utilización de diferentes niveles de yaca como pigmento. ....	36
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados Microbiológicos .....	38
<b>Tabla 4-4:</b> Valoración sensorial de los helados elaborados con diferentes niveles de yaca. ....	39
<b>Tabla 4-5:</b> Evaluación económica del helado con la utilización de yaca como pigmento natural .....	42

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Proceso de liofilización .....	14
<b>Ilustración 3-1:</b> Diagrama de proceso del pigmento de yaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> ).....	21
<b>Ilustración 3-2:</b> Diagrama de proceso de helado de yaca ( <i>Artocarpus heterophyllus</i> ) como pigmento natural.....	23

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4-1:</b> Porcentaje de Humedad del pigmento de yaca .....	31
<b>Gráfico 4-2:</b> Porcentaje de pH del pigmento de yaca .....	32
<b>Gráfico 4-3:</b> Porcentaje de Densidad del pigmento de yaca.....	33
<b>Gráfico 4-4:</b> Porcentaje de Proteína del pigmento de yaca .....	34
<b>Gráfico 4-5:</b> Porcentaje de Cenizas del pigmento de yaca .....	35
<b>Gráfico 4-6:</b> Valoración organoléptica de color. ....	39
<b>Gráfico 4-7:</b> Valoración organoléptica de olor. ....	40
<b>Gráfico 4-8:</b> Valoración organoléptica de sabor. ....	40
<b>Gráfico 4-9:</b> Valoración organoléptica de textuta.....	41

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** FORMATO PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS HELADOS

**ANEXO B:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL HELADO DE YACA

**ANEXO C:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL HELADO DE YACA

**ANEXO D:** ANÁLISIS SENSORIAL DEL HELADO DE YACA

**ANEXO E:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE HUMEDAD

**ANEXO F:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH

**ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE DENSIDAD

**ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA

**ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE MOHOS Y LEVADURAS

**ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE OLOR

**ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE COLOR

**ANEXO L:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE SABOR

**ANEXO N:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE TEXTURA

**ANEXO M:** ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PIGMENTO NATURAL DE YACA

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo elaborar un helado con la utilización de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) como pigmento natural, usando un diseño experimental de tres diferentes niveles de pigmentación 3%, 6% y 9% frente a un tratamiento testigo 0%. La elaboración del producto se inició con la obtención de la pulpa de yaca para extraer el pigmento natural lo cual se utilizó el método de liofilización en un lapso de 4 a 5 días ya que su porcentaje de agua en la fruta es muy alto tiende a tener el 89,97%, luego se realizó el pesaje de los ingredientes sólidos e ingredientes líquidos para su respectiva mezcla así evitar grumos y mejorar la cremosidad del helado. Una vez obtenido el pigmento se procedió a colocar en el helado de crema probando diferentes niveles de pigmentación, donde se evaluaron el análisis sensorial mediante la prueba de degustación utilizando 25 panelistas no entrenados alcanzando el mayor nivel de aceptabilidad con el tratamiento 3 que pertenece al 9% de pigmentación. En cuanto a los análisis microbiológicos se pudo observar ausencia total de *Escherichia coli* y *Coliformes totales*, pero en Mohos y Levaduras se reportó presencia, lo cual el valor que se obtuvo se encuentra dentro de los parámetros establecidos demostrando que el producto fue elaborado en las mejores normas de inocuidad. Por lo tanto, es posible elaborar helado con la utilización de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) utilizando el 9% de pigmento lo cual tiene una gran aceptabilidad.

**Palabras clave:** <YACA, (*Artocarpus heterophyllus*)>, <PIGMENTO>, <LEVADURAS>, <JACKFRUIT>, <MICROORGANISMO>.



18-10-2023

1846-DBRA-UPT-2023



## ABSTRACT

This research aims to make ice cream using jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) as a natural pigment. The process employed a three-level experimental design with pigment concentrations of 3%, 6%, and 9%, compared to a control treatment of 0%. The ice cream's production began with the extraction of jackfruit pulp to obtain the natural pigment. This pigment was possible using the lyophilization method, which took 4 to 5 days due to the fruit's high-water content, approximately 89.97%. The next step was to weigh solid and liquid ingredients to ensure proper mixing, preventing lumps and enhancing the creaminess of the ice cream. Once the pigment was obtained, it was incorporated into the ice cream, with different pigment concentrations tested. Sensory analysis was conducted through a tasting test with 25 untrained panelists. The treatment 3, containing a 9% pigment concentration, showed the highest level of acceptability. The microbiological analysis confirmed the absence of *Escherichia coli* and total coliforms, but molds and yeasts were present into the accepted parameters. This fact demonstrated that the product followed the highest safety standards. Therefore, using jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) with a 9% pigment concentration is possible due to its high acceptability level.

**Keywords:** <YACA (*Artocarpus heterophyllus*)>, <PIGMENT>, <YEASTS>, <MICROORGANISM>, <JACKFRUIT>

  
Lic. Mónica Logroño Becerra.  
060274953-3

**18-10-2023**  
**1846-DBRA-UPT-2023**



## INTRODUCCIÓN

El color de los alimentos es una característica importante a tener en cuenta a la hora de elegir uno de ellos, crea la primera impresión e influye en la decisión final del consumidor (Admin, 2018, p. 2).

Actualmente, la industria alimentaria utiliza deliberadamente aditivos alimentarios como colorantes, saborizantes y conservantes para cambiar y mejorar los aspectos físicos, químicos y sensoriales de los alimentos al convertir estos aditivos en compuestos alimentarios esenciales; por lo tanto, el uso excesivo de aditivos como los pigmentos sintéticos ha generado mucha controversia y discusión científica debido a sus efectos negativos para la salud (OMS, 2018, p. 1).

Hoy en día, la mayoría de los alimentos que compramos son artificiales o contienen aditivos sintéticos. Los más utilizados son los pigmentos sintéticos que se encuentran en refrescos, helados, jaleas, postres, bebidas, jugos artificiales, dulces y yogures que están al alcance de todos y provocan alergias a largo plazo y otras afecciones como asma, alergia y ciertos trastornos psicomotores que pueden ocurrir debido al efecto directo del pigmento sintético sobre el sistema nervioso central (FARBE, 2017, p. 3).

La Organización Mundial de la Salud ha evaluado los riesgos para la salud del uso de aditivos alimentarios y, dado que son muy peligrosos para los humanos, recomienda el uso de estos aditivos según la dosis y las condiciones de los alimentos (OMS, 2018, p. 4).

Ecuador tiene un excedente de alimentos que es perjudicial para la salud y el medio ambiente, por lo que la gente necesita productos saludables (Calero, 2011, 25).

En nuestro país no existe mucho interés en la extracción de pigmentos naturales a partir de productos agrícolas que contienen gran cantidad de pigmentos, de los cuales se pueden obtener diversos pigmentos para el uso industrial. Los mismos que pueden beneficiar a las personas que necesitan alimentos libres de aditivos artificiales que afecten la salud en su día a día (Yanchapanta, 2011, p. 21).

Por lo tanto, es necesario extraer pigmentos naturales de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) como una alternativa de los pigmentos naturales y un sustituto bueno y eficaz de los pigmentos artificiales para proporcionar a los consumidores alimentos más seguros a largo plazo sin dañar su salud (Sánchez, 2013, p. 237).

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Planteamiento del problema

El hombre utiliza pigmentos artificiales en el procesamiento de alimentos sin medir sus efectos alergénicos y cancerígenos. El uso excesivo de pigmentos sintéticos en el procesamiento de alimentos provoca reacciones alérgicas y puede provocar cáncer, y en combinación con algunos conservantes provoca trastornos del comportamiento (Food News, 2014, p. 2).

En el Ecuador se utilizan pigmentos sintéticos en la elaboración de productos alimenticios, ya que diversos estudios han demostrado que de su exquisita apariencia y presentación dependerá la aceptación del producto por parte del consumidor, estos productos son los más vendidos en el mundo, por lo tanto, los fabricantes de alimentos deben adquirir pigmentos para que sus productos sean mejor aceptados por los consumidores, y los pigmentos se crean a partir de reacciones químicas que causan algunos inconvenientes a la salud de los consumidores, debido a su alta toxicidad (Portal 20 minutos, 2018, p. 2).

Otro factor es la escasa de información sobre las características y beneficios que ofrece la fruta yaca (*Artocarpus heterophyllus*), esto ha generado una falta de conocimiento y sobre todo muchas de las personas desconocen de la fruta ya que no es muy consumida aquí en el Ecuador, lo mismo que ha influido que los productores no busquen nuevas alternativas en la elaboración de nuevos productos, como por ejemplo sustituir los pigmentos artificiales por pigmentos naturales (Ulloa, et al., 2007, p. 374).

#### 1.2. Justificación

El reto trascendental de la industria alimentaria es sustituir los pigmentos artificiales por colorantes naturales, pero este sigue siendo un reto por la insuficiente producción y fabricación de estos productos. Los consumidores actuales exigen que los alimentos sean lo más naturales y libres de aditivos posibles, y esta tendencia ha animado a la industria alimentaria a intentar sustituir los colorantes sintéticos por naturales de una forma u otra (Córdoba, 2016, p.3).

Los pigmentos derivados de fuentes naturales han mejorado significativamente en los últimos años, al igual que los carotenoides y las antocianinas. Estos compuestos no solo aportan color,

sino que también son una fuente de antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades crónicas, por lo que la investigación es muy importante (Girón, et al., 2016, p. 61).

Los pigmentos naturales como las antocianinas tienen un gran potencial para la sustitución de colorantes artificiales razón por lo que es significativo conocer aspectos bioquímicos de estos pigmentos que abarcan una gama de colores desde el rojo al azul, razón por la que las antocianinas resultan ser una nueva alternativa para la obtención de colorantes naturales con valor agregado para el consumo del ser humano (Tomasini, 2018, p. 35).

La importancia de extraer pigmentos naturales de los productos ecuatorianos a partir de la yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es una alternativa para reducir el uso de colorantes artificiales en la industria alimentaria. El impacto de este estudio está dirigido a la industria alimentaria y, dado que el color es un componente de todos los alimentos, el principal beneficiario es el consumidor. Esto se debe a que extraer el color natural y utilizarlo en la preparación de alimentos tiene grandes beneficios para la salud de quienes lo consumen (Sánchez, 2013, p. 236).

Esta investigación permite obtener tintes naturales que pueden reemplazar a los pigmentos sintéticos y ayudar a prevenir y reducir las condiciones médicas que afectan el bienestar humano. También es relevante porque la población tiene alternativas para mejorar la calidad de vida al consumir alimentos que contienen pigmentos naturales. De productos locales que sean de fácil acceso y al alcance de toda la población (Kraser & Hernández, 2020, p. 22).

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

Elaborar un helado con la utilización de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) como pigmento natural.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Extraer y caracterizar el pigmento natural de la yaca.
- Evaluar el helado elaborado con diferentes niveles de pigmentos de yaca al (3%, 6%, 9%), mediante el análisis bromatológico, microbiológico y organoléptico.
- Determinar el costo de producción y la rentabilidad del helado con pigmento de yaca mediante el beneficio/costo.

#### **1.4. Metas**

El presente trabajo experimental tiene presente las siguientes metas:

- Fomentar el consumo de pigmentos naturales para evitar el exceso de pigmentos artificiales, ya que el consumo de dicho producto puede causar problemas de salud.
- Dar a conocer la fruta yaca (*Artocarpus heterophyllus*) a los consumidores ya que la misma tiene deficiencia de existencia e información sobre sus beneficios que contienen.
- Encajar pigmentos naturales con propiedades adecuadas para el desarrollo de la industria alimentaria en el mercado local.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN LITERARIA

#### 2.1. Yaca

##### 2.1.1. *Definición de yaca*

El árbol de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) es un árbol frutal tropical de la familia moraceae.

El interior de la fruta es de color amarillo a naranja, similar a un mango. Su jugo es ligeramente ácido y profundamente dulce, recuerda a una mezcla de mango y naranja, con otros sabores como plátano, manzana, guanábana, papaya y piña, aunque tiene su propio sabor. Debido a esta extraña mezcla de sabores, los nativos latinoamericanos la conocen como la fruta con el sabor de todas las frutas (Wikipedia, 2015, p. 3).

##### 2.1.2. *Desarrollo de la yaca*

###### 2.1.2.1. *Clima*

Adaptadas solo a climas tropicales y subtropicales húmedos, las yacas son sensibles a las heladas y tolerantes a la sequía en sus primeros años de vida.

###### 2.1.2.2. *Temporada*

La yaca madura principalmente de marzo a junio, de abril a septiembre, según la zona climática, con algunos cultivos fuera de temporada de septiembre a diciembre.

###### 2.1.2.3. *Cosecha*

Los frutos maduran de 3 a 8 meses de floración, a veces cortadas en la parte superior de la fruta para acelerar la maduración y mejorar el sabor.

#### 2.1.2.4. Almacenamiento

Las yacas se vuelven marrones y se echan a perder rápidamente después de la cosecha al momento de la maduración. La prueba de frío muestra que la fruta madura se puede almacenar a 52-55°F y 85-95% de humedad relativa durante 3-6 semanas (Esquivel, et al., 2020, p. 66).

#### 2.1.3. Descripción botánica

**Olor:** Tiene un olor fuerte y dulce que se puede oler desde lejos.

**Sabor:** La pulpa madura de esta fruta tiene un fuerte sabor dulce además un sabor carnosos y se puede comer como verdura.

**Árboles:** Los árboles extienden grandes ramas con troncos anchos y de madera dura.

**Hojas:** Las hojas de este árbol tienen forma ovalada, textura coriácea y brillo. Son de color verde oscuro con nervios centrales y venas muy distintas.

**Flores:** Las primeras flores son de color verde pálido, son rectangulares y ancho y elevado.

**Frutos:** Son enormes, de hasta 90 cm de largo, colgando de ramas y troncos. Las semillas casi en forma de riñón, de 2-3 cm de largo, incrustadas en la pulpa. Se considera una fruta tropical exótica y por lo tanto requiere cuidados, pero sobre todo buenas condiciones climáticas (MEFCCA, 2017, p. 15).

#### 2.1.4. Clasificación taxonómica

**Tabla 2-1:** Clasificación taxonómica

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Rosales
<b>Familia</b>	Moraceae
<b>Género</b>	Artocarpus
<b>Especie</b>	<i>Artocarpus heterophyllus</i>

Fuente: Berendsohn, 2012.

Realizado por: Rojas R., 2023.



### 2.1.5. Aporte nutricional de la yaca en 100 g de pulpa

**Tabla 2-2:** Aporte nutricional de la yaca en 100g de pulpa.

COMPOSICIÓN	CANTIDAD
Energía, Kal	95,0
Proteína (g)	1,72
Hidratos de carbono (g)	23,5
Grasas total (g)	0,64
Fibra dietética (g)	1,50
Niacina (mg)	0,92
Fosfatos (g)	24,00
Riboflavina (mg)	0,055
Tiamina (mg)	0,105
Vitamina E (mg)	0,34
Vitamina C (mg)	13,7
Vitamina A (UI)	110
Potasio (mg)	303
Sodio (mg)	3,0
Hierro (mg)	0,60
Calcio (mg)	34,0
Manganeso (mg)	37,0
Zinc (mg)	0,42
Selenio (mg)	0,60
Fosforo (mg)	36,0
Luteína, zeaxantina (mg)	157,0
Crypto-xantina-B, (g)	5,00

Fuente: Berendsohn, 2012.

Elaborado por: Rojas R., 2023.

### 2.1.6. Aporte nutricional de la semilla fresca y seca de la yaca.

**Tabla 2-3:** Aporte nutricional de la semilla fresca y seca de la Yaca

COMPOSICIÓN	SEMILLA FRESCA	SEMILLA SECA
Humedad %	57,77	51,60
Proteína (g)	6,60	
Hidratos de carbono (g)	38,4	

Colesterol (mg)	0,0	
Grasa Total (g)	0,4	
Fibras (g)	1,5	
Cenizas (g)	1,25-1,50	2,96
Calcio (mg)	0,05-0,55	0,13
Fosforo (mg)	0,13-0,23	0,54
Hierro (mg)	0,002-1,200	0,0005

Fuente: Penelo, 2018.

Realizado por: Rojas R., 2023.

### 2.1.7. Usos comestibles

- El fruto maduro se consume de manera crudo.
- También lo utilizan en ensalada de frutas.
- Las semillas se cocinan y fríen con fines comestibles ya que tiene un sabor agradable (Guzmán, 2013, p. 4).

### 2.1.8. Beneficios

*Artocarpus heterophyllus*, Fortalece nuestro organismo frente a infecciones virales y bacterias, además es antioxidante porque frena la oxidación de otras moléculas, mejora el sistema inmunológico gracias a la presencia de vitamina C, vitamina C y A reduce gripes y resfriados, vitamina A. El consumo regular de estas frutas es muy importante para la prevención del cáncer (Herrera, 2015, p. 169).

Según especialistas en temas de cáncer, dice que es mejor comer los alimentos de manera cruda ya que el cáncer es una deficiencia de vitaminas, y también menciona que es un desequilibrio en la química corporal y el metabolismo celular, ya que el tratamiento consiste en corregir el desequilibrio en el cuerpo mediante el consumo de jugo crudo, especialmente de la yaca (Grigna, et al., 2010, p. 26).

Como resultado de la revisión de nutrientes, cada nutriente ayuda a mejorar el sistema inmunológico y combatir las células cancerosas. Contiene propiedades antienvjecimiento, esto se debe al aporte de vitamina C, un poderoso antioxidante que interviene en la producción de colágeno. Su alto contenido en fibra ayuda al sistema digestivo a absorber agua y convertirla en gel durante la digestión gracias al aporte de fibra soluble. Su alto contenido vitamínico ayuda a prevenir la casi ceguera y a mejorar la visión, y el contenido de todo el grupo vitamínico es muy

beneficioso para la piel, la yaca es una fruta muy saludable que te da un plus de energía (Coronado, 2015, p.5).

Es por el aporte de vitamina C que es un fuerte antioxidante y se relaciona con la producción de colágeno, su alto contenido de fibra ayuda al sistema digestivo por el aporte de fibra soluble que atrae el agua y la convierte en gel durante la digestión. Su alto contenido de vitamina ayuda contra casi-ceguera, se mejora la vista, el contenido de vitaminas del grupo entero es una piel muy beneficiosa, el Jackfruit es un fruto muy saludable aporte energía de refuerzo.

Como esta fruta ayuda a mantener la presión arterial, es rica en hierro, lo que previene la anemia, el cobre en esta fruta ayuda a mantener una glándula tiroides saludable y el contenido de calcio en la fruta ayuda a la coagulación de la sangre (Chayon & Rakhi, 2016, p. 317).

## **2.2. Colorante**

Sustancia o mezcla de compuestos capaces de impartir color al alimento al que se aplica (Resolución 10593, 1985, p. 4).

Los colorantes pueden ser sintéticos o químicos, elaborados en un laboratorio químico, o extraídos de las plantas que les dan el color; También se conocen como pigmentos que se encuentran en tejidos y células animales (Sanz, 2011, p. 8).

### **2.2.1. Colorante natural**

Sustancia derivada de una planta o animal que, técnicamente, produce una mezcla de colores de manera natural (Resolución 10593, 1985, p. 4).

### **2.2.2. Colorante sintético**

Tintes obtenidos no de fuentes naturales, sino por síntesis orgánica (Resolución 10593, 1985, p. 4).

### **2.2.3. Aditivo alimentario**

Sustancia natural o artificial agregada intencionalmente a los alimentos con la intención de mejorar la calidad del producto en cualquier etapa de su procesamiento, que no es comestible y tiene poco valor (INEN 107, 2013).

#### **2.2.4. Pigmentos**

Sustancias de origen natural que dan color, que se encuentran en gran cantidad de organismos vivos de la naturaleza (Correa & Gabot, 2012, p. 12).

#### **2.2.5. Antocianinas**

Pigmentos vegetales más representativos e hidrosolubles que incluye los colores rojos hasta el azul, comúnmente se los encuentra en raíz, tallos, hojas, flores y frutos, en las plantas son un atractivo para la polinización, protege de la luz solar, contaminación microbiana y viral (Rabanal & Medina, 2020, p. 8).

#### **2.2.6. Tipo de pigmentos vegetales**

##### **2.2.6.1. Clorofílicos**

Son los pigmentos mayoritarios de la naturaleza se localizan en los cloroplastos de las plantas, su función principal es la fotosíntesis, es responsable del color verde característico de las plantas, por lo general este pigmento sobrea abunda en las hortalizas. Su estructura consta de una porfirina que tiene unido a un magnesio en el eje del núcleo tetrapirrólico (Llamuca, 2018, p. 16).

##### **2.2.6.2. Carotenoides**

Pigmentos asociados a la clorofila derivados del isopreno, se clasifican en: xantofilas, caroteno y licopeno son los que dan los colores rojo, anaranjado y amarillo. En su estructura química estos pigmentos contienen dobles enlaces insaturados, las xantofilas se caracterizan porque en su estructura tienen átomos de oxígeno, mientras que el resto de los carotenoides no (Meléndez, 2017, p. 78).

##### **2.2.6.3. Antociánicos**

Este tipo de pigmentos están presente más en frutas que en hortalizas y verduras pueden ser de rojos, azules y púrpuras. La función de este pigmento en las plantas es la protección solar y atraer insectos polinizadores; su característica principal es que son hidrosoluble, en su estructura química son los glucósidos que contienen antocianidinas procedentes del catión flavilio (2-fenilbenzopiridilo) (Aranceta et al., 2006).

#### *2.2.6.4. Flavonoides*

Dentro de los flavonoides podemos encontrar a los flavonoles, catequinas y las antocianinas son las encargadas de dar el color a las frutas, los más comunes son la quercetina, miricetina kaempferol. Se caracterizan por ser polifenoles solubles en agua (Llamuca, 2018, p. 18).

#### *2.2.6.5. Betaláinicos*

Son colorantes naturales formadas por alrededor de 70 tipos de pigmentos hidrosolubles, este grupo se puede clasificar las betaxantinas y betacianinas siendo estas de color rojo o violeta (Llamuca, 2018, p. 18).

#### *2.2.7. Importancia de pigmentos naturales*

Además de dar a los alimentos un aspecto agradable, los colorantes naturales también tienen valor nutricional. Este es el caso, de los carotenoides. Estos pigmentos, responsables de las tonalidades rojas, naranjas y amarillas, tienen propiedades antioxidantes. La industria alimentaria tiene la tarea de encontrar colorantes naturales en respuesta a la demanda de los consumidores de productos más naturales. De hecho, este mercado ha crecido un 6,22% en los últimos 3 años. El uso de colorantes naturales como la clorofila, los carotenoides y las antocianinas para la industria alimentaria es un reto muy grande. En comparación con los tintes sintéticos, estos tintes pierden su eficacia durante el procesamiento, distribución y almacenamiento del producto porque son inestables (FARBE, 2017, p. 1).

#### *2.2.8. Importancia del color en los alimentos*

El color es uno de los parámetros más importantes en la industria alimentaria, resulta ser un indicador de calidad, pues puede dar una alarma en caso de deterioro del producto o ciertos cambios en su composición, también es un indicador de su aporte nutricional, e indica y predice otras compensaciones, como el olfato y el gusto (Vega, 2022, p.4).

#### *2.2.9. Toxicología de colores exentos de certificación*

Salvo que los colorantes sean colorantes de origen natural, los estudios mencionan que estos colorantes no son genotóxicos y han sido probados en ratas e in vitro; con microbios intestinales libres de metabolitos de cianuro nocivos. Aunque la geranoidina se puede descomponer en ácido

p-hidroxifenil-láctico y, en otros casos, en floroglucinol, los metabolitos producidos por la malva se pueden ver en la orina, y la cianidina y la delphinidina no causan actividad mutagénica (Hidalgo, 2022, p. 40).

El Comité mixto de la organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura/ OMS/ de expertos en Aditivos Alimentarios, JECFA La ingesta diaria tolerable (IDA) se encuentra entre 0 y 2,5 mg/kg. Sin embargo, el consumo de antocianinas en frutas y verduras superará el consumo de colorantes (FAO, 1948, p.15).

Los estudios de toxicidad oral de antocianinas de bayas en ratas a 6 mg/kg de peso corporal del animal durante 3 meses no produjeron daños, seguidos de una dosis más alta de 20 mg/kg, lo que no dio lugar a ensayos. Los animales murieron y no se detectaron efectos teratogénicos en crías por triplicado de ratones, ratas y conejos (González, et al., 2003, p. 8).

#### **2.2.10. *Uso de los colorantes en la industria de helados***

Los colorantes son usados comúnmente en la industria de alimentos, medicamentos y cosmética para dar color en la elaboración generalmente de diferentes productos y variedades procedentes de estas industrias.

Los colorantes alimentarios cumplen un papel fundamental al ser una de las características sensoriales por la que se califica a los alimentos debido a que el sabor, olor y textura están directamente relacionados con el color (Hernández, 2004, p. 42).

### **2.3. Origen de los helados**

El origen del helado es muy antiguo. Algunos creen que los antiguos romanos fueron los inventores del "sorbete", que hacían con nieve, frutas y miel. Dicen que el emperador Nerón trajo nieve de los Alpes para poder hacerle esta bebida helada (Garzón, et al., 2019, p. 67).

Por otro lado, otros sugieren que los chinos habían mezclado la nieve de las montañas con miel y frutas muchos siglos antes de la venida de Jesucristo. En la corte de Alejandro Magno, para conservarlas mejor, se enterraban en la nieve ánforas que contenían frutas y miel y se servían congeladas (Garzón, et al., 2019, p. 70).

En 1660, el italiano Procopio inventó una máquina para homogeneizar fruta, azúcar y hielo para producir una crema real, similar a lo que conocemos hoy (Sanguinetti, 2013, p.6).

Prokopio abrió "Café Procope" en París, que servía helado además de café, y se hizo popular. Durante años, los heladeros italianos guardaron cuidadosamente el secreto de la elaboración del helado, incluso cuando lo distribuían por toda Europa como vendedores ambulantes (Sanguinetti, 2013, p.8).

En el siglo XVIII empezaron a ser parte las recetas de helados en los libros de cocina (Sanguinetti, 2013, p. 9).

### **2.3.1. Definición del helado**

Según la norma (INEN 706, 2013, p.2), el helado es un producto alimenticio edulcorado, pasteurizado, elaborado a partir de una emulsión de grasas y proteínas, con o sin la adición de otros ingredientes y aditivos permitidos por la normativa vigente, o de una mezcla de agua, azúcar y otros ingredientes con aditivos. permitida por la normativa vigente, la congelación, con o sin agitación, en condiciones que aseguren que el producto se mantenga congelado o parcialmente congelado durante su almacenamiento y transporte (INEN 706, 2013, p.2).

### **2.3.2. Tipos de helados**

**Tabla 2-4:** Tipos de helados

<b>Tipo de Helado</b>	<b>Composición</b>
Helado crema	Esta denominación está reservada para un producto que, conforme a la definición general, contiene en masa como mínimo un 8 % de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 2,5 % de proteínas exclusivamente de origen lácteo.
Helado de leche	Producto preparado a base de leche y cuya única fuente grasa y proteína, es la láctea.
Helado de leche desnatada	Contiene en masa como máximo un 0,30 % de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6 % de extracto seco magro lácteo
Helado de agua	Contiene en masa como mínimo un 12 % de extracto seco total.

Sorbete	Contiene en masa como mínimo un 15 % de frutas y como mínimo un 20 % de extracto seco total.
Postre de helado	Es toda presentación de los helados definidos en esta Reglamentación, en cualquiera de sus variedades o de sus mezclas, que posteriormente se sometan a un proceso de elaboración y decoración, con productos alimenticios aptos para el consumo humano.

Fuente: Yumisaca, 2017, p. 16.

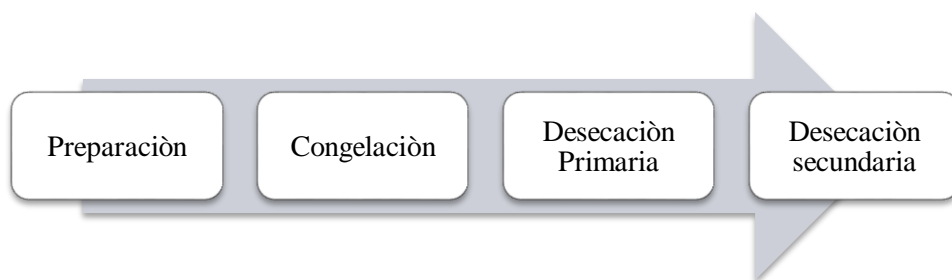
## 2.4. Extracción del pigmento

### 2.4.1. Método de liofilizado

La deshidratación por congelación o liofilización es un método de conservación de alimentos que combina varios procesos como la congelación, el vacío y la deshidratación. El resultado es un producto seco que conserva la mayor parte de sus propiedades organolépticas en su estado original, como aroma y sabor (INFOALIMENTOS, 2018, p. 3).

### 2.4.2. Proceso de liofilización

En el proceso de liofilización, la fruta primero se congela rápidamente a una temperatura muy baja  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para evitar la formación de grandes cristales de hielo. Luego se succiona para que el agua se evapore sin convertirse en líquido (un proceso llamado sublimación). Precisamente porque el agua no pasa en estado líquido, se conservan todas las características de color y aroma, pero en forma seca y más sensible a los golpes. Los alimentos "listos para comer", como la fruta gourmet, la sopa o el café, son algunos de los productos que comúnmente se liofilizan (López, 2016, p. 4).



**Ilustración 2-1:** Proceso de liofilización

Realizado por: Rojas R., 2023.



### **2.4.3. Beneficios de la liofilización**

Cuando se desea consumir el alimento, debe rehidratarse en agua tibia durante unos cinco minutos. La mayoría de los productos liofilizados se componen principalmente de agua (algunas frutas contienen un 80-90 % de agua). Al eliminarlo, es más fácil controlar los patógenos que encuentran el ambiente necesario en el agua para sobrevivir y expandirse, mientras se extiende la vida útil de los productos sin mantener una cadena de frío.

Las principales aplicaciones de la liofilización: café, té y otros extractos; vegetales y frutas; carnes y productos del mar; comidas preparadas; y lácteos.

Mantener la calidad de los nutrientes de la fruta como vitaminas, minerales, proteínas, etc (Surco, et al., 2017, p. 413).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de bromatología, microbiología y procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1½. El experimento tuvo una duración de 80 días aproximadamente

#### 3.2. Unidades experimentales

Se utilizó 1 unidad experimental de 1 litro de helado, dándonos un total de 16 litros, las cuales se tomaron las muestras respectivas para los análisis correspondientes.

#### 3.3. Materiales, equipos e insumos

Para la elaboración del presente trabajo de titulación se utilizaron los siguientes materiales, equipos e insumos.

##### 3.3.1. *Materiales*

- Mandil
- Olla
- Bandeja honda
- Batidora
- Espátula de goma
- Envases
- Tabla para picar
- Cuchillos
- Vasos de liofilizador
- Cajas Petri
- Probeta
- Guantes

### 3.3.2. *Equipos*

- Cocina
- Refrigerador
- Liofilizador
- Molino

### 3.3.3. *Insumos*

- Yaca
- Leche
- Crema de leche
- Leche en polvo
- Goma Xantal
- Azúcar

## 3.4. **Tratamiento y diseño del experimental**

Para el presente trabajo se utilizó tres tratamientos de diferentes niveles de pigmentación (3%, 6%, 9 %), para ser evaluados en el helado y a la vez comparados frente a un tratamiento testigo (sin pigmentación), la misma que empleó 4 repeticiones por cada uno.

T0= helado = 0 % de pigmento natural

T1= helado = 3 % de pigmento natural

T2= helado = 6 % de pigmento natural

T3= helado = 9% de pigmento natural

Se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA), que se ajustó al siguiente modelo aditivo:

$$Y = \mu + t + \varepsilon_{ij}$$

**Y<sub>ij</sub>** = es la medición de observación del tratamiento *i* repetición *j*.

**μ** = es la media general del ensayo.

**t<sub>i</sub>** = efecto de los tratamientos

**ε<sub>ij</sub>** = error experimental

### 3.4.1.1. Esquema del experimento

**Tabla 3-1:** Esquema experimental

<b>Pigmento (%)</b>	<b>Código</b>	<b>N° Repetición</b>	<b>*T.U.E. (litro)</b>	<b>Total, observación</b>
0%	T1	4	1	4
3%	T2	4	1	4
6%	T3	4	1	4
9%	T4	4	1	4
<b>TOTAL</b>				<b>16</b>

\*T.U.E.: Tamaño de la unidad experimental

Realizado por: Rojas R., 2023.

## 3.5. Medidas experimentales

### 3.5.1. Análisis fisicoquímico (que se realizó al pigmento extraído de la yaca)

- Humedad
- pH
- Densidad
- Proteína
- Cenizas
- Solubilidad

### 3.5.2. Análisis fisicoquímico (que se realizó al producto final “helado”).

- Humedad
- pH
- Densidad
- Proteína

### 3.5.3. Análisis Microbiológicos

- Coliformes totales UFC/g
- Escherichia coli UFC/g
- Mohos y levaduras UFC/g

#### 3.5.4. *Análisis Organoléptico*

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura

#### 3.5.5. *Análisis Económico*

- Beneficio/Costo

### 3.6. **Análisis estadísticos y pruebas de significancia**

Se utilizò los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza para la diferencia de separación de medias de la prueba según Tukey ( $P \leq 0,05$ ) en las variables paramétricas cualitativas.
- Estadística descriptiva para la caracterización del pigmento.
- Prueba de Kruskal Wallis para pruebas organolépticas

**Tabla 3-2:** Esquema del ADEVA

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total (n-1)	15
Tratamiento (t-1)	3
Error (n-1)-(t-1)	12

Realizado por: Rojas R., 2023.

### 3.7. **Procedimiento experimental**

En la elaboración de helado a base de yaca como pigmento natural, se utilizó como ingredientes: Azúcar, crema de leche, leche en polvo, leche, esencia de vainilla, goma Xantal, pigmento en polvo de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) en las cantidades que se reportan en la Tabla 3-3.

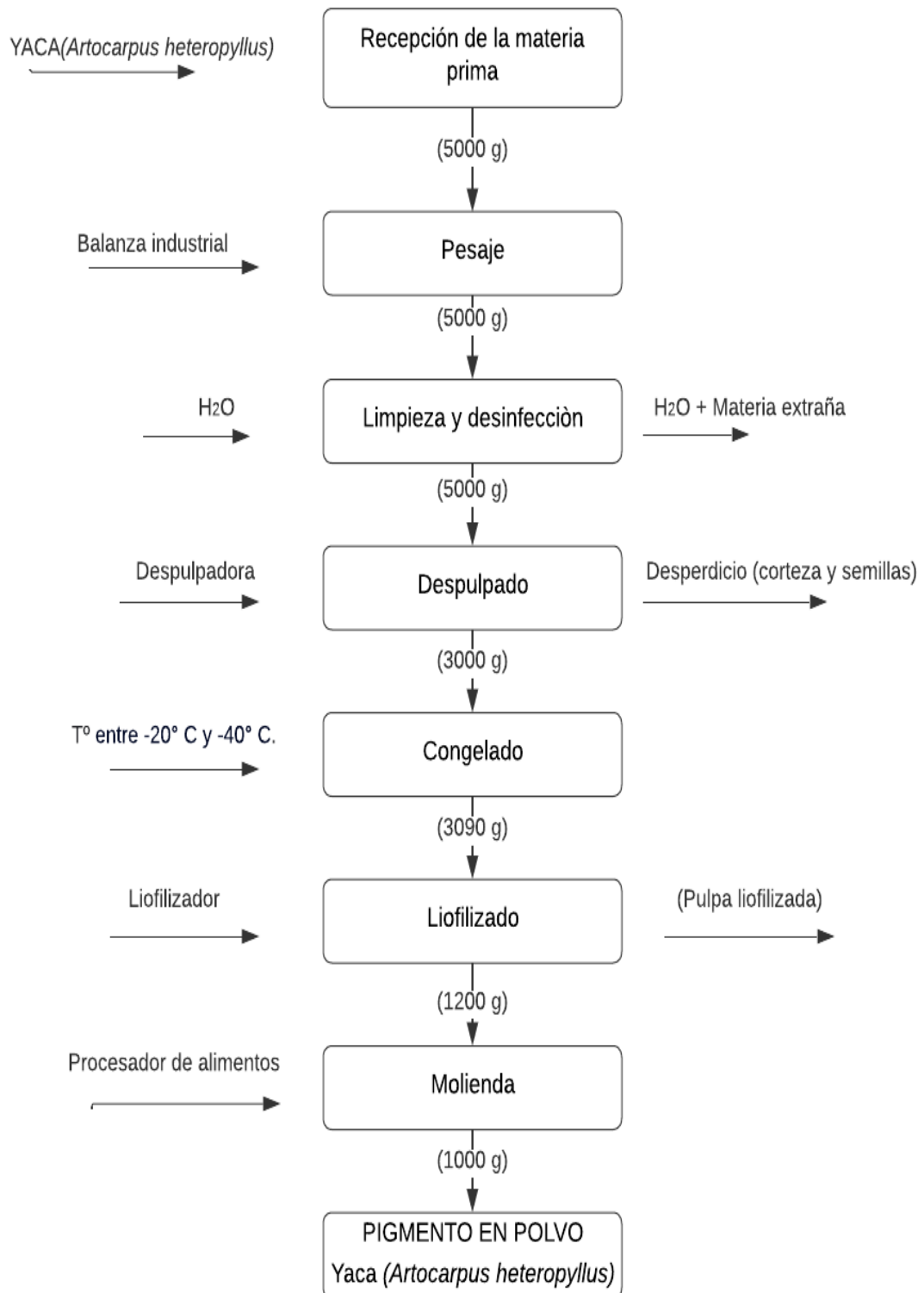
### 3.7.1. Formulación experimental

**Tabla 3-3:** Formulación experimental para elaboración de helado a base de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) con diferentes niveles de pigmentación.

FORMULACIÓN								
	%	g	%	g	%	g	%	g
Ingredientes	0%		3%		6%		9%	
Pigmento en polvo	-----	----- -	3	19,02	6	38,04	9	57,06
Azúcar	28,39	180	25,24	160	22,08	140	18,93	120
Crema de leche	31,55	200	31,55	200	31,55	250	31,55	200
Leche	39,43	250	39,43	250	39,43	250	39,43	250
Leche en polvo	0,63	4	0,63	4	0,63	4	0,63	4
Goma Xantal	0,31	2	0,31	2	0,31	2	0,31	2

Realizado por: Rojas R., 2023.

### 3.7.2. Extracción del pigmento de yaca.



**Ilustración 3-1:** Diagrama de proceso del pigmento de yaca (*Artocarpus heterophyllus*)

Realizado por: Rojas R., 2023.

Las yacas que se utilizó en el desarrollo del trabajo experimental fueron recibidas luego de una minuciosa inspección de color, tamaño y estado de madurez, Se seleccionó la fruta en estado de madurez con similares características, sin abolladuras, sin piel dañada, protegidos de daños mecánicos ya que la intención es obtener un buen producto final. Vale recalcar que la fruta fue comprada a una finca en la provincia de Santo Domingo.

- **Recepción y pesaje de la materia prima**

Una vez que se recibió la fruta cumpliendo todas las características requeridas se procedió a pesar la fruta.

- **Limpieza y desinfección**

Se realizó el lavado manual de la yaca, lo cual sirve para quitar las impurezas como tierra, insectos entre otros, y para este procedimiento se utilizó agua potable.

Se esterilizó los envases grandes como una bandeja de acero inoxidable donde se colocó la pulpa de la fruta ya que este proceso se realizó para garantizar la inocuidad del envase y al mismo tiempo de dicha fruta.

- **Despulsar**

Una vez lavada la fruta se procedió a partir por la mitad, retirando las pepas y extrayendo la pulpa con la ayuda de una cuchara.

- **Congelar**

Se congeló la pulpa de la fruta a temperaturas entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $-40^{\circ}\text{C}$  de forma rápida para evitar que se formen cristales de hielo de mayor tamaño.

- **Liofilizar**

El proceso del liofilizado duró aproximadamente 5 días para obtener un producto libre de agua.



- **Molienda**

Una vez que se realizó el proceso de la liofilización se colocó a moler en un procesador de alimentos.

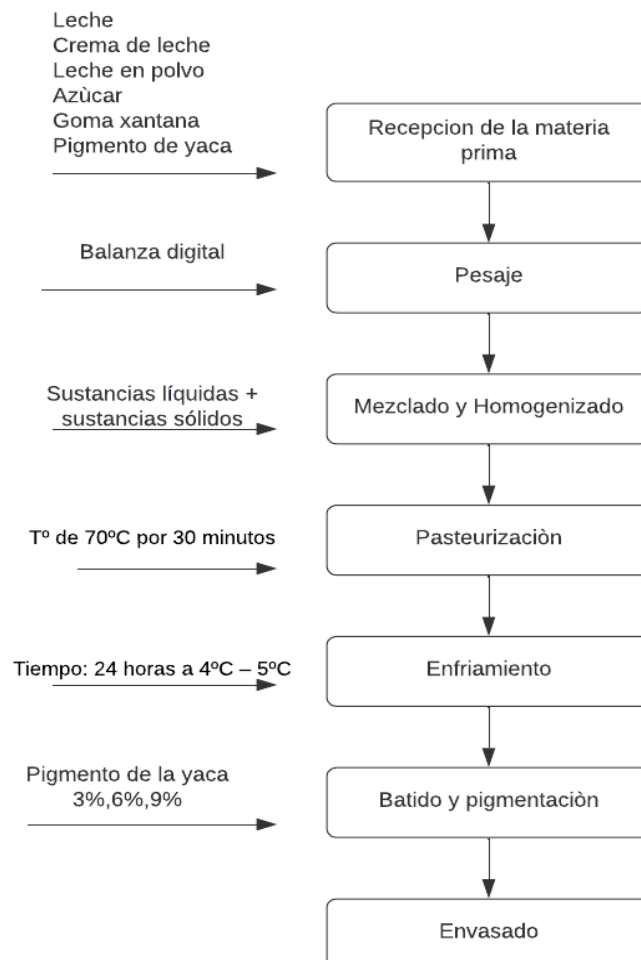
- **Envasado**

El pigmento en polvo se procedió a colocar en las fundas de cierre (ziplox).

- **Almacenado**

Se mantuvo en un lugar fresco y seco.

### 3.7.3. *Elaboración del helado*



**Ilustración 3-2:** Diagrama de proceso de helado de yaca (*Artocarpus heterophyllus*) como pigmento natural.

Realizado por: Rojas R., 2023.

- **Recepción de la materia prima**

Se inspeccionó y se recibió la materia prima (leche entera, crema de leche, leche en polvo, goma Xantal, pigmento de yaca, azúcar) para la elaboración del helado.

- **Pesaje**

Se procedió a pesar los ingredientes tanto sólidos como líquidos para su respectivo proceso.

- **Mezclado y Homogeneizado**

Todos los ingredientes se mezclaron por separado todas las sustancias líquidas de todas las sustancias sólidas en un recipiente hasta lograr tener una mezcla homogénea esto se realizó con la ayuda de una batidora se realizó la homogenización, eliminando así grumos.

- **Pasteurización**

Este proceso fue realizada a una temperatura de 70°C durante 30 minutos, evitando que la mezcla se quemara.

- **Refrigeración y Maduración**

Se llevó a refrigeración por 24 horas a 4°C – 5°C

- **Batido + pigmentación**

Después de las 24 horas de refrigeración se realizó la pigmentación según los niveles mencionados al 3%,6% y 9%.

- **Envasado**

Se envasó el producto en vasos plásticos térmicos de un litro previamente esterilizado.

### 3.8. Metodología de evaluación

#### 3.8.1. Análisis fisicoquímico

##### 3.8.1.1. Determinación de humedad

- Se pesó 2g de muestra (previamente realizado el demuestre) en vidrio de reloj, pesa filtro, en papel aluminio; o directamente en cápsula de porcelana previamente tarada, repartiendo uniformemente en su base
- En la estufa se colocó a 103°C ±30C por un lapso de 2 a 3 h, hasta peso constante.
- En un desecador se procedió a enfriar hasta temperatura ambiente y se pesó.
- La determinación se realizó por duplicado.

#### Fórmula:

$$SS (\%) = \{(m_2 - m)/(m_1 - m)\} \times 100$$

SS= Sustancia seca en porcentaje en masa

m=masa de la cápsula en g

m<sub>1</sub>=masa de la cápsula con la muestra en g

m<sub>2</sub>=masa de la capsula con la muestra después del calentamiento en g

$$\%Humedad = 100 - \%SS$$

##### 3.8.1.2. Determinación de pH

- Se mezcló el producto hasta que se quede de forma homogénea, revisando que el pHmetro este calibrado
- Con la ayuda de una pipeta se agregó de 15 a 30 ml de muestra en un vaso de precipitación.
- Se lo mezcló con un agitador y se ajustó la temperatura de 20°C ± 0,5°C, posteriormente se colocó el electrodo en la muestra hasta que lo cubra por completo evitando que toque las paredes, de ahí se anotó el valor del pH
- Se sacó el electrodo para lavar de forma cuidadosa con agua destilada y esto se realizó por duplicado.

### 3.8.1.3. Determinación de densidad

- Se utilizó el método del picnómetro y como primer paso se debe asegurar que el picnómetro este calibrado
- De ahí se procedió a colocar este material vacío en una balanza analítica para medir su masa, como mínimo 2 cifras significativas, a continuación, se agregó agua destilada en el picnómetro, la cantidad va a depender de la capacidad del instrumento y se procede a medir la masa del objeto.
- Cuando ya se haya retirado toda el agua, se agregó la muestra a analizar (helado) esta debe ser homogenizada y de la misma forma se midió su masa en la balanza analítica, cuando se haya terminado la medición, se puso a retirar la muestra del picnómetro y se lavó con agua destilada.

#### Fórmula:

$$dB = \frac{mB}{mA} dA$$

**dB:** Densidad de la solución (helado)

**dA:** Densidad de la solución conocida (agua destilada)

**mB:** Masa picnómetro con solución problema (helado)

**mA:** Masa picnómetro con solución conocida (agua destilada)

### 3.8.1.4. Determinación de proteína

- Se pesó exactamente 2 g de muestra seca e introduciéndolo en el balón de digestión Kjeldahl.
- Se añadió 2 g de muestra y 9 g  $Na_2SO_4$ , 1 g  $CuSO_4$  y 25 ml  $H_2SO_4$ , procurando no manchar las paredes del mismo.
- Se procedió a colocar el balón en el digestor y se puso a calentar hasta lograr obtener un líquido transparente.
- Se puso a enfriar el balón y su contenido, agregando 4ml de agua destilada para disolver el contenido que solidifica al enfriarse.
- Se vertió lo anterior en el balón de destilación del equipo, adicionando otros 4 ml de agua destilada de agua destilada para enjuagar el balón.

- Se cerró la llave y en un vaso de precipitación de 50 ml se preparó la mezcla de 8ml de NaOH al 40% y 2ml de  $Na_2S_2O_3$  al 5%, se procedió a abrir la llave y verter dejando pasar lentamente el balón de destilación.
- El destilado se recibió en un vaso conteniendo 12 ml de  $H_3HBO_3$  al 45 y 8 ml de agua destilada al que se añade 3 o 4 gotas de indicadores mixto rojo de metilo y verde de bromocresol.
- Donde se logró obtener 30 ml de destilado.
- Titular el destilado con HCl N/10.

**Fórmula:**

$$\%P = \frac{N \text{ HCl} * V \text{ HCl} \times f \times 0,014}{WM} \times 100$$

**%P** = contenido de proteína en porcentaje de masa

**f** = factor para transformar el %N2 en proteína, y que es específico para cada alimento.

**V** = volumen de HCl o H2SO4N/10 empleado para titular la muestra en mL

**N**= normalidad del HCl

**wm**= masa de la muestra analizada

*3.8.1.5. Determinación de cenizas*

- Si la muestra es líquida, primero se taro las cápsulas a 500-550 °C durante 30 minutos, después se enfrió en un desecador y se pesó, luego se evapora a baño María y se determinó la ceniza.
- Se puso la cápsula con la muestra seca en un crisol, donde se llevó a la cocineta para precalcinarse hasta que no quede humo, o directamente se debió pesar 1 g de muestra.
- Las cápsulas se transfirieron a una mufla y se quemó a 500°C-5500C hasta obtener cenizas sin residuos carbonoso, esto se logró de 2-3 horas donde se obtuvo un peso constante.
- Las cápsulas se retiraron y se colocaron en un desecador luego se pesó al momento que este frío.
- La determinación debe realizarse por duplicado.

**Fórmula:**

$$\%C = \{(m_1 - m)/(m_2 - m)\} \times 100$$

$\%C$  = contenido de cenizas en porcentaje de masa

$m$  = masa de la cápsula vacía en g

$m_1$  = masa de la capsula con la muestra después de la incineración en g

$m_2$  = masa de la cápsula con muestra antes de la incineración en g

### 3.8.2. *Análisis Microbiológico*

#### 3.8.2.1. *Siembra*

Primero se debe realizó una limpieza del lugar donde se va a desarrollar el trabajo posterior a eso se coloca las cajas petri, los tubos de ensayo, puntas de micropipetas, vasos de precipitación cubiertos, agua destilada en frascos termo-resistente, etc.

Para ello se tuvo en cuenta que estos materiales deben estar cubiertos con papel aluminio para ser colocados en la autoclave y se esterilizó, ya cuando la temperatura haya llegado a 120°C, se debe esperar por 15 a 20 minutos y se apaga para dejar salir la presión de aire.

Se realizó la preparación del agar, en este caso se utilizó el agar MacConkey (*Coliformes totales* y *Escherichia coli*), para *mohos* y *levaduras* (PDA)

Primero se calculó la cantidad de agua a utilizar, luego se midió la masa de agar y se agregó a un frasco resistente al calor lleno de agua destilada, de ahí se calentó hasta lograr una ebullición, se lo homogenizó y se apagó.

En la cámara de flujo laminar se colocaron primero los tubos de ensayo, el agua destilada, vasos de precipitación, las puntas de micropipetas y se encendió el UV.

Para realizar la dilución se preparó 90 ml de agua destilada y 10g de muestra del producto (Helado), también se preparó en cada tubo de ensayo 9 ml de agua destilada y con la ayuda de una punta de micropipeta se colocó 1 ml de muestra en los tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada haciendo una secuencia de dilución así quedando un tubo de ensayo final y se procedió a sembrar.

### 3.8.2.2. *Incubación y Conteo*

Se colocaron las cajas de Petri en la incubadora luego de sembrar, vale recalcar que para *E. coli* y *Coliformes* se los dejó por 24 horas, y para mohos y levaduras se colocaron en la incubadora por 72 horas.

Para realizar el conteo se utilizò la máquina del conteo de colonias y se procedió aplicar la siguiente formula:

$$\frac{UFC}{ml} \text{ o } \frac{UFC}{g} = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias} * \text{factor de diluciòn}}{ml \text{ o } g \text{ de muestra utilizada}} \times 100$$

### 3.8.2.3. *Recuento de Coliformes Totales (UFC/g)*

Para realizar el conteo de Coliformes totales del producto (helado) se aplicó la norma (INEN, 1529-7, 2013) “Determinación de microorganismos coliformes”.

### 3.8.2.4. *Recuento de Escherichia coli (UFC/g)*

Para realizar el conteo de *E. coli* del producto (helado) se tomó en cuenta la metodología que se menciona en la norma (INEN, 1529-8, 2016) “Control microbiológico de los alimentos. Detección y recuento de *Escherichia coli* presuntiva por la técnica del número más probable”.

### 3.8.2.5. *Recuento de mohos y levaduras (UFC/g)*

Rara poder realizar el conteo de *mohos y levaduras* del producto (helado) se utilizó la metodología referenciada en la norma (INEN, 1529-11) “Control microbiológico de los alimentos mohos y levaduras viables recuento en placa por siembra en profundidad”.

### 3.8.3. *Análisis Organoléptico*

Para realizar el análisis organoléptico se tomó en cuenta 4 atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura), de los cuales se va a medir la aceptabilidad de las personas sobre el helado, donde se van a utilizar a panelistas no estrenados, y se aplicó una prueba afectiva con una valoración de 5 puntos.

### **3.8.4. Análisis económico**

#### **3.8.4.1. Costo de producción**

Para calcular el costo de producción se sumó el total de todos los costos y gastos generados en la elaboración del helado a base de yaca como pigmento natural donde estos resultados fueron divididos para la cantidad total obtenida de cada tratamiento.

#### **3.8.4.2. Beneficio/Costo (B/C)**

El beneficio costo se obtuvo al dividir los ingresos totales con los egresos realizados. Y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Caracterización fisicoquímica del pigmento natural de yaca

**Tabla 4-1:** Características fisicoquímica del pigmento natural de yaca

Variables	Pigmento natural de yaca					
	Media		D.E.	Max	Min	Diferencia
Humedad	0,18	±	0,02	0,19	0,16	0,03
pH	5,30	±	0,04	5,34	5,26	0,08
Densidad	0,68	±	0,02	0,75	0,71	0,04
Proteína	6,33	±	0,03	6,37	6,31	0,06
Cenizas	5,75	±	0,96	7	5	2

Solubilidad	Repeticiones			
	I	II	III	IV
	Soluble	Soluble	Soluble	Soluble

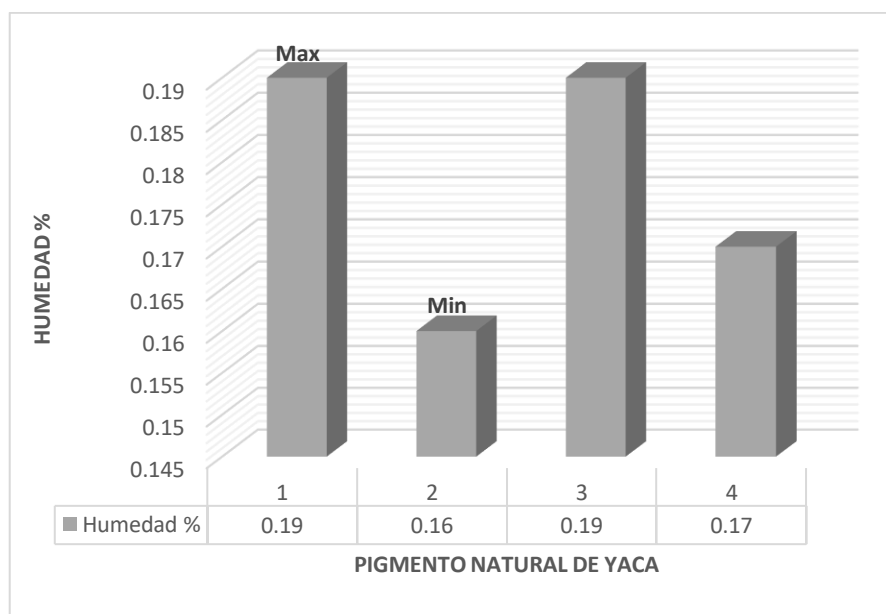
**DE:** Desviación estándar

**Max:** Valor máximo

**Min:** Valor mínimo

**Realizado por:** Rojas R., 2023.

##### 4.1.1. Humedad

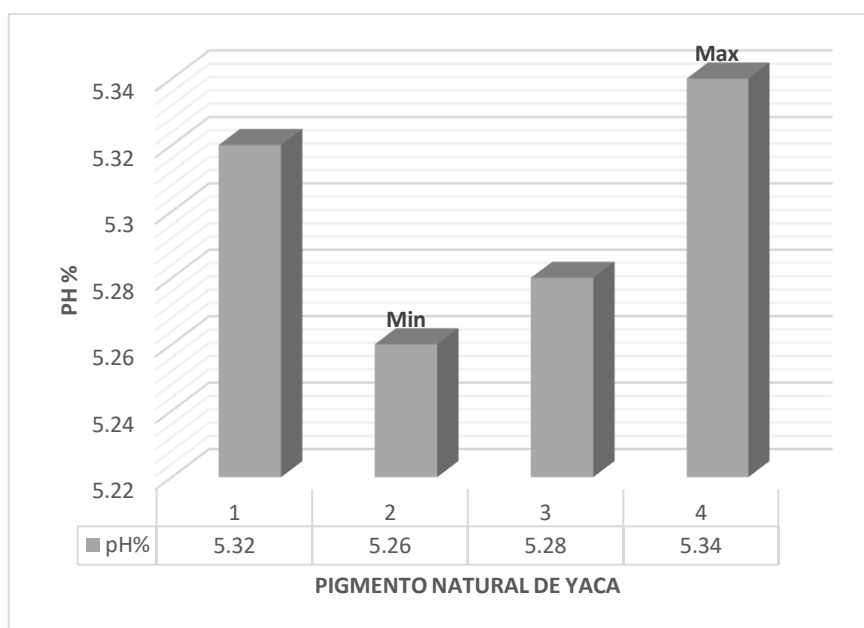


**Gráfico 4-1:** Porcentaje de Humedad del pigmento de yaca

**Realizado por:** Rojas R., 2023.

La variable humedad reportó un valor promedio de  $0,18 \pm 0,02$  de desviación estándar, teniendo un valor máximo de 0,19 y un valor mínimo de 0,16, demostrando una diferencia de 0,03 como se observa en el gráfico 4-1. En base a su estudio (Ramos Becerra, et. al 2019: p.25) reportó un porcentaje de humedad de 77,12% de la pulpa de jackfruit que fue cosechada en la Costa del Ecuador; al comparar con la investigación realizada este valor no es igual, ya que el resultado de humedad de la yaca se obtuvo después de un proceso de liofilización el cual redujo la cantidad de agua que contiene la fruta, además que al determinar la humedad se puede tener un mejor manejo de la toda la cadena productiva, desde el proceso de postcosecha, transporte, producción y vida útil de la fruta según expresa (Moreira, 2018, p.28). Por otra parte (López, 2016, p.26) un contenido alto de agua en la fruta puede provocar un riesgo, ya que existiría contaminación microbiana y daño en el tejido vegetal.

#### 4.1.2. pH



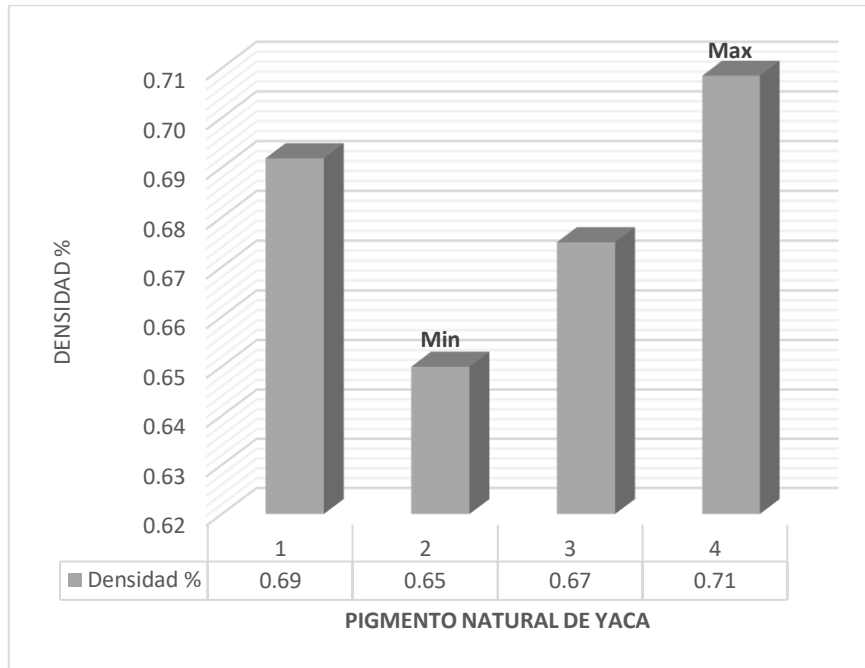
**Gráfico 4-2:** Porcentaje de pH del pigmento de yaca

Realizado por: Rojas R., 2023.

Con respecto al pH, el valor promedio obtenido fue de  $5,30 \pm 0,04$  en desviación estándar, con valores que fueron desde el mayor de 5,34 a 5,26 como mínimo, teniendo una diferencia de 0,08 como se observa en el gráfico 2-4. Según (Moreno, 2021; citado en Balamaze, et al., 2019) reportó un promedio de pH de la pulpa de yaca de 4,70 a 5,72 por otra parte (Ong, et al., 2006, p.282) precisó en la parte media un valor de 5,4 y la parte superior de 5,32. Esta variable sirve como un indicador para determinar qué tan perecible es el producto y así conservar el alimento. Así mismo (Moreno, 2021, pp.24-30) menciona que esta variable ayuda al control de procesos de transformación. Al

comparar estos resultados se tiene una similitud, pero con una variación que puede estar influenciada por el grado de madurez de la fruta.

#### 4.1.3. Densidad

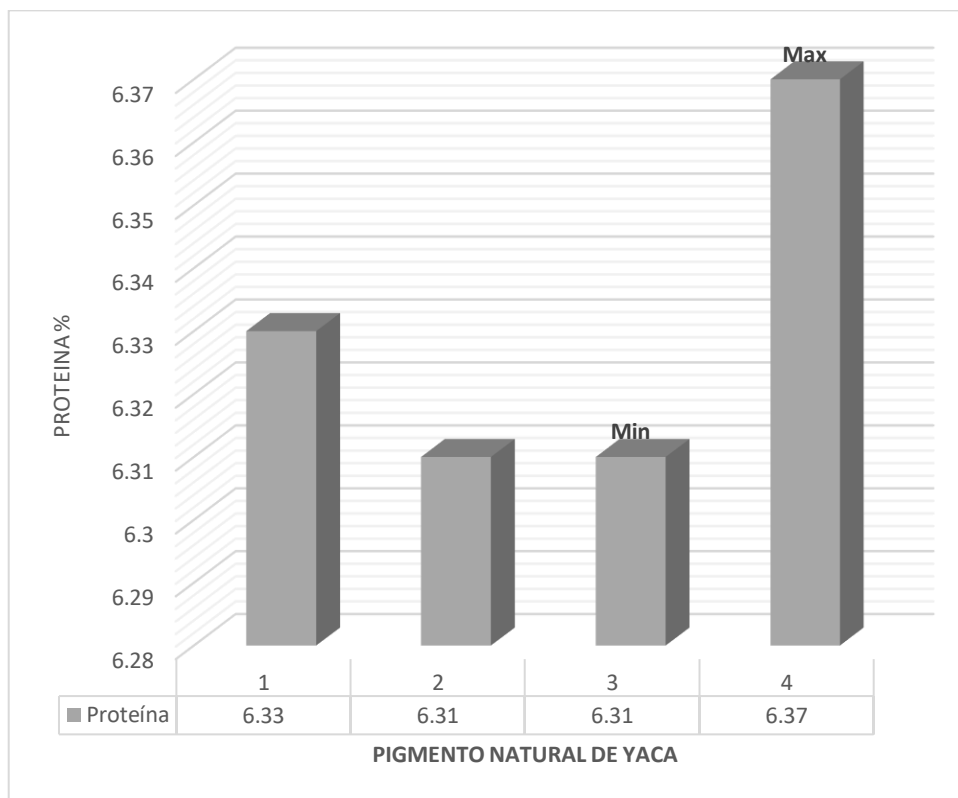


**Gráfico 4-3:** Porcentaje de Densidad del pigmento de yaca

**Realizado por:** Rojas R., 2023.

En el gráfico 4-3 se observa la variable densidad, donde se reportó un valor promedio de  $0,68 \pm 0,02$ , teniendo un valor máximo de  $0,75$  y mínimo de  $0,71$ , con una diferencia de  $0,04$ . Según (AOAC, 2000) la densidad se encuentra en relación con la masa y el volumen, pero esta puede variar en dependencia de los compuestos que se encuentren en la sustancia; es por esto por lo que se utiliza a esta propiedad para la determinación de la calidad. En base al estudio realizado por (Arrazola, 2014, pp.31-42) de la extracción de pigmento de berenjena en polvo micro encapsulado se presentó una densidad que se compara con (Cai, et al., 2000: pp. 1248-1252) de  $0,52-0,68\text{g/ml}$ ;  $0,50-0,60\text{ g/ml}$  (Miravet, 2009, p.135); y (Ochoa, et al., 2011: pp.19-25) de  $0,51-0,61\text{ g/ml}$ ; al comparar estos resultados con el obtenido del pigmento de yaca se puede decir que son similares con una variación que se ve influenciada por el aumento de la temperatura, ya que esta provoca la reducción de la densidad en el pimento y además que cada una de las frutas tienen una composición distinta.

#### 4.1.4. Proteína



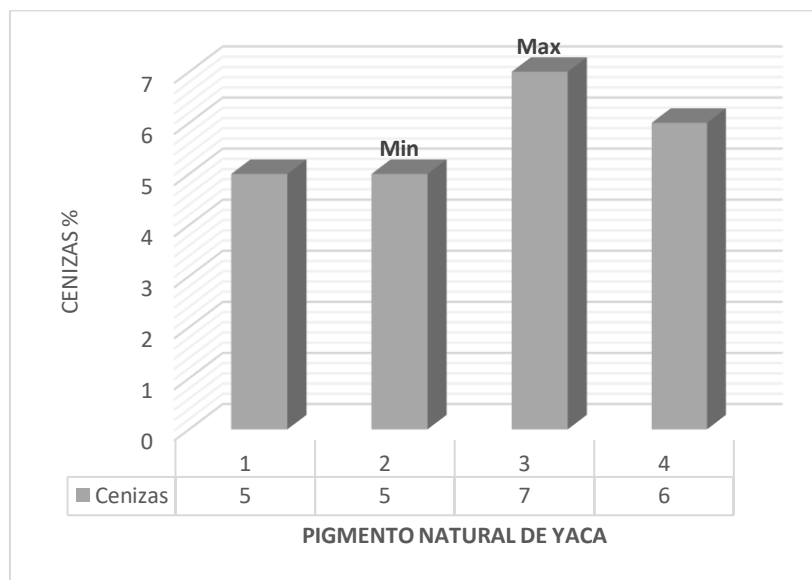
**Gráfico 4-4:** Porcentaje de Proteína del pigmento de yaca

Realizado por: Rojas R., 2023.

En cuanto a la proteína de pigmento se reportó una media de  $6,33 \pm 0,03$  en desviación estándar, además con un valor máximo de 6,37 y mínimo de 6,31, reportando diferencia de 0,06 como se presenta en el gráfico 4-4; en base a (Vazhacharickal, et al., 2015: p. 87) en su estudio “Propiedades químicas y medicinales de la yaca” la proteína de la pulpa de jackfruit madura por cada 100g, reportó un valor de 1,2%, por otra parte (Saxena, et al., 2011: p.283) obtuvo un valor de 1,9%, (Waghmare, et al., 2019: p.2) 1,72% y (Simba, 2014. p.9) un valor de 5,03%, este valor es el que más se aproxima al valor obtenido en la investigación, cabe destacar que el jackfruit o yaca posee un gran valor proteico a diferencia de otras frutas que casi no contienen proteína; es por esto por lo que una de las variables que influyen en la cantidad de proteína que contiene la fruta es el peso de la fruta y el porcentaje de rendimiento de la pulpa, esto menciona (Moreno, 2021, pp. 24-30).

Así mismo (Piña-Dumoulin, et al, 2010: pp.35-42) menciona que la proteína que contiene la fruta varía en dependencia de su estado de maduración, por lo que estará en relación con la producción de etileno y el tiempo.

#### 4.1.5. Cenizas



**Gráfico 4-5:** Porcentaje de Cenizas del pigmento de yaca

Realizado por: Rojas R., 2023.

Con respecto a cenizas se observa en el gráfico 4-5, el valor promedio que se obtuvo fue de  $5,75 \pm 0,96$  en cuanto a la desviación estándar, con valores que van desde el mínimo 5% y máximo 7%, con diferencia del 2%. Según (Semante, 2021, pp.59-65) en su estudio “Utilización de harina de jackfruit en galletas con bajo índice glucémico” precisó un porcentaje de cenizas de  $2,86 \pm 0,007$  esto se debe al tratamiento térmico que se aplicó como es la deshidratación, además del blanqueamiento que se usó para inactivar enzimas que provocan el oscurecimiento; en relación con la investigación realizada existe variación en el porcentaje de cenizas, ya que el proceso que se utilizó fue la liofilización. Teniendo como referencia estos valores, (Muñoz, 2017, p.42) menciona que la composición química del jackfruit varía en dependencia de si el fruto es maduro o inmaduro por lo que reporta un contenido de ceniza en fruto maduro de 0,8-1 g por cada 100 gramos de parte comestible.

#### 4.1.6. Solubilidad

En cuanto a la solubilidad del pigmento se determinó en todas las repeticiones realizadas solubilidad, es decir que al combinar el pigmento con agua u otro líquido este se homogeniza, además de que estará en dependencia de la temperatura a la que se realice la mezcla. Según (Meriño, 2019, p.15) la fruta de jackfruit contiene compuestos fitoquímicos como lo son la artocarpina, artocarpina A, flavonas y pigmentos como la flavona y clorofila que son los que generan el color al fruto y por ende son solubles en agua.

## 4.2. Análisis fisicoquímico del helado con la utilización de yaca como pigmento natural

Los resultados obtenidos de la aplicación de diferentes tratamientos para la elaboración de helado con la utilización de yaca como pigmento natural se observan en la tabla 4-2.

**Tabla 4-2:** Análisis fisicoquímico del helado elaborado con la utilización de diferentes niveles de yaca como pigmento.

Variables	Pigmento natural de yaca				CV	E.E	Prob.
	0%	3%	6%	9%			
Humedad	72,25 a	62,00 b	62,75 c	56,00 c	4,34	1,32	<0,0001
pH	6,33 a	6,20 b	6,08 c	6,00 d	0,34	0,001	<0,0001
Densidad	1,02 a	0,97 a	0,98 a	0,99 a	0,00	sd	sd
Proteína	9,27 a	15,16 b	17,91 c	22,96 d	1,18	0,10	<0,0001

C.V.: Coeficiente de variación

E.E: Error estándar

Prob. > 0,05 No hay diferencias significativas (ns)

Prob. < 0,05 Hay diferencias significativas (\*)

Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

**Realizado por:** Rojas R., 2023.

### 4.2.1. Humedad

La humedad de los distintos tratamientos presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) por efecto de los distintos niveles de pigmento de yaca, siendo el mayor contenido 72,25% para el nivel 0%, 62,00% para el tratamiento 3, 62,75% para el 6% y 56,00% para el 9%, siendo este el nivel más bajo como se visualiza en la tabla 2-4. En base al estudio “Utilización del *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) como alternativa gastronómica para pastelería” la humedad total del helado a base de jackfruit en dos tratamientos (0% y 5%) fue de 74,56% y 74,23% demostró que la investigación realizada como adición de pigmento natural de yaca, el tratamiento 0% con 72,25% es el que se asemeja más al valor obtenido por dicho estudio, esto se debe a la cantidad de hidratos de carbono que contiene la fruta (Guzmán, 2013, p.60-63). Por otra parte, (Ramos, 2023, p.67) menciona la composición nutricional de la pulpa de jackfruit por cada 100g la cual corresponde a 73, 20% de humedad lo cual demostró que el valor no difiere significativamente del obtenido en la elaboración de helado con pigmento de yaca.

### 4.2.2. pH

Al analizar el pH de los distintos tratamientos, se estableció diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) por efecto de los diferentes niveles de pigmento natural de yaca, siendo el mayor valor

6,33 al utilizar el nivel 0%, seguido del nivel 6% con 6,08%, el nivel 3% con 6,20% mientras que el valor menor se reportó con el nivel 9% con un valor de 6,00 como se visualiza en la tabla 2-4. Según (Balamaze, et al., 2019. p. 16) el pH correspondiente a la parte del bulbo que contempla desde la parte media a la parte superior es de 4,9-5,1 siendo este un parámetro indicador de la vida útil del producto; por otra parte, (Ong, et al., 2006. p.282) en su estudio de cambios químicos y sabor en yaca obtuvo un valor de pH en la parte media del bulbo de 5,47 siendo este el valor más alto registrado a diferencia de las demás partes del bulbo. A comparación con el estudio realizado los valores se encuentran con una variación de pH de 1, por lo que (Piña, et al., 2010. pp. 35-43) menciona que el pH de la pulpa puede ir desde 5,10 a 7,02 lo cual se considera que la investigación está dentro de los parámetros de aceptación.

#### **4.2.3. Densidad**

El parámetro de densidad en dependencia del contenido de grasa ya que disminuye al tener un mayor contenido de grasa, pero a su vez aumenta cuando se incrementa las proteínas, lactosa y diversas sustancias minerales. Según (Pineda, et al., 2022. p.10) en su “Estudio reológico en la formulación de un helado suave y helado duro” determinó una densidad en el helado duro de 0,93 (g/mL) ya que en este la grasa es menos densa que el agua, a diferencia de la densidad del helado suave que fue de 1,10 (g/mL), esto se debe a los ingredientes utilizados como fueron leche, crema de leche, ingredientes no lácteos, cacao, azúcares y aditivos. Al realizar la comparación se determinó que los valores que se obtuvo en la investigación del helado de yaca se encuentran dentro de lo que establece Pineda en su investigación.

#### **4.2.4. Proteína**

El contenido de proteína presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), por efecto de los niveles de pigmento natural de yaca, al comparar el tratamiento 0% con los demás, se determinó que al añadir mayor cantidad de pigmento la proteína del producto va en aumento obteniendo así en el nivel 3% un 15,16%, en el nivel 6% un valor de 17,91 y el más alto que corresponde al nivel 9% con 22,96%, como se observa en la tabla 2-4. Según (Guzmán, 2013, p.60-63) menciona que al realizar un helado con 0% de jackfruit obtuvo 0,95% de proteína y al aumentar a un 5% su valor fue de 1,03% esto se debe a los ingredientes utilizados para su elaboración como es la crema de leche ya que es fuente de aminoácidos esenciales y la pulpa de la fruta que es fuente de proteína, en la investigación que se realizó, el valor de proteína es mayor a lo que expresa Guzmán ya que se utilizó más ingredientes como es azúcar, crema de leche, leche en polvo y goma Xantal que contienen una gran fuente de proteína.

### 4.3. Análisis microbiológico

**Tabla 4-3:** Análisis microbiológicos del helado elaborado con la utilización de diferentes niveles de yaca como pigmento.

Determinación	Pigmento natural de yaca				CV	E.E	Prob.
	0%	3%	6%	9%			
<i>E. coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-	-	-
<i>Coliformes totales</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	-	-	-
<i>Mohos y levaduras</i>	1,69x10 <sup>2</sup>	1,39x10 <sup>2</sup>	1,38x10 <sup>2</sup>	1,46x10 <sup>2</sup>	18,21	13,51	0,3727

C.V.: Coeficiente de variación

E.E: Error estándar

Prob. > 0,05 No hay diferencias significativas (ns)

Prob. < 0,05 Hay diferencias significativas (\*)

Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey.

**Realizado por:** Rojas R., 2023.

En base a los análisis microbiológicos realizados en el producto, se presentó Ausencia en cuanto a *Escherichia coli* y Coliformes totales, en el caso de mohos y levaduras se reportó en el nivel 0% 1,69x10<sup>2</sup>, nivel 3% con 1,39x10<sup>2</sup>, nivel 6% con 1,38x10<sup>2</sup> y el nivel 9% con 1,46x10<sup>2</sup>, además de un coeficiente de variación de 18,21, con un error estándar de 13,51 y una probabilidad de 0,3727 (P<0,01) es decir que no existen diferencias significativas por efecto de los niveles de pigmento natural de yaca, como se visualiza en la tabla 4-3; lo cual en base a la norma NTE INEN 706 del 2013 el nivel de aceptación debe ser de 200 UFC/g demostrando que los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros establecidos y que la elaboración del producto se realizó bajo normas de higiene e inocuidad, además de una caracterización correcta de la fruta para su posterior uso. En base a (Rosales, et al., 2006. pp. 236-242) en su estudio de evaluación de la calidad microbiológica de helados caseros determinó como valor promedio de 1,7x10<sup>3</sup> en mohos y levaduras siendo un valor mayor y que no cumple con los requisitos, a diferencia de la investigación que se realizó; además menciona que la carga elevada de mohos y levaduras puede ser reflejado por condiciones inapropiadas de inocuidad dentro del ambiente de preparación, expendio y falta de limpieza en utensilios.

### 4.4. Análisis sensorial

Los valores obtenidos de la evaluación sensorial fueron evaluados mediante una prueba de escala hedónica de aceptabilidad de 5 puntos donde: el valor de 5 corresponde a (me gusta mucho), 4 (me gusta moderadamente), 3 (no me gusta ni me disgusta), 2 (me disgusta moderadamente) y 1



(me disgusta mucho), los cuales serán evaluados para parámetros como color, olor, sabor y textura en base a la elaboración del helado de yaca utilizando distintos niveles como pigmento natural, la misma que fue evaluada por 25 panelistas no entrenados.

**Tabla 4-4:** Valoración sensorial del helados elaborado con diferentes niveles de pigmento de yaca.

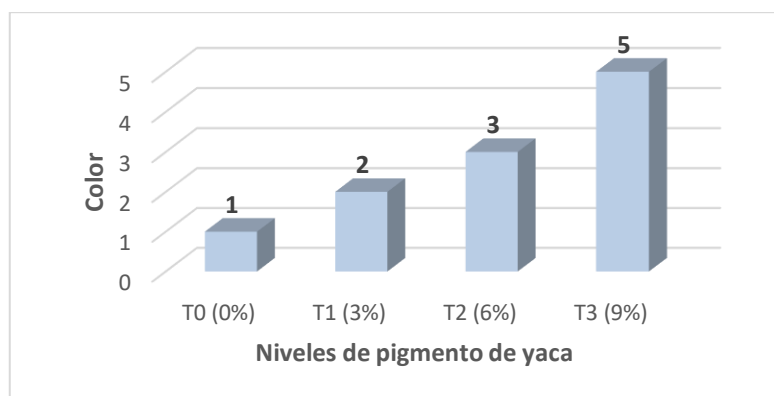
Atributos de Evaluación	Pigmento natural de yaca				H. cal	Prob.
	0%	3%	6%	9%		
<b>Color</b>	1	2	3	5	2,94	<0,0001
<b>Olor</b>	3	3	4	5	11,27	<0,0001
<b>Sabor</b>	4	4	4	4	6,71	0,0089
<b>Textura</b>	3	3	3	4	0,01	<0,0001

Prob. < 0,05 Hay diferencias significativas (\*)

Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Realizado por: Rojas R., 2023.

#### 4.4.1. Color

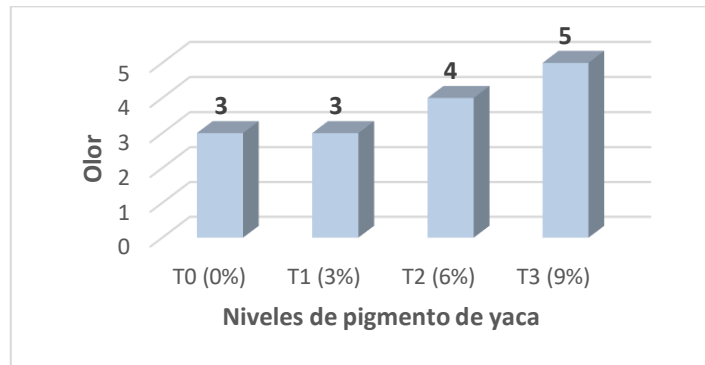


**Gráfico 4-6:** Valoración organoléptica de color.

Realizado por: Rojas R., 2023.

El color presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) por efecto de los distintos niveles de pigmento natural de yaca, es decir que las medias difieren entre ellas, obteniendo la mayor puntuación de 1 (me disgusta mucho) en el nivel 0%, 2 (me disgusta moderadamente) en el nivel 3%, 3 (no me gusta ni me disgusta) en el nivel 6% y 5 (me gusta mucho) en el nivel 9%, como se presenta en el gráfico 4-6; cabe mencionar que la influencia del color en los niveles se ven influenciadas por la cantidad de pigmento natural de yaca, reflejando un nivel de aceptación para el tratamiento 3 con el 9%.

#### 4.4.2. Olor

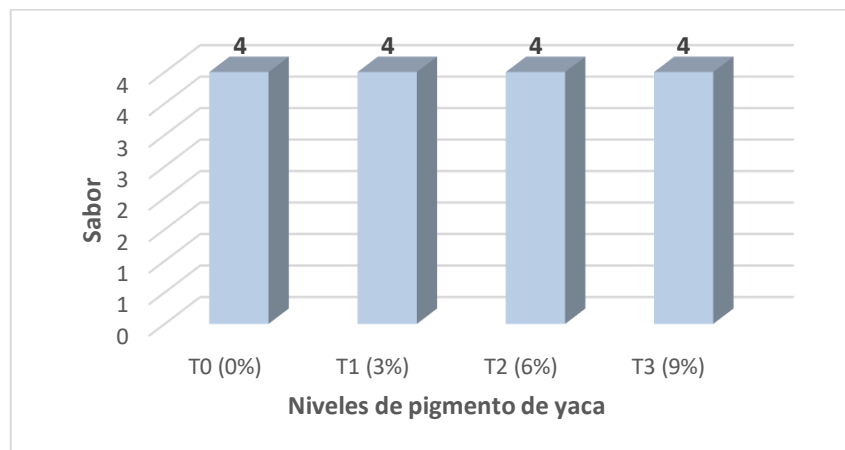


**Gráfico 4-7:** Valoración organoléptica de olor.

Realizado por: Rojas R., 2023.

La valoración del atributo olor en el helado de yaca presentó diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) por efecto de los distintos niveles de yaca como pigmento natural, obteniendo la mayor puntuación de 5 (me gusta mucho) correspondiente al nivel 9% y los menores valores de 4 (me gusta moderadamente) y 3 (no me gusta ni me disgusta) en los niveles 0%, 3% y 6%. La variación del olor se observa el gráfico 4-7, por consiguiente, la concentración de sustancias aromáticas de la fruta son las que otorgan el olor correspondiente del helado.

#### 4.4.3. Sabor



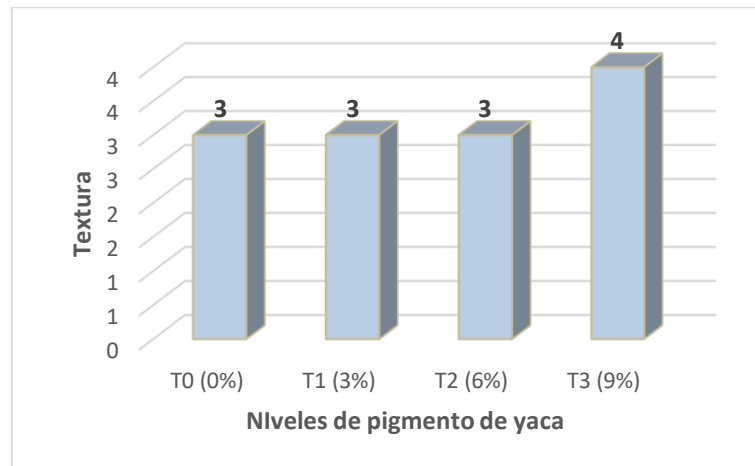
**Gráfico 4-8:** Valoración organoléptica de sabor.

Realizado por: Rojas R., 2023.

La valoración del atributo sabor no presentó que existen diferencias significativas ( $p > 0,01$ ) por efecto de los niveles de pigmento natural de yaca en donde en el gráfico 4-8, se observa que en todos los niveles se obtuvo un valor de 4 (me gusta moderadamente), esto quiere decir que el nivel de agrado de los panelistas es alto, considerando que el sabor de los diferentes niveles de

pigmento conservan la intensidad del yaca obteniendo un sabor ácido ligero y altamente dulce lo cual hace una mezcla agradable.

#### 4.4.4. *Textura*



**Gráfico 4-9:** Valoración organoléptica de textura.

Realizado por: Rojas, Rosa, 2023.

El atributo textura presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) esto quiere decir que las medias difieren entre ellas, obteniendo una puntuación de 3 (no me gusta ni me disgusta) para los niveles 0%, 3% y 6% de pigmento de yaca; a diferencia del nivel 9% que obtuvo una puntuación mayor de 4 (me gusta moderadamente), como se observa en el gráfico 4-9; lo cual la hace aceptable ante los consumidores; la textura del helado se verá afectada con el cambio de temperatura y la concentración del pigmento de la fruta. Según (Espinoza, et al, 2018, pp.61-64) en su estudio “Elaboración de helado de jackfruit por sus propiedades nutritivas” menciona que la textura del helado al utilizar tres tratamientos con diferentes cantidades de leche entera presentó valores de aceptabilidad de 4 y 3 lo cual se considera un promedio igual a lo obtenido en la investigación realizada.

#### 4.5. **Análisis económico**

##### 4.5.1. *Costo de producción y beneficio/costo del producto*

Como se observa en la tabla 4-5 el costo de producción para la elaboración de helado con utilización de yaca como pigmento natural, se determinó que en el tratamiento 0% o testigo obtuvo 2,03 dólares/L y con el tratamiento 3% se obtuvo 2,02 dólares/L que son los valores más

bajo, pero al adicionar pigmento natural de yaca en los demás tratamientos los costos de producción aumentan hasta 2,24 dólares/L cuando se utiliza el tratamiento tres (9%).

En base al beneficio/costo se determinó que al realizar el helado con el tratamiento testigo (0%) se obtuvo 1,09 dólares de rentabilidad por cada L de producto, lo que quiere decir que al obtener un valor mayor a \$1 se obtendrá utilidad del producto; al añadir pigmento natural de yaca en los demás los tratamientos incremento el costo de producción y por ende se obtiene un mayor beneficio/costo alcanzando el valor más alto de 1,66 dólares con una ganancia de 0,66 centavos, es decir que al adicionar el pigmento en los tratamientos (1,2 y 3) generan ganancias que ayudaran al crecimiento de la producción.

**Tabla 4-5:** Evaluación económica del helado con la utilización de yaca como pigmento natural

	<b>Tratamientos</b>			
	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Detalle</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>
<b>Materia prima</b>				
Pigmento de yaca	0,00	0,01	0,18	0,27
azúcar	0,18	0,16	0,14	0,12
Crema de leche	0,55	0,55	0,55	0,55
Leche en polvo	0,04	0,04	0,04	0,04
Leche	0,24	0,24	0,24	0,24
Goma Xantana	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>TOTAL</b>	1,06	1,05	1,20	1,27
<b>Costos indirectos de fabricación</b>				
Botellas de plástico	0,95	0,95	0,95	0,95
Gas	0,01	0,01	0,01	0,01
Energía eléctrica	0,01	0,01	0,01	0,01
<b>TOTAL</b>	0,97	0,97	0,97	0,97
<b>Costos de producción</b>	2,03	2,02	2,17	2,24
Cantidad (Litro)	1,00	1,00	1,00	1,00
Precio (Litro)	2,00	2,50	3,00	3,50
Utilidad (10%)	0,20	0,20	0,22	0,22
<b>Ingresos</b>	2,20	2,70	3,22	3,72
<b>Beneficio costo</b>	1,09	1,34	1,48	1,66

Realizado por: Rojas R., 2023.

## CONCLUSIONES

- Se realizó análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales, determinando la calidad del producto y las características organolépticas propias de un helado; se obtuvo baja carga microbiana lo que hace al producto apto para su consumo.
- En base a la estadística descriptiva la caracterización del pigmento natural de yaca obtuvo resultados de humedad de 0,18%, pH 5,30, densidad 0,68%, proteína 6,33%, cenizas 5,75% y reportando solubilidad en todas las repeticiones realizadas.
- Se determinó la formulación para la elaboración de helado con diferentes niveles de pigmentación de yaca (0%, 3%, 6% y 9%) presentando en todos los análisis fisicoquímicos diferencias altamente significativas; para la determinación de la inocuidad del producto en base a los análisis microbiológicos se pudo determinar ausencia total de *Escherichia coli* y *Coliformes totales*, pero en *mohos* y *levaduras* se reportó que no existen diferencias significativas lo cual el valor que se obtuvo se encuentra dentro de los parámetros establecidos, demostrando que el producto fue elaborado en las mejores normas de inocuidad. En cuanto a los resultados organolépticos se tomó en cuenta a 25 panelistas no entrenados alcanzando el mayor nivel de aceptabilidad con el tratamiento 9% con la adición de 57,06g de pigmento natural de yaca.
- El análisis económico del helado con pigmento natural de yaca reportó un costo de producción de 2,03\$ para el tratamiento testigo a diferencia de los demás que llegaron hasta 2,24\$, obteniendo un mayor beneficio/costo al realizar en tratamiento 9% de 1,66\$ con una ganancia de 0,66 centavos.

## **RECOMENDACIONES**

- Todo el proceso de producción se debe realizar en condiciones de inocuidad e higiene, además de realizar los análisis microbiológicos de forma inmediata para evitar contaminación y proliferación de microorganismos.
- Realizar otras técnicas para la obtención del pigmento de yaca con el fin de encontrar diferencias en los análisis bromatológicos.
- Expandir la investigación de productos a base de yaca que sirvan de fuente de información primaria para la realización de nuevos productos.
- Dar a conocer los beneficios nutricionales de la yaca y fomentar la comercialización de esta.
- El almacenamiento del producto se debe realizar en condiciones de refrigeración, para evitar la pérdida de sus propiedades organolépticas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ADMIN.** *La importancia del color en los alimentos: los colores influyen en el apetito* [blog]. España: Aquateknica, 2018. [Consulta: 14 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.aquateknica.com/la-importancia-del-color-en-alimentos-los-colores-influyen-en-el-apetito/>

**AOAC 2000.** *Official methods of analysis. En. Arlington, VA, USA Association of Official Analytical Chemist.*

**ARRAZOLA, Guillermo; et al.** “Microencapsulación de Antocianinas de Berenjena (*Solanum melongena* L.) mediante Secado por Aspersión y Evaluación de la Estabilidad de su Color y Capacidad Antioxidante”. *Información tecnológica*, vol. 25, n° 3, (2014) p. 31-42.

**BALAMAZE, Joseph; et al.** " Physico-chemical Characteristics of Selected Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus* Lam) Varieties". *Journal of Food Research* [en línea], 2019, (Uganda) 8(4), pp. 1-12. [Consulta: 21 mayo 2023] ISSN 1927-0895 Disponible en: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jfr/article/view/0/39564>

**BERENDSOHN, Walter.** *Árboles nativos e introducidos de El Salvador. Parte 2: Angiospermae – Familias M a P y Pteridophyta.* Englara 29(2), 2012, pp. 1–300.

**CAI, Yi-Zhong; CORKE, Harold.** “Producción y propiedades de los pigmentos de betacianina de *Amaranthus* secados por aspersión”. *Revista de ciencia de los alimentos*, vol. 65, n° 7, (2000), pp. 1248-1252.

**CALERO LEÓN, Carla Jeanneth.** *Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos* [en línea]. Ecuador: Ediciones Abya – Yala, 2011. [Consulta: 14 enero 2023]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/52065.pdf>

**CHAYON, Goswami & RAKHI, Chacrabati.** “Chapter 14 - Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*)”. *Science Direct* [en línea], 2016, (México) 2(1), pp. 317-335. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124081178000143>

**CÓRDOVA, Kelly.** *Colorantes naturales, tendencia en la industria de alimentos* [blog]. España: Axioma Group S. A., 2016. [Consulta: 8 enero 2022]. Disponible en: <https://www.revistaialimentos.com/es/noticias/colorantes-naturales-tendencia-en-la-industria-de-alimentos>

**CORONADO, Jazmín.** *Triptico* [blog]. 2015. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/359813588/TRIPTICO-doc>

**CORREA, Ricardo, & GABOT, Mariel.** “Colorantes en alimentos”. *Reglamento Bromatológico Nacional*. [en línea], 2012, (Uruguay), p. 12. [Consulta: 23 enero 2023]. Disponible en: <https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/Colorantes%20en%20alimentos.pdf>

**ESPINOZA LOOR, Diego Paul & LOOR CEDEÑO, Denices Jesús.** Elaboración de helado de jackfruit por sus propiedades nutritivas Jaca. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Tesis Doctoral) Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, Carrera Ingeniería en Alimentos. Chone-Manabí-Ecuador. 2018. pp. 21-24. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1724/1/ULEAM-IAL-0029.pdf>

**ESQUIVEL, Luna, et al.** “La yaca *Artocarpus heterophyllus* un fruto de exportación”. *Línea prioritaria de investigación en Inocuidad*. [en línea], 2020, (México), p. 66. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/784/1/La%20Yaca%20%28Artocarpus%20heterophyllus%20Lam.%29.%20Un%20fruto%20de%20exportaci%C3%B3n.pdf>

**FAO.** “Política alimentaria y nutrición”. *FAO/OMS*. [en línea], 1948, (Panamá) 6(2), pp. 13-18. [Consulta: 4 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/X8075s/X8075s05.htm>

**FARBE.** *La importancia de los pigmentos naturales en los alimentos* [blog]. México: Farbe Naturals, 2017. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <https://farbe.com.mx/la-importancia-los-pigmentos-naturales-en-los-alimentos/>

**FARBE.** *Tipos de colorantes artificiales para alimentos y sus usos* [blog]. México: Farbe Naturals, 2017. [Consulta: 4 enero 2023]. Disponible en: <https://farbe.com.mx/tipos-de-colorantes-artificiales-para-alimentos-y-sus-usos/>

**FOOD NEWS.** *Efectos que causan los saborizantes y colorantes artificiales* [blog]. Colombia: LatamCom, 2014. [Consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en:



<https://www.foodnewslatam.com/sectores/33-ingredientes/651-efectos-que-causan-los-saborizantes-y-colorantes-artificiales.html>

**GARZÓN GIRALDO, Luis Mateo, et al.** Exportación y comercialización de helado de níspero endulzado a base de yacón [en línea] (Trabajo de titulación). Ensumer Institución Universitaria, Facultad de Estudios Internacionales, Tecnología en Comercio Internacional, Colombia. 2019, p. 67. [Consulta: 2023-02-15]. Disponible en: <https://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/esumer/1839/1/PDF%20HELADO%20DE%20N%203%8DSPERO.pdf>

**GIRÓN, Jader; et al.** “Pigmentos vegetales y compuestos naturales aplicados en productos cárnicos como colorantes y/o antioxidantes: Revisión. Uniminuto [en línea], 2016, (Perú) 21, pp. 21-62. [Consulta: 9 enero 2023]. ISSN 1909-2520. Disponible en: <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/download/1450/1385/3869>

**GONZÁLEZ, Yana; et al.** Ensayo de toxicidad a dosis repetidas del extracto acuoso de Morinda royoc L. en ratas Cenp:SPRD. Revista Cubana de Plantas Medicinales [en línea], 2003, (Cuba), 2003(2), pp. 4-12. [Consulta: 22 febrero 2023]. ISSN 1028-4796. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962003000200005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000200005)

**GRIGNA, Dumoulín; et al.** “Caracterización física-química de frutas frescas de cultivos de no tradicionales en Venezuela I la yaca”. Agronomía Tropical [en línea], 2010, (Venezuela) 60(3), p. 26. [Consulta: 3 enero 2023]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2010000300003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300003)

**GUZMÁN VILLA, Nancy Marina.** Utilización del artocapusheterophyllus (jackfruit) como alternativa gastronómica para pastelería [en línea] (Trabajo de Titulación). (Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía, Riobamba-Ecuador. 2013, p. 4. [Consulta: 2023-02-8]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9635/1/84T00225.pdf>

**GUZMÁN VILLA, Nancy Marina.** Utilización del Artocapus heterophyllus (jackfruit) como alternativa gastronómica para pastelería [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de Licenciatura) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía. Riobamba-Ecuador. 2013. pp. 60-63. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9635/1/84T00225.pdf>

**GUZMÁN VILLA, Nancy Marina.** Utilización del *Artocarpus heterophyllus* (jackfruit) como alternativa gastronómica para pastelería [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de Licenciatura) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía. Riobamba-Ecuador. 2013. pp. 60-63. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9635/1/84T00225.pdf>

**HERNÁNDEZ ORNELAS, María Magdalena.** Aditivos, colorantes, y conservadores utilizados en la industria de los helados [en línea] (Trabajo de titulación). UNAM, Facultad de Química, México. 2004, p. 42. [Consulta: 2023-01-19]. Disponible en: [https://repositorio.unam.mx/contenidos/aditivos-colorantes-y-conservadores-utilizados-en-la-industria-de-los-helados-183975?c=B2O1O8&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos/aditivos-colorantes-y-conservadores-utilizados-en-la-industria-de-los-helados-183975?c=B2O1O8&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0)

**HERRERA CANTO, Esther Elizabeth.** “La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), una fruta muy singular y sus usos tradicionales”. Herbario Cicy [en línea], 2015, (México) 43(130), p. 169. [Consulta: 5 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2015/2015-11-05-Herrera-Canto-Una-fruta-muy-singular.La-yaca-y-sus-usos-tradicionales.pdf](https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-11-05-Herrera-Canto-Una-fruta-muy-singular.La-yaca-y-sus-usos-tradicionales.pdf)

**HIDALGO OLMEDO, Byron Geovanny.** Uso de colorantes alimentarios (artificiales y naturales) y su impacto en la salud: revisión de la literatura [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Agroindustrial, Riobamba-Ecuador. 2022, p. 40. [Consulta: 2023-02-05]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9714/1/Hidalgo%20O.%20Byron%20G.%20%282022%29%20Uso%20de%20colorantes%20alimentarios%20%28artificiales%20y%20naturales%29%20y%20su%20impacto%20en%20la%20salud%20revisi%C3%B3n%20de%20la%20literatura.%20%282%29.pdf>

**INFOALIMENTOS.** *Liofilización de alimentos: dos métodos de conservación en uno* [blog]. Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición, 2018. [Consulta: 4 marzo 2023]. Disponible en: <https://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/438-lio-filizacion-de-alimentos-dos-metodos-de-conservacion-en-uno>

**KRASER, Rocío, & HERNÁNDEZ, Sandra.** “Colorantes alimentarios y su relación con la salud: ¿Cómo abordar esta problemática desde el estudio de las disoluciones?”. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias [en línea], 2020, (España) 17(1), p. 22. [Consulta:

10 enero 2023]. ISSN 1697-011X. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/journal/920/92060626006/92060626006.pdf>

**LLAMUCA ARÉVALO, Amarilis Elizabeth.** Extracción de colorantes naturales de jamaica (hibiscus sabdariffa), mora andina (rubus glaucus) y uva (vitis vinífera) para el uso en la industria de alimentos [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba-Ecuador. 2018, p. 16. [Consulta: 2023-02-13]. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8904/1/56T00794.pdf>

**LÓPEZ MARTÍNEZ, Maritza.** Formulación del proceso de liofilización en frutas y hortalizas como valor agregado a su presentación a mercados tipo exportación [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Especialización Gerencia Integral de proyectos, Colombia. 2016, p. 4. [Consulta: 2023-02-16]. Disponible en:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14989/MaritzaL%C3%B3pezMart%C3%ADnez2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**LÓPEZ ROMO, Estefanía Belén.** Evaluación de la actividad antiinflamatoria y citotoxicidad in vitro de Bidens andicola [en línea] (Trabajo de titulación) Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2016. p. 26. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en:  
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/5795/1/56T00667.pdf>

**MEFCCA.** “Cultivo de yaca”. Revista de promoción del cultivo y consumo de yaca [en línea], 2017, (México), p. 15. Disponible en:  
<https://www.economiafamiliar.gob.ni/backend/vistas/doc/cartilla/documento1345333.pdf>

**MELÉNDEZ, Antonio.** *Carotenoides en agroalimentación y salud* [en línea]. México: editorial Terracota, 2017. [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/profile/Damaso-Hornero-Mendez/publication/321310561\\_Carotenoides\\_en\\_agroalimentacion\\_y\\_salud/links/5a1bfa83a6fcc50adecad92/Carotenoides-en-agroalimentacion-y-salud.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Damaso-Hornero-Mendez/publication/321310561_Carotenoides_en_agroalimentacion_y_salud/links/5a1bfa83a6fcc50adecad92/Carotenoides-en-agroalimentacion-y-salud.pdf)

**MERIÑO, Carolina.** Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos de jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam) obtenidos mediante solventes de diferente polaridad [En línea]

(Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Carrera Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales. Cuenca-Ecuador. 2019. pp. 1-23. [Consulta: 30 junio 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17931/1/UPS-CT008495.pdf>

**MIRAVET, Gracia.** Secado por Atomización de zumo de granada [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría). Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial. Cartagena Colombia. (2009). p.135. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1807/pfm92.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**MOREIRA, Rúbir.** Caracterización morfológica y composición fisico-química de la fruta de Cidrayota (*Sechium edule*) de la variedad *virens levis* cultivada en los cantones Piñas (El Oro) y Baños (Tungurahua) [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería en Alimentos. Ambato-Ecuador. 2018. pp. 28 [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27307/1/AL%20659.pdf>

**MORENO DELGADO, Keren Alejandra.** Estudio de las propiedades nutricionales de la pulpa de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus lam*) y su aplicación en la industria alimentaria [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Ingeniería en Industrias Pecuarias. Riobamba-Ecuador. 2021. pp. 24-30. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15515/1/27T00467.pdf>

**MUÑOZ, Verónica.** Creación de un recetario para la elaboración de una línea de productos alternativos de la carne o productos cárnicos, a base de jackfruit [En línea] (Trabajo de titulación) (Gastronomía). Universidad de las Américas, Facultad de Gastronomía, Escuela de Gastronomía. Quito-Ecuador. 2017. pp. 39-43. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7405/1/UDLA-EC-TLG2017-43.pdf>

**NTE INEN 107. 2013.** *Norma general para el etiquetado de aditivos alimentarios que se venden como tales.*

**NTE INEN 1529-11.** *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Detección*

**NTE INEN 1529-7:2013.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*

**NTE INEN 1529-8 2016.** *Control microbiológico de los alimentos. Detección y recuento de escherichia coli presuntiva por la técnica del número más probable*

**NTE INEN 706. 2013.** *Helados. Requisitos.*

**OCHOA, Luz Aracely; et al.** Propiedades de rehidratación y funcionales de un producto en polvo a base de jugo de granada y manzana. *Ciencia@ Uaq*, vol. 4, no 2,(2011), pp. 19-25.

**OMS.** *Aditivos alimentarios* [blog]. España: Organización Mundial de la Salud, 2018. [Consulta: 18 diciembre 2022] Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

**ONG, B.T.; et al.** "Chemical and flavour changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening". *Postharvest Biology and Technology* [en línea], 2006, (Malasia) 40(3), pp. 279-286. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552140600041X>

**ONG, B.T.; et al.** "Chemical and flavour changes in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) cultivar J3 during ripening". *Postharvest Biology and Technology* [en línea], 2006, (Malasia) 40(3), pp. 279-286. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092552140600041X>

**PENELO, Lidia.** *Yaca: propiedades, beneficios y valor nutricional* [blog]. La vanguardia, 2018. [Consulta: 8 enero 2023]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181018/452404019104/frutas-yaca-beneficios-propiedades-valor-nutricional.html>

**PINEDA HIDALGO, Evelyn Tatiana, & PAZMIÑO GONZÁLEZ, Shely Nicole.** Estudio reológico en la formulación de un helado suave y helado duro (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química, Escuela de Ingeniería Química. Ecuador (Quito). 2022. Pp. 25-64.

**PIÑA DUMOULÍN, Grigna, et al.** “Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I la yaca”. *Agronomía tropical* [en línea], 2010, (Venezuela) 60(3), pp. 35-42. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2010000300003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300003)

**PIÑA DUMOULÍN, Grigna, et al.** “Caracterización físico-química de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I la yaca”. *Agronomía tropical* [en línea], 2010, (Venezuela) 60(3), pp. 35-42. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2010000300003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300003)

**PORTAL 20 Minutos.** *El riesgo que representan los colorantes alimentarios sintéticos para la salud* [blog]. Perú: Revista Industria Alimentaria, 2018. [Consulta: 7 enero 2022]. Disponible en: <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/el-riesgo-que-representan-los-colorantes-alimentarios-sinteticos-para-la-salud>

**RABANAL, Melissa, & MEDINA, Alicia.** “Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes”. Scielo [en línea], 2020, (Perú) 39(1), pp. 1-12. [Consulta: 25 enero 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v39/2395-8030-tl-39-e808.pdf>

**RAMÍREZ-NAVAS, Juan Sebastián; et al.** “Parámetros de calidad en helados”. *Revista ReCiTeIA*, vol. 15, n° 1, (2011), pp. 79-94.

**RAMOS BECERRA, Erika Dayana, & UDEO TAGUA, Angélica María.** Polifenoles totales y actividad antioxidante del extracto acuoso y metanólico de la pulpa de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil-Ecuador. 2019. pp. 12-27. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43778>

**RAMOS SALVATIERRA, Fabián Eduardo.** Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de jugo de Jackfruit o Jaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de Licenciatura) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial. Guayaquil-Ecuador. 2013. p. 67. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7768/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-322.pdf>

**RAMOS SALVATIERRA, Fabián Eduardo.** Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de jugo de Jackfruit o Jaca [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis de Licenciatura) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial. Guayaquil-Ecuador. 2013. p. 67. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7768/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-322.pdf>

**RESOLUCION 10593 DE 1985.** “Ministerio de Salud”. [en línea], 1985 (Colombia), p. 4. [Consulta: 3 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/OT/Resolucion%2010593-de-1985.pdf>

**ROSALES, Yuly, & DÍAZ, Cándida.** “Evaluación de la calidad microbiológica de helados caseros en Merida/Venezuela”. *Revista salud pública y nutrición* [en línea], 2006, (Venezuela) 7(3), pp. 236-242. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/ALEXANDRA/Downloads/esramos,+EVALUACI%C3%93N+DE+LA+CALIDAD+MICROBIOLÓGICA+DE+HELADOS+CASEROS+EN+MERIDA.pdf>

**ROSALES, Yuly, & DÍAZ, Cándida.** “Evaluación de la calidad microbiológica de helados caseros en Merida/Venezuela”. *Revista salud pública y nutrición* [en línea], 2006, (Venezuela) 7(3), pp. 236-242. [Consulta: 21 mayo 2023]. Disponible en: <file:///C:/Users/ALEXANDRA/Downloads/esramos,+EVALUACI%C3%93N+DE+LA+CALIDAD+MICROBIOLÓGICA+DE+HELADOS+CASEROS+EN+MERIDA.pdf>

**SÁNCHEZ, Rocío.** “La química del color en los alimentos”. *Química Viva* [en línea], 2013, (Argentina) 12(3), pp. 234-246. [Consulta: 18 diciembre 2022]. ISSN 1666-7948. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>

**SANGUINETTI, Ernesto.** *Importancia refrigeración de helados* [blog]. APVARC, 2013. [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/titosangui/historia-helados-16586005>

**SANZ, Ascensión.** *La industria de los colorantes y pigmentos* [blog]. 2011. [Consulta: 3 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-11.php>

**SAXENA, Abha; et al.** Yaca ( *Artocarpus heterophyllus* Lam.). En: Yahia, Elhadi. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* [En línea], 2011, (Oxford) 3, pp. 275-

299. ISBN 978-1-84569-735-8 [Consulta: 2023-05-21] Disponible en: <https://doi.org/10.1533/9780857092885.275>

**SEMANTE SACATORO, Aracely Guadalupe.** Utilización de harina de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lam) en galletas con bajo índice glucémico [En línea] (Trabajo de titulación). (Químico). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Química. Riobamba-Ecuador. 2021. pp.59-65. [Consulta: 2023-05-21]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14805/1/156T0039.pdf>

**SIMBA, María.** Caracterización físico- química del jackfruit y propuestas de dos alternativas para el procesamiento [En línea] (Trabajo de Titulación). (Ingeniería). Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Carrera de Ingeniería de Alimentos. Quito-Ecuador. 2014. pp. 3-57. [Consulta: 13 marzo 2020]. Disponible en: [http://192.188.51.77/bitstream/123456789/5062/1/55526\\_1.pdf](http://192.188.51.77/bitstream/123456789/5062/1/55526_1.pdf)

**SURCO, Felipe; et al.** Efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de mangifera indica. Scielo [en línea], 2017, (Perú) 83(4), p. 413. [Consulta: 4 marzo 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n4/a06v83n4.pdf>

**TOMASINI JHILMAR, Martín Reyes.** Extracción, caracterización y estabilidad de antocianinas y otros compuestos antioxidantes [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). UNAP, Facultad de Industrias Alimentarias, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Perú. 2018. p. 35. [Consulta: 2023-01-08]. Disponible en: [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6461/Tomasini\\_Examen\\_Titulo\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6461/Tomasini_Examen_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ULLOA, July, et al.** “Comportamiento del color en bulbos del fruto de la jaca (*artocarpus heterophyllus*) auto estabilizados en frascos de vidrio por la tecnología de obstáculos”. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* [en línea], 2007, (México) 5(5), pp. 372-378. [Consulta: 7 enero 2023]. ISSN 1135-8122. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72450508.pdf>

**VAZHACHARICKAL, Prem, et al.** "Chemistry and medicinal properties of jackfruit (*artocarpus heterophyllus*): a review on current status of knowledge". *International Journal of Innovative Research and Review*, [en línea], 2015, (India) 3(2), pp. 83-95. [Consulta: 2023-05-21]. ISSN:2347-4424. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/304605177\\_CHEMISTRY\\_AND\\_MEDICINAL\\_PRO](https://www.researchgate.net/publication/304605177_CHEMISTRY_AND_MEDICINAL_PRO)



## PERTIES OF JACKFRUIT ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS A REVIEW ON CURRENT STATUS OF KNOWLEDGE

**VEGA, Griselda.** “Medición de color en alimentos para una mejor calidad, consistencia y apariencia” [blog]. The Food Tech, 2022. [Consulta: 4 febrero 2023]. Disponible: <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/medicion-de-color-en-alimentos-para-una-mejor-calidad-consistencia-y-apariencia/>

**WAGHMARE, Ruta; et al.** "Jackfruit seed: an accompaniment to functional foods". Brazilian Journal of Food Technology, [en línea], 2019, (Brazil) 22. [Consulta en: 03 septiembre 2020]. ISSN 1981- 6723. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20718>

**WIKIPEDIA.** *Artocarpus heterophyllus* [blog]. 2015. [Consulta: 3 enero 2023]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Artocarpus\\_heterophyllus](https://es.wikipedia.org/wiki/Artocarpus_heterophyllus)

**YACHAPANTA MONTENEGRO, Daniela del Carmen.** Obtención de un colorante natural la betalaina a partir de la remolacha (*beta vulgaris*) para su aplicación en alimentos y bebidas, sin que sus propiedades organolépticas (sabor y olor) afecten su utilidad [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos, Carrera de Ingeniería Bioquímica, Ambato-Ecuador. 2011. p. 21. [Consulta: 2022-12-15]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1764/1/SBQ17%20Ref.3401.pdf>

**YUMISACA PINDUISACA, Daniel Fabián.** Helados de paila a base de vegetales, 2014 [en línea] (Trabajo de titulación). (Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Salud Pública, Escuela de Gastronomía. Ecuador. 2017, p. 45. [Consulta: 2023-02-16]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/11400/1/84T00528.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO A: FORMATO PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL DE LOS HELADO

#### ELABORACIÓN DE HELADO CON LA UTILIZACIÓN DE YACA (*Artocarpus heteropyllus*) COMO PIGMENTO NATURAL

Nombre..... Edad.....

Sexo: Femenino – Masculino

**Instrucciones:** Anoté el código de los vasos en el casillero “muestra” y evalué las mismas que se le ha presentado en cuanto a los atributos: OLOR, COLOR, SABOR Y TEXTURA. Utilice la categoría que va de acuerdo con su gusto colocando la puntuación correspondiente por muestra y en todos los atributos.

Puntuación	Categoría
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Muestras	Olor	Color	Sabor	Textura

¿Cuál de las muestras fue su preferido? Anote solo uno:

.....

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

**ANEXO B: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL HELADO DE YACA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Humedad</b>	<b>pH</b>	<b>Densidad</b>	<b>Proteína</b>
0%	1	68	6,33	1,02	9,29
0%	2	68	6,31	1,02	9,27
0%	3	77	6,31	1,02	9,35
0%	4	76	6,37	1,02	9,17
3%	1	61	6,20	0,97	15,09
3%	2	61	6,20	0,97	15,22
3%	3	63	6,20	0,97	15,17
3%	4	63	6,18	0,97	15,17
6%	1	55	6,10	0,98	17,73
6%	2	52	6,04	0,98	18,45
6%	3	52	6,06	0,98	17,67
6%	4	52	6,10	0,98	17,78
9%	1	56	6,00	0,99	23,06
9%	2	56	6,00	0,99	22,86
9%	3	56	6,00	0,99	22,98
9%	4	56	6,00	0,99	22,94

**ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL HELADO DE YACA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>E-coli</b>	<b>Coliformes Totales</b>	<b>Mohos y Levaduras</b>
0%	1	Ausencia	Ausencia	1,61x10 <sup>2</sup>
0%	2	Ausencia	Ausencia	1,94x10 <sup>2</sup>
0%	3	Ausencia	Ausencia	1,71x10 <sup>2</sup>
0%	4	Ausencia	Ausencia	1,51x10 <sup>2</sup>
3%	1	Ausencia	Ausencia	1,48x10 <sup>2</sup>
3%	2	Ausencia	Ausencia	1,9x10 <sup>2</sup>
3%	3	Ausencia	Ausencia	1,18x10 <sup>2</sup>
3%	4	Ausencia	Ausencia	1x10 <sup>2</sup>
6%	1	Ausencia	Ausencia	1,34x10 <sup>2</sup>
6%	2	Ausencia	Ausencia	1,82x10 <sup>2</sup>
6%	3	Ausencia	Ausencia	1,23x10 <sup>2</sup>

6%	4	Ausencia	Ausencia	1,15x10 <sup>2</sup>
9%	1	Ausencia	Ausencia	1,39x10 <sup>2</sup>
9%	2	Ausencia	Ausencia	1,61x10 <sup>2</sup>
9%	3	Ausencia	Ausencia	1,36x10 <sup>2</sup>
9%	4	Ausencia	Ausencia	1,51x10 <sup>2</sup>

**ANEXO D: ANÁLISIS SENSORIAL DEL HELADO DE YACA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>
0%	1	3	2	2	2
0%	2	3	1	4	3
0%	3	2	3	4	3
0%	4	3	2	4	1
0%	5	2	2	4	3
0%	6	4	1	4	5
0%	7	3	2	5	4
0%	8	3	1	5	1
0%	9	4	3	4	3
0%	10	4	3	3	1
0%	11	3	2	4	4
0%	12	4	3	4	3
0%	13	4	4	3	2
0%	14	3	1	5	5
0%	15	3	1	5	2
0%	16	3	1	5	4
0%	17	4	2	4	3
0%	18	4	1	5	5
0%	19	4	1	5	3
0%	20	5	1	3	3
0%	21	4	2	5	4
0%	22	4	1	4	5
0%	23	2	1	5	4
0%	24	3	1	4	2
0%	25	4	1	3	3
3%	1	2	2	5	5

3%	2	2	2	1	2
3%	3	3	1	5	3
3%	4	3	3	4	3
3%	5	3	2	3	3
3%	6	3	2	1	1
3%	7	4	3	3	4
3%	8	3	3	3	4
3%	9	3	2	3	2
3%	10	2	1	4	3
3%	11	3	3	2	3
3%	12	4	1	4	4
3%	13	3	3	5	3
3%	14	3	1	5	5
3%	15	4	2	4	3
3%	16	4	1	4	5
3%	17	4	2	3	2
3%	18	3	2	4	2
3%	19	3	2	3	3
3%	20	3	1	5	3
3%	21	4	1	5	5
3%	22	2	2	2	2
3%	23	3	1	5	4
3%	24	3	1	2	3
3%	25	4	1	3	3
6%	1	5	2	5	5
6%	2	4	1	1	2
6%	3	4	1	5	3
6%	4	4	2	4	3
6%	5	3	2	3	3
6%	6	3	2	1	1
6%	7	3	3	3	4
6%	8	3	3	3	4
6%	9	4	2	3	2
6%	10	3	3	4	3
6%	11	3	3	2	3

6%	12	3	1	4	4
6%	13	4	3	5	3
6%	14	4	2	5	5
6%	15	5	3	4	3
6%	16	4	3	4	5
6%	17	4	3	3	2
6%	18	4	3	4	2
6%	19	3	2	3	3
6%	20	4	4	5	3
6%	21	5	4	5	5
6%	22	5	4	2	2
6%	23	5	3	5	4
6%	24	5	3	2	3
6%	25	5	5	4	5
9%	1	4	5	5	4
9%	2	3	5	4	5
9%	3	5	5	5	5
9%	4	4	5	4	5
9%	5	4	4	5	4
9%	6	5	5	4	4
9%	7	4	4	5	5
9%	8	5	5	4	4
9%	9	4	5	5	5
9%	10	4	5	5	4
9%	11	5	5	5	4
9%	12	5	5	4	4
9%	13	5	5	4	4
9%	14	5	5	4	4
9%	15	4	5	4	3
9%	16	4	5	5	5
9%	17	5	5	4	5
9%	18	4	5	5	5
9%	19	5	5	4	5
9%	20	5	5	5	5
9%	21	5	4	4	4

9%	22	4	5	3	4
9%	23	5	5	5	5
9%	24	5	5	5	4
9%	25	5	5	5	4

## ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA DE HUMEDAD

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Humedad	16	0,91	0,89	4,34

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	881,50	3	293,83	42,23	<0,0001
Tratamientos	881,50	3	293,83	42,23	<0,0001
Error	83,50	12	6,96		
Total	965,00	15			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,53775

Error: 6,9583 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0%	72,25	4	1,32	A
3%	62,00	4	1,32	B
9%	56,00	4	1,32	C
6%	52,75	4	1,32	C

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

## ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	16	0,98	0,97	0,34

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,25	3	0,08	185,33	<0,0001

Tratamientos	0,25	3	0,08	185,33	<0,0001
Error	0,01	12	4,5E-04		
Total	0,26	15			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04453**

Error: 0,0005 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0%	6,33	4	0,01	A
3%	6,20	4	0,01	B
6%	6,08	4	0,01	C
9%	6,00	4	0,01	D

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

## ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA DE DENSIDAD

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Densidad	16	1,00	1,00	0,00

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	3	1,9E-03	sd	sd
Tratamientos	0,01	3	1,9E-03	sd	sd
Error	0,00	12	0,00		
Total	0,01	15			

## ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Proteína	16	1,00	1,00	1,18

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	390,61	3	130,20	3513,06	<0,0001
Tratamientos	390,61	3	130,20	3513,06	<0,0001
Error	0,44	12	0,04		
Total	391,05	15			



**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40416**

Error: 0,0371 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0%	9,27	4	0,10	A
3%	15,16	4	0,10	B
6%	17,91	4	0,10	C
9%	22,96	4	0,10	D

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

## ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA DE MOHOS Y LEVADURAS

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Mohos y levaduras	16	0,22	0,03	18,21

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2495,25	3	831,75	1,14	0,3727
Tratamientos	2495,25	3	831,75	1,14	0,3727
Error	8762,5012		730,21		
Total	11257,75		15		

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=56,72887**

Error: 730,2083 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
0%	169,25	4	13,51	A
9%	146,75	4	13,51	A
3%	139,00	4	13,51	A
6%	138,50	4	13,51	A

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

## ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA DE OLOR

### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Olor	0%	25	3,28	0,89	3,00	34,46	
	<0,0001						
Olor	3%	25	3,12	0,67	3,00		
Olor	6%	25	3,92	0,76	4,00		

Olor	9%	25	4,52	0,59	5,00
------	----	----	------	------	------

### ANEXO K: ANÁLISIS DE VARIANZA DE COLOR

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Color	0%	25	1,72	0,89	1,00	60,75	
							<0,0001
Color	3%	25	1,80	0,76	2,00		
Color	6%	25	2,52	0,92	3,00		
Color	9%	25	4,88	0,33	5,00		

### ANEXO L: ANÁLISIS DE VARIANZA DE SABOR

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Sabor	0%	25	4,16	0,80	4,00	10,49	
							0,0089
Sabor	3%	25	3,52	1,26	4,00		
Sabor	6%	25	3,52	1,26	4,00		
Sabor	9%	25	4,44	0,58	4,00		

### ANEXO N: ANÁLISIS DE VARIANZA DE TEXTURA

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Textura	0%	25	3,16	1,25	3,00	22,55	
							<0,0001
Textura	3%	25	3,20	1,08	3,00		
Textura	6%	25	3,20	1,08	3,00		
Textura	9%	25	4,44	0,58	4,00		

### ANEXO M: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA PIGMENTO NATURAL DE YACA

#### Medidas resumen

Resumen	Humedad
n	4,00
Media	0,18
D.E.	0,02
Var(n-1)	2,3E-04
Var(n)	1,7E-04
E.E.	0,01
CV	8,45
Mín	0,16
Máx	0,19
Mediana	0,18
Suma	0,71

Suma Cuad.	0,13
Asimetría	-0,37
<u>Kurtosis</u>	<u>-1,72</u>

<i>Humedad %</i>	
Media	0,1775
Error típico	0,0075
Mediana	0,18
Moda	0,19
Desviación estándar	0,015
Varianza de la muestra	0,000225
Curtosis	-3,901234568
Coefficiente de asimetría	-0,37037037
Rango	0,03
Mínimo	0,16
Máximo	0,19
Suma	0,71
Cuenta	4

### Medidas resumen

<u>Resumen</u>	<u>pH%</u>
n	4,00
Media	5,30
D.E.	0,04
Var(n-1)	1,3E-03
Var(n)	1,0E-03
E.E.	0,02
CV	0,69
Mín	5,26
Máx	5,34
Mediana	5,30
Suma	21,20
Suma Cuad.	112,36
Asimetría	0,00
<u>Kurtosis</u>	<u>-1,64</u>

<i>pH%</i>	
Media	5,3
Error típico	0,018257419
Mediana	5,3
Moda	#N/D
Desviación estándar	0,036514837
Varianza de la muestra	0,001333333
Curtosis	-3,3
Coficiente de asimetría	1,46549E-14
Rango	0,08
Mínimo	5,26
Máximo	5,34
Suma	21,2
Cuenta	4

### Medidas resumen

Resumen	Densidad
n	4,00
Media	0,68
D.E.	0,02
Var(n-1)	6,2E-04
Var(n)	4,6E-04
E.E.	0,01
CV	3,64
Mín	0,65
Máx	0,71
Mediana	0,68
Suma	2,73
Suma Cuad.	1,86
Asimetría	-0,45
<u>Kurtosis</u>	<u>-1,26</u>

<i>Densidad %</i>	
<b>Media</b>	0,68129875
<b>Error típico</b>	0,012487363

<b>Mediana</b>	0,6834025
<b>Moda</b>	#N/D
<b>Desviación estándar</b>	0,024974726
<b>Varianza de la muestra</b>	0,000623737
<b>Curtosis</b>	-0,447547907
<b>Coefficiente de asimetría</b>	-0,423714655
<b>Rango</b>	0,0585
<b>Mínimo</b>	0,65
<b>Máximo</b>	0,71
<b>Suma</b>	2,725195
<b>Cuenta</b>	4

### Medidas resumen

<u>Resumen</u>	<u>Proteína</u>
n	4,00
Media	6,33
D.E.	0,03
Var(n-1)	8,0E-04
Var(n)	6,0E-04
E.E.	0,01
CV	0,45
Mín	6,31
Máx	6,37
Mediana	6,32
Suma	25,32
Suma Cuad.	160,28
Asimetría	1,41
<u>Kurtosis</u>	<u>-1,00</u>

<i>Proteína</i>	
<b>Media</b>	6,33
<b>Error típico</b>	0,014142136
<b>Mediana</b>	6,32
<b>Moda</b>	6,31

<b>Desviación estándar</b>	0,028284271
<b>Varianza de la muestra</b>	0,0008
<b>Curtosis</b>	1,5
<b>Coefficiente de asimetría</b>	1,414213562
<b>Rango</b>	0,06
<b>Mínimo</b>	6,31
<b>Máximo</b>	6,37
<b>Suma</b>	25,32
<b>Cuenta</b>	4

### Medidas resumen

<u>Resumen</u>	<u>Cenizas</u>
n	4,00
Media	5,75
D.E.	0,96
Var(n-1)	0,92
Var(n)	0,69
E.E.	0,48
CV	16,65
Mín	5,00
Máx	7,00
Mediana	5,50
Suma	23,00
Suma Cuad.	135,00
Asimetría	0,85
<u>Kurtosis</u>	<u>-1,37</u>

<i>Cenizas</i>	
<b>Media</b>	5,75
<b>Error típico</b>	0,478713554
<b>Mediana</b>	5,5
<b>Moda</b>	5
<b>Desviación estándar</b>	0,957427108
<b>Varianza de la muestra</b>	0,916666667
<b>Curtosis</b>	-1,289256198

<b>Coefficiente de asimetría</b>	0,854563038
<b>Rango</b>	2
<b>Mínimo</b>	5
<b>Máximo</b>	7
<b>Suma</b>	23
<b>Cuenta</b>	4



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: 18 / 10 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> ROSA ELISA ROJAS AMAGUAYA
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> CIENCIAS PECUARIAS
<b>Carrera:</b> AGROINDUSTRIA
<b>Título a optar:</b> INGENIERA AGROINDUSTRIAL
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> ING. JOSÉ LIZANDRO GRANIZO ARCOS MGRT.



1846-DBRA-UPT-2023