

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE CASTAÑA (*Bertholletia excelsa*) Y YACON (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl), MEDIANTE OPERACIONES FISICOQUÍMICAS A NIVEL EXPERIMENTAL”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO QUÍMICO**

ERIK VICTOR ANCHIVILCA ZAVALETA  
JUNIOR DAYGORO NAVARRO IPANAQUE

Callao, 2022  
PERÚ



## PROLOGO DEL JURADO

La presente tesis fue sustentada por los bachilleres Erik Victor Anchivilca Zavaleta y Junior Daygoro Navarro Ipanaque ante el jurado de sustentación de tesis conformado por los siguientes profesores ordinarios:

Dr. Carlos Alejandro Ancieta Dextre	Presidente
Mg. Policarpo Agatón Suero Iquiapaza	Secretario
Dr. Nestor Marcial Alvarado Bravo	Vocal
Mg. Fernando Hipolito Layza Bermudez	Suplente

Tal como está asentado en el libro N°1 de tesis, Folio N° 87 y Acta N° 86 de fecha 23 de abril del 2022 para optar por el título Profesional de Ingeniero Químico en la modalidad de Titulación de Tesis con Ciclo de Tesis de conformidad establecida por el Reglamento de Grados y Títulos aprobados con Resolución N° 099-2021-CU de fecha 30 junio de 2021.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darnos la fuerza de alcanzar nuestras metas y guiarnos en nuestras vidas.

A nuestros padres, hermanos y amigos por su constante soporte y comprensión en cada momento de nuestras vidas, sobre todo en esta etapa muy importante para nosotros, a puertas del título profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer nuestros padres quienes a través de sacrificios y esfuerzos nos han brindaron la oportunidad de desarrollarnos profesionalmente. Agradecemos además a nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao que a través de sus enseñanzas consejos y apoyo hicieron posible el término de la presente tesis.

## ÍNDICE

TABLAS DE CONTENIDO .....	4
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN .....	9
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	10
1.2. Formulación del problema.....	11
1.2.1. Problema general .....	11
1.2.2. Problemas específicos .....	11
1.3. Objetivos .....	12
1.3.1. Objetivo general .....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Limitantes de la investigación. ....	12
1.4.1. Teórica .....	12
1.4.2. Temporal .....	12
1.4.3. Espacial.....	13
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes .....	14
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	14
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	15
2.2. Bases teóricas .....	16
2.2.1. Operaciones fisicoquímicas.....	16
2.2.2. Bebidas de frutas.....	18
2.2.3. Edulcorante .....	18
2.2.4. Castaña .....	20

2.2.5. Yacón .....	26
2.3. Conceptual.....	30
2.4. Definición de términos básicos .....	33
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	34
3.1. Hipótesis .....	34
3.1.1. Hipótesis general.....	34
3.1.2. Hipótesis específicas .....	34
3.2. Definición conceptual de variables.....	34
3.2.1. Operacionalización de variables.....	34
IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....	36
4.1. Tipo y diseño de investigación .....	36
4.2. Método de investigación .....	36
4.3. Población y muestra.....	41
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	41
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	41
4.6. Análisis y procesamientos de datos.....	45
V. RESULTADOS.....	47
5.1. Resultados descriptivos .....	47
5.2. Resultados inferenciales .....	53
5.3. Otro tipo de resultado estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis. ....	60
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	67
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados .....	67
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares .....	69
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes.....	72
CONCLUSIONES .....	73

RECOMENDACIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS .....	80

## TABLAS DE CONTENIDO

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características de la castaña .....	20
Tabla 2	Clasificación taxonómica de la nuez de brasil .....	21
Tabla 3	Propiedades nutricionales de la castaña .....	22
Tabla 4	Características de calidad de castaña.....	23
Tabla 5	Clasificación taxonómica del yacón .....	28
Tabla 6	Composición nutricional del yacón .....	29
Tabla 7	Operacionalización de las variables .....	35
Tabla 8	Diseño Factorial completo.....	40
Tabla 9	Diseño experimental para pruebas .....	40
Tabla 10	Métodos utilizados para caracterización fisicoquímica de la materia prima.....	42
Tabla 11	Métodos utilizados para análisis proximal de la bebida elaborada...	43
Tabla 12	Métodos utilizados para análisis fisicoquímicos para la bebida elaborada .....	43
Tabla 13	Métodos utilizados para análisis microbiológicos de la bebida elaborada .....	44
Tabla 14	Escala hedónica de 5 puntos .....	44
Tabla 15	Composición del panel sensorial.....	47
Tabla 16	Cantidad de muestra de los tratamientos.....	48
Tabla 17	Aceptabilidad general de la muestra de bebida de castaña y yacón	51
Tabla 18	Análisis proximal de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad ...	52
Tabla 19	Análisis fisicoquímico de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad .....	52
Tabla 20	Análisis microbiológico de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad .....	53
Tabla 22	Prueba de normalidad para el atributo olor .....	53
Tabla 23	Resumen de contraste de hipótesis para atributo olor .....	54
Tabla 24	Prueba de normalidad para el atributo sabor .....	55
Tabla 25	Prueba de Friedman para el atributo sabor .....	56

Tabla 26 Resumen de contraste de hipótesis para el atributo sabor .....	56
Tabla 27 Prueba de normalidad para el atributo textura .....	57
Tabla 28 Prueba de Friedman para el atributo textura.....	58
Tabla 29 Resumen de contraste de hipótesis para el atributo textura .....	58
Tabla 30 Prueba de normalidad para el atributo de aceptabilidad general .....	59
Tabla 31 Prueba de Friedman para atributo de aceptabilidad general.....	59
Tabla 32 Resumen de contraste de hipótesis para atributo de aceptabilidad general .....	60
Tabla 33 Resumen de la prueba de Tukey para el atributo olor.....	61
Tabla 34 Resumen de la prueba de Tukey para el atributo sabor.....	62
Tabla 35 Resumen de la prueba de Tukey para el atributo textura.....	63
Tabla 36 Resumen de la prueba de Tukey para el atributo de aceptabilidad general .....	65
Tabla 37 Resultados de la evaluación análisis estadístico .....	66
Tabla 38 Comparación de resultados de prueba hedónica .....	70
Tabla 39 Comparación de resultados de análisis proximal .....	71
Tabla 40 Comparación de los resultados sensoriales en relación al filtrado ...	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura química de la sacarosa .....	19
Figura 2 Castañas peladas y selladas al vacío.....	24
Figura 3 Aceite extraído de las castañas sazonado con albahaca deshidratada .....	25
Figura 4 Aceite extraído de las castañas .....	25
Figura 5 Yacón morado .....	26
Figura 6 Yacón blanco.....	27
Figura 7 Yacón amarillo.....	27
Figura 8 Diagrama experimental de estudio.....	38
Figura 9 Muestras obtenidas T1, T2, T3,T4 .....	47
Figura 10 Evaluación sensorial de las bebidas de castaña y yacón por los panelistas.....	48
Figura 11 Registro de la evaluación sensorial por los panelistas.....	49
Figura 12 Resultados obtenidos por cada atributo.....	50
Figura 13 Muestra con mayor aceptabilidad general .....	51
Figura 14 Grafica prueba de Tukey para el atributo olor.....	61
Figura 15 Grafica prueba de Tukey para el atributo sabor.....	62
Figura 16 Grafica prueba de Tukey para el atributo textura.....	64
Figura 17 Grafica prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad general .....	65

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*), a nivel experimental. Las variables independientes fueron la proporción de castaña (1.5Kg/5L y 2.5Kg/5L) y la operación de filtrado (malla de 25um y 50um) siendo evaluada a través de las variables dependientes: aceptabilidad de la bebida. Se utilizó la escala hedónica de 5 puntos para medir el grado de aceptabilidad de la bebida elaborada, la degustación de las muestras se realizó con 30 panelistas no entrenados en tiempo de pandemia por covid-19, que evaluaron los atributos de la bebida (Sabor, Olor y textura) y aceptabilidad general. Se obtuvo que el tratamiento con mayor aceptación en los atributos evaluados como en la aceptabilidad general fue la muestra T3 (proporción de castaña y agua de 2.5Kg:5L, extracto de yacón al 10% (v/v) y filtrado con una malla de 25um) obteniendo los siguientes puntajes en el olor con 4,33; sabor con 4,43; textura con 4,30 y en la aceptación general con 4.27. Al concluir la investigación se encontraron diferencias significativas entre las características sensoriales de olor, sabor, textura y en la aceptación general. Los resultados de análisis proximales, análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron realizados a la muestra de mayor aceptabilidad (T3) obteniendo para los análisis proximales: Proteínas 2.80%, grasas 7.96%, humedad 77.31%, Cenizas 0.75 %, Carbohidratos 11.18% y Energía 127.56 Kcal/100ml. Para los análisis fisicoquímicos: pH de 4.30; Acidez (g/100mL, expresado como ácido sulfúrico) de 0.06 y determinación de sólidos solubles (°Brix) de 3.60. Y para los análisis microbiológicos ausencia.

Palabras clave: bebida, proporción, filtrado, panelistas, atributos.

## ABSTRACT

The objective of this research work was the elaboration of a drink based on chestnut and yacon, at an experimental level. The independent variables were the proportion of chestnut (1.5/5 and 2.5/5) and filtrate (25um and 50um mesh) being evaluated through the dependent variables: acceptability of the beverage, physicochemical analysis and microbiological analysis. The 5-point hedonic scale was used to measure the degree of acceptability of the elaborated beverage, the tasting of the samples was carried out with 30 untrained panelists in time of pandemic by covid-19, who evaluated the attributes of the beverage (Taste, Smell and texture) and general acceptability, obtaining the treatment with greater acceptance in the taste with 4.40; smell with 4.30; texture with 4.30 and in the general acceptance was the treatment T3 with a chestnut proportion of 2.5:5 and filtered with a mesh of 25um. A completely randomized experimental statistical design (CRD) of 4 treatments with 3 replications was used, with a significance level of 0.05. At the conclusion of the investigation, significant differences were found between the sensory characteristics of odor, flavor, texture and general acceptability. The results obtained were determined at a single treatment (T3 with a chestnut ratio of 2.5:5 and filtered with a 25um mesh).

Key words: beverage, ratio, filtering, panelists, attributes.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*), es un producto con un alto valor nutritivo, que suple una gran cantidad de proteínas y significativas cantidades de vitaminas. La castaña es un fruto seco completo, porque posee proteínas, carbohidratos, vitaminas, grasas, minerales.

La pueden consumir desde los niños hasta personas de avanzada edad. La castaña está siendo industrializada en otros países, como es en el caso de Brasil. En el Perú solo algunas empresas industrializan este alimento natural de gran valor nutritivo. Adicionar yacón a la bebida de castaña, permitirá darle un valor agregado a este producto, ya que como se mencionó la castaña es un alimento altamente nutritivo, que al ir junto al yacón como edulcorante se dispondrá de una preparación adecuada para el consumo de las personas; además sabemos que la castaña es resistida en su consumo por su poca información, con la elaboración de esta bebida, se estaría promoviendo su consumo y aprovechamiento. Uno de los atributos de calidad más importantes de la castaña sería sus características sensoriales que determinan la aceptación o rechazo. El presente trabajo tuvo la finalidad de evaluar la aceptabilidad de una bebida elaborada a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*).

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En la actualidad el aumento de la población y el mayor interés en la salud física y mental derivadas de la alimentación con llevan a los consumidores a la búsqueda de alimentos inocuos, naturales, nutritivos, que cuiden la salud del consumidor (ANDINA, 2021)

La castaña (*Bertholletia excelsa*) es un fruto seco 100% ecológico que es consumido por los pobladores de la zona amazónica de nuestro país. Este fruto es un alimento rico en proteínas, valor energético, contenido de antioxidantes naturales y contenido de ácidos grasos esenciales (Mañana, 2016).

Es considerado un fruto milagroso ya que tiene cualidades nutricionales fundamentales, como magnesio y fuentes de vitamina E y C (Callisaya & Alvarado, 2016). La capacidad antioxidante de las nueces de Brasil y su contenido en ácidos grasos esenciales, proteínas, minerales y vitaminas, hacen que sean un alimento adecuado en toda dieta para el cuidado de la piel, músculos y articulaciones.

Son por estas razones que la castaña (*Bertholletia excelsa*) se proyecta como un producto prometedor para nuestro país tanto económico como socialmente ya que representa una oportunidad para mejorar y ampliar las extensiones de conservación, favoreciendo a los pobladores de la amazonia, concesionarios de zonas abundantes en arboles de castañas.

Desde el punto de vista industrial, la nuez de Brasil podría utilizarse como materia prima para la elaboración de diversos productos, entre ellos los aceites, productos cosméticos, etc. motivos por los cuales el presente trabajo de investigación trata de resaltar y dar un valor agregado a un recurso nuestro, abundante en la amazonia peruana.

Por otro lado, en los últimos años se evidencia una creciente demanda por el consumo de alimentos y bebidas saludables que aporten propiedades adicionales y que contribuyan al bienestar de nuestra salud. Es así que existe un sector de la población, que, por motivos de salud o estética, han incorporado en su alimentación productos dietéticos y naturales principalmente aquellos productos que aportan adecuado contenido calórico – energético como bebidas vegetales edulcoradas con edulcorantes no calóricos, tanto naturales como sintéticos, los cuales se utilizan en reemplazo de los azúcares (ANDINA, 2021). Uno de los edulcorantes que se viene estudiando su uso en la industria es el yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*), el cual es apto para diabéticos, o para dietas hipocalóricas (Sánchez & Genta, 2007) ayuda a bajar de peso ya que tiene poca cantidad de calorías y no produce ningún daño nocivo causado por su consumo.

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación pretendió evaluar las características sensoriales de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) edulcorada con yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*) elaborada a nivel experimental mediante operaciones fisicoquímicas.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo debe ser la elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*) mediante operaciones fisicoquímicas a nivel experimental?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuál será la formulación para la elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*), a nivel experimental?

¿Cuáles son los parámetros de operación que se requieren para el filtrado de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl), a nivel experimental?

### **1.3. Objetivos**

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

Elaborar una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl), a nivel experimental. Mediante operaciones fisicoquímicas.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar la proporción de pulpa de castaña y extracto de yacón para la formulación de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl) a nivel experimental. Mediante operaciones fisicoquímicas

Determinar los parámetros de operación que se requieren para el filtrado de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl) a nivel experimental.

### **1.4. Limitantes de la investigación.**

#### **1.4.1. Teórica**

Actualmente no existe información teórica de antecedentes en este tipo de investigación. La elaboración de la bebida está enmarcada en la teoría de tecnología de elaboración de bebidas naturales.

#### **1.4.2. Temporal**

Tanto la castaña como el yacón son productos que se pueden encontrar durante todo el año, por lo tanto, no existen limitaciones temporales.

### **1.4.3. Espacial**

El acceso de laboratorios de la facultad de Ingeniería química de la Universidad Nacional del Callao fue restringido por causa de la emergencia sanitaria Covid-19.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Remache & Vargas (2020) en “Elaboración de una bebida a base de soya (*Glycine max*) y morocho blanco (*Zea mays* variedad *morocho*), como una alternativa para consumo de proteína vegetal”, utilizaron diferentes proporciones de harina de soya y harina de morocho blanco. Efectuaron una evaluación sensorial a 60 jueces semi entrenados mediante una prueba hedónica de 5 puntos considerando las características de olor, color, sabor y textura. Por último, realizaron análisis fisicoquímicos (proteína, °Brix, pH) y análisis microbiológicos (Coliformes Totales, E. coli, mohos y levaduras) a cada formulación. Obtuvieron como resultado que el tratamiento 3 (60% de harina de soya y 40% harina de morocho blanco) presentó mejores características en los parámetros de color, textura, sabor y con un contenido aceptable de proteína (1,7904%).

Medina et al.(2020) en “Elaboración de leche vegetal probiótica a partir de castaña amazónica”, utilizaron como materia prima castaña amazónica. Obtuvieron una muestra del producto final que tuvo atributos sensoriales óptimos. Realizaron una evaluación sensorial de color, olor, sabor y textura con 25 jueces no experimentados. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes: para el atributo color la puntuación resultante más elevada fue de 7,4. Para el atributo olor la puntuación resultante fue de 4,72. Para el atributo sabor la puntuación resultante fue de 4,64. Para el atributo textura la puntuación resultante fue de 4, 28.

Sanjinez (2018) en “Estudio y formulación de una bebida no láctea a base de quinua (*Chenopodium quínoa*), avena (*Avena sativa*), y amaranto (*Amaranthus caudatus*)”, aplicó las siguientes operaciones: remojo, licuado, filtrado en dos etapas por medio de una malla de 250µm y la segunda de 150µm, pasteurizado durante 5 minutos a 75°C. Mezclado de extractos vegetales en una relación de

50%, 33% y 17% y agua hervida en una relación de 1:5. Además realizó un análisis organoléptico con 25 personas no entrenadas en donde evaluó la aceptabilidad sensorial del producto final mediante una escala hedónica de 5 puntos obteniendo como resultado que la bebida obtenida de quinua, avena y amaranto en proporciones de 50%, 17% y 33% fue la que obtuvo mejores resultados organolépticos.

Felberg et al.(2008) en “Bebida mista de extracto de soja integral e castanha-do-brasil: caracterização fisicoquímica, nutricional e aceitabilidade do consumidor”, Obtuvieron una bebida a base de extracto de soja integral y extracto de nuez de Brasil variando cinco proporciones de adición de extracto de nuez de Brasil (10, 20, 30, 40 y 50%), Evaluaron su aceptabilidad con 80 consumidores utilizando la escala hedónica. Obteniendo que la bebida de mayor aceptabilidad fue la de extracto de soja integral de soja con 40% de extracto de nuez de Brasil.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Valles et al. (2017) en “Elaboración de una bebida nutritiva a partir de las semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)”, evaluaron la relación (p/v) almendra: agua, utilizando un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La relación de almendra más aceptada de acuerdo al análisis sensorial fue de 1:3. La bebida nutritiva de sacha inchi obtenida presentó 11,6 % de sólidos totales, 3,3 % de proteína, 7,13 % de grasa y altos niveles de ácidos grasos esenciales (30,9 % de ácido linoléico y 42,19 % de ácido linolénico).

Maticorena (2016) en “Desarrollo de una bebida carbonatada elaborada a base de algarrobina a escala de laboratorio”, realizó las operaciones de mezcla, filtración y carbonatación. Además, ejecutó ensayos para determinar la formulación de la bebida. Elaboro siete muestras que analizó por medio de una prueba sensorial con un panel de diez evaluadores no entrenados. Evaluó: color, olor, sabor, dulzor, acidez e impresión general y obtuvo como resultado que la bebida de mayor y mejor aceptación fue la muestra M4 (0,2 L algarrobina/L

jarabe simple; 0,75g ácido cítrico/L bebida terminada y 0,2 g benzoato de sodio/L bebida terminada).

Fetta (2017) en “Aceptación sensorial de una bebida a partir de almendras dulces (*Prunus dulcis*)”, elaboró bebidas de almendras dulces (*Prunus dulcis*) empleando 3 factores en diferentes niveles: relación almendras: agua (1:3; 1:4; 1:5); porcentaje de sólidos solubles (7 y 10° Brix); y tiempo de esterilizado (15 y 25 minutos). Sometió a las bebidas a un análisis sensorial de: color, olor, sabor y consistencia y generó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 50 panelistas no entrenados; empleó una escala hedónica verbal con 7 puntos. Determinó que la fórmula optimizada fue: Dilución almendra: agua de 1:5, porcentaje de sólidos solubles de 10 ° Brix y un tiempo de esterilización de 121°C/25min), obtuvo un mayor nivel de agrado (promedio de 5,6 sobre 7).

Mera & Poma (2019) en “Elaboración de una bebida hidratante a partir del suero de quesería saborizada con zumo de naranja”, obtuvieron una bebida hidratante a base de suero de leche saborizada con zumo de naranja mediante las operaciones de filtrado utilizando papel filtro, mezclado y pasteurizado a 72 °C por 15 minutos. Obtuvieron como resultado una bebida con total ausencia de algún tipo de microorganismo. Los resultados y las características de la bebida permitieron cumplir con la normativa sanitaria (D.S. N° 007-98-SA-Vigilancia Sanitaria de Alimentos y Bebidas de Consumo Humano).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Operaciones fisicoquímicas**

#### **Operación básica**

Cuesta & Rus (2004) Define operación básica como cada etapa de un proceso con una función específica, que con lleva a un proceso químico final, siendo aplicable a procesos netamente físicos como químicos.

## **Fisicoquímica**

Levine (2014) Define la fisicoquímica como el estudio de los principios físicos y químicos que gobiernan las propiedades y el comportamiento de sistemas.

### **Operaciones fisicoquímicas**

Las operaciones fisicoquímicas que usualmente se desarrollan un laboratorio son: Pulverización y tamizado, homogenización y agitación, separación, extracción y esterilización (Remesal, 2007)

### **Pulverización y tamizado**

Esta operación consiste en la pulverización de muestras para obtener tamaños más pequeños. Esta operación tiene como objetivo no solo disminuir el tamaño de las partículas si no de obtener un producto que tenga diferentes tamaños, a escala de laboratorio la pulverización es realizada mediante morteros u otros instrumentos. Para luego separar las partículas de diferente tamaño mediante una la operación de tamizado el cual utiliza filtros. (Remesal, 2007).

### **Homogenización y agitación**

La homogenización es la operación mediante el cual dos o más componentes forman una mezcla representativa de la totalidad. Se mezclan hasta conseguir un aspecto y estructura perfectamente uniforme. De acuerdo a la naturaleza de los componentes que se mezclan se pueden distinguir distintos sistemas. (Remesal, 2007).

### **Separación**

Para separar diferentes sustancias dependiendo de su naturaleza, se pueden aplicar la siguiente técnica de laboratorio:

Filtración: Es una técnica que se emplea para separar sólidos de medios acuosos, por medio de un material el cual puede ser poroso en diferente o menor grado también llamado filtro. Los filtros son usados para separar sólidos en suspensión acuosa y dejar pasar solo la fase líquida. La filtración en el laboratorio

o en la industria se logra mediante los diferentes métodos: a presión normal, en caliente, en vacío, a elevada presión (filtros prensa), entre otros (Remesal, 2007).

### **Extracción.**

Es el proceso mediante el cual podemos separar una sustancia en sus principios activos. La extracción tiene tres formas diferentes de realizarla. Las cuales son extracción mecánica, extracción mediante solventes y extracción por destilación. (Remesal, 2007).

### **Esterilización**

Es la eliminación de todo microorganismo o forma de vida en un espacio determinado o dentro de formulaciones. Las esterilizaciones pueden realizarse a partir de las siguientes formas: esterilización por calor, calor seco: Estufas (proceso estático), calor húmedo: Autoclave, radiaciones no ionizantes de baja energía (luz ultravioleta de tipo C), radiaciones ionizantes o de alta energía (rayos gamma), esterilización por productos químicos: Antisépticos gaseosos (formaldehído) entre otros (Remesal, 2007).

#### **2.2.2. Bebidas de frutas**

Es un producto que se puede fermentar, pero esta sin fermentar. Se obtiene al diluir el jugo de fruta, con o sin adición de azúcares, de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes. Podrán añadirse sustancias aromáticas (naturales, idénticas a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius. Las bebidas de fruta, son similares a los néctares de fruta, con la diferencia que, tienen un mínimo de 20 % de sólidos solubles del jugo que lo origina, mientras que la bebida de fruta tiene un mínimo de 10 % de sólidos solubles (NTP 203.110, 2009)

#### **2.2.3. Edulcorante**

Un edulcorante tiene la capacidad de endulzar un alimento entre ellos bebidas, Proviene de la palabra latina dulcor que tiene el significado de dulzor. (Herrera

et al. 2012). Los edulcorantes pueden agruparse en 2 grupos de acuerdo a su contenido calórico (calórico y no calórico). (García et al, 2013)

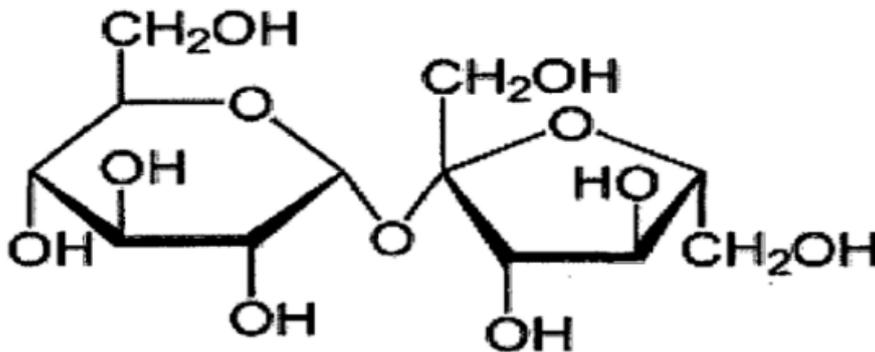
### **Edulcorante Calóricos.**

García et al. (2013) Califica los edulcorantes calóricos en naturales y artificiales. Entre los edulcorantes naturales se tiene los azúcares como la sacarosa y el edulcorante natural calórico como la miel de abeja. En la Figura 1 se muestra la estructura química de la sacarosa.

Indica también que los edulcorantes artificiales pueden ser azúcares modificados como Jarabe de maíz de alto fructuosa o si no pueden ser Alcoholes de azúcar como el Sorbitol, glicerol, entre otros.

**Figura 1**

*Estructura química de la sacarosa*



Fuente: (Desrosier, 1982)

### **Edulcorante no calórico:**

García et al. (2013) Describe edulcorante no calórico en dos tipos: Naturales y artificiales, siendo los de origen natural aquellos sin calorías y artificiales los que tienen edulcorantes artificiales. Además, menciona la stevia, taumatina, pentadina, nonelina, etc. como edulcorante no calórico naturales y Aspartamo, sucralosa, sacarina, neotamo, etc. como edulcorante no calórico artificial.

## 2.2.4. Castaña

### Origen y variedades:

La castaña crece en la region de Madre de Dios, con climas con precipitaciones constantes y a una altitud de 180 a 350 m.s.n.m aproximadamente. Crece en tierra firme en conjunto con otras especies como el cedro, caoba, Tahuari entre otros. Existe un aproximado de 500,00 hectareas de castaña en dicha región. El árbol de castaña crece 40 metros de altura aproximadamente, siendo su producción promedio de 41.5 Kg por árbol de castaña. La cosecha del árbol de castaña es realizada por familias completas, en los meses de diciembre hasta abril, que son los meses donde es épocas de lluvia. La cosecha debe ser muy cuidadosa, siendo el mes óptimo para cosechar el mes enero, ya que se encuentra mayor porcentaje de semillas de castañas sanas (FAO, (s/f)). En la Tabla 1 se muestra las características de la castaña

**Tabla 1**

### *Características de la castaña*

Atributo	Descripción
Nombre común o vulgar	Nuez de Brasil, Nueces de Brasil, Coquito de Brasil, Nuez de la Amazonía, Nuez del Pará, castaña amazónica, castaña del Brasil, Árbol de la castaña
Nombre científico	Berholletia excelsa
Familia	Lecythidaceae.
Origen	Cuenca del Amazonas.
Usos	Nuez de alto poder nutritivo, se consume en forma natural o en chocolates, bombones, helados, repostería, y se extrae aceite para la producción de cosméticos y jabones. La madera es excelente para el aserrío.

Fuente: (FAO, (s/f))

### **Clasificación taxonómica:**

La familia la cual pertenece la nuez de Brasil es Lecythidaceae (Augstburger et al, 2000). En la siguiente Tabla 2 se resume la clasificación taxonómica de la nuez de Brasil.

## Tabla 2

### *Clasificación taxonómica de la nuez de brasil*

Categoría Taxonómica	Especie
Reino	Vegetal
Subreino	Embryobionta
División	Espermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Monocotiledónea
Familia	Lecythidaceae
Genero	Bertholletia
Especie	Bertholletia Excelsa

Fuente: (Chuquimia, 2007)

### **Propiedades:**

La propiedad más resaltante es el alto contenido en selenio (concentraciones superiores a 30ug/g) esta propiedad es dada por la zona en donde crece (región central de Brasil). Además, el consumo de una nuez al día podría cubrir las necesidades básicas de selenio un adulto (55ug/día). Otras propiedades resaltantes son: magnesio, aminoácidos derivados de azufre y ácidos grasos esenciales. Nutricionalmente presentan de 50 a 70% de lípidos, 10 a 20% de proteínas y de 10 a 20% de carbohidratos (Mañana, 2016). La castaña es un fruto seco con mayor cantidad de calorías debido a la alta cantidad de lipidos y proteínas presentes en el alimento (Sotero et al, 2011). Además es tiene cualidades nutricionales como fuentes de vitamina E y C (Callisaya & Alvarado, 2016).

En la Tabla 3 se presentan tan las propiedades nutricionales de la castaña

**Tabla 3**

*Propiedades nutricionales de la castaña*

Propiedades	Por cada 100g de castañas comestibles
Proteínas (g)	14
Grasas (g)	66.8
Hidratos de carbono (g)	7.3
Energías (Kcal)	714
B-carotina (mg)	detectable
Vit. B1 (mg)	0.9- 1.1
Vit. B2 (mg)	0.04
Nicotinamida (mg)	0.2
Vit. C (mg)	-
a - Tocoferol (mg)	6.5
y - tocoferol (mg)	11
Ceniza (%)	1.8 – 3.9
K (mg)	640
P (mg)	675
Ca (mg)	175
Mg (mg)	160
Fe (mg)	3.4
Mn (mg)	0.6

*Fuente:* (Augstburger et al, 2000)

**Características de calidad:**

En la Tabla 4 se presentan las características de calidad de castaña para exportación (Augstburger et al, 2000)

**Tabla 4***Características de calidad de castaña*

Determinantes de la calidad	Grados mínimos y máximos
<b>Sabor y olor</b>	
Pureza	Libre de agentes externos como arena, piedrecillas, restos de fibra insectos, etc
Humedad	Máxima 1.5 – 3%
Numero peróxido	Max. 1.0 por equivalentes por ml de peróxido oxigenado por Kg de grasa.
Ácidos grasos libres	Max. 0.5 %
<b>Residuos</b>	
Pesticidas	No detectable
Óxidos de azufre	No detectable
Bromuro	No detectable
Óxido de etileno	No detectable
<b>Metales Pesados</b>	
Plomo (Pb)	Máximo 0.5 mg /Kg
Cadmio (Cd)	Máximo 0.05 mg /Kg
Mercurio (Hg)	Máximo 0.03 mg /Kg
<b>Microorganismos</b>	
Gérmenes en total	Máximo 10000 / g
Levaduras y mohos	Máximo 500 / g
Enterobacteriaceae	Máximo 10 / g
Escherichia coli	No detectable
Staphylococcus aureus	Máximo 100 / g
Salmonelas	No detectable en 25 g
<b>Micotoxinas</b>	
Aflatoxina B,	Máximo 2 ug/Kg
Suma de las aflatoxinas B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> .	Máximo 4 ug/Kg

*Fuente.* (Augstburger et al, 2000)

### **Sustancias tóxicas:**

La nuez de Brasil es atacada por hongos que producen toxinas como las aflatoxinas el límite máximo acordado por la república federal de Alemania es de 4 µg /Kg de las aflatoxinas B1, B2, G1 y G2. (Augstburger et al, 2000)

### **Los subproductos sólidos:**

En las Figuras 2; 3 y 4 se presentan los productos más comercializados de la castaña o nuez de Brasil en el Perú, comercializados a nivel nacional e internacional, los productos son propios de la empresa Candela Perú la cual es una de las principales empresas comercializadoras de este producto no maderero e impulsado por una ONG MORIKUE.

### **Figura 2**

*Castañas peladas y selladas al vacío*



Fuente: (candela peru.net, 2017)

### Figura 3

*Aceite extraído de las castañas sazonado con albahaca deshidratada*



Fuente: (candela peru.net, 2017)

### Figura 4

*Aceite extraído de las castañas*



Fuente: (candela peru.net, 2017)

### 2.2.5. Yacón

#### Origen y variedades

El yacón puede ser cultivado en las 3 regiones del Perú tanto en la costa, sierra y selva hasta los 3000 m.s.n.m. de altura. El yacón es susceptible a heladas y no demanda horas de luz específicas, puede crecer junto con otras especies que le puedan generar sombra (Ministerio de Agricultura y Riego, 2019).

Dentro de nuestro territorio peruano el yacón crece en el área alto andina de 17 de 24 regiones del Perú: Cajamarca, Amazonas, Lambayeque, La Libertad, San Martín, Ancash, Huánuco, Pasco, Lima, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cuzco y Puno. De todas estas regiones las principales de producción de yacón serían: Cajamarca, Puno, Oxapampa, Huánuco y Junín (Jill, 2004).

Las variedades del yacón pueden ser: El morado, el blanco y el amarillo (Arequipa, 2017). En las figuras 5, 6, 7 se muestran las variedades de yacón.

#### Figura 5

*Yacón morado*



Fuente: (Arequipa, 2017)

**Figura 6**

*Yacón blanco*



Fuente: (Aruquipa, 2017)

**Figura 7**

*Yacón amarillo*



Fuente: (Aruquipa, 2017)

## Clasificación taxonómica del yacón

El yacón es clasificado de acuerdo a la Tabla 5

**Tabla 5**

### *Clasificación taxonómica del yacón*

Categoría Taxonómica	Especie
Súper reino	Eucariontes
Reino	Eucariontes
Sub-reino	Plantae
Sub-reino	Embriofita
Filo	Tracofita
Angiosperma	Superclase
Dicotiledónea	Clase
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae (Compositae)
Genero	Smallanthus
Especie	sonchifolius
Nombre común	“Yacón” o “llacon”

Fuente: (Seminario et al, 2003)

## Propiedades

El yacón es considerado una fruta ya que tiene un sabor dulce y deja una sensación refrescante después de comerlo. El yacón contiene azúcares los cuales no lo digerimos por falta de enzimas, de esta manera no elevan el nivel de glucosa en la sangre, los azúcares que contiene el yacón son los fructooligosacáridos. (Maldonado et al, 2008). El consumo de fructooligosacáridos mejora el crecimiento de bacterias en el colon, además mejora el metabolismo del estómago y ayuda con la regulación de colesterol (Choque et al, 2013).

Estudios en las hojas y raíz del yacón han demostrado que contienen ácidos clorogénico y flavonoides, estos últimos aportan una característica antioxidante de este alimento. Su consumo ha sido recomendado como prevención y tratamiento de personas con diabetes, colesterol, hipertensión entre otros.

(Arnao et al, 2011). Se muestra la composición nutricional del yacón en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Composición nutricional del yacón*

Compuesto	Rango
Energía Kcal.	14.0 - 54.0
Agua g.	86.6 – 90.0
Proteína g.	0.1 – 0.5
Grasa g.	0.3 – 12.6
Carbohidratos g.	12.5 – 23.65
Oligofructosa (OF) g.	6.0 – 19.0
Azúcares simples* g.	1.5 – 4.0
Fibra g.	0.5 – 4.1
Ceniza g.	0.3 – 0.67
Calcio mg.	6.0 - 23.0
Fósforo mg.	21 – 25.4
Hierro mg.	0.3- 0.42
Potasio mg.	185.0 – 295.0
Retinol mg.	12.0 – 12.8
Tiamina mg.	0.02 – 0.03
Riboflavina mg.	0.11 - 0.13
Niacina mg.	0.34 – 0.36
Ácido ascórbico mg.	0.0 – 13.6

Fuente: (Mejía, 2016)

**Ventajas, usos y aplicaciones del yacón:**

Es usado como producto comestible en ensaladas, sancochado y horneados. En la actualidad se elaboran diversos productos a partir del yacón como la harina de yacón, hojuelas de yacón y mermeladas de yacón, siendo estas sus aplicaciones actuales (Choque et al, 2013).

### **Escala hedónica**

Es una prueba que sirve para realizar pruebas de evaluación sensorial para valorar el grado de satisfacción de un producto utilizando una escala que proporciona el analista

Existen diferentes escalas de las cuales la más usada es la estructurada que está cuantificada de 5 puntos (1 me disgusta extremadamente, 2 Me disgusta mucho, 3 Ni me gusta ni me disgusta, 4 Me gusta mucho, 5 Me gusta extremadamente) considerando los atributos del producto como: sabor, color, olor y aceptabilidad general. Uno de sus usos es para estudiar el nivel de aceptación de un alimento. Las personas que son elegidas son llamadas panelistas. A los panelistas se le pide llenar un formato en donde se registra su impresión sobre la aceptabilidad del alimento. (Ancieta, 2021)

Esta escala se utiliza si se desea conocer el grado de aceptación de un producto alimenticio. El número de jueces que se requiere para estudiar el grado de aceptabilidad es un mínimo de 30 jueces. Pueden ser consumidores habituales o potenciales sin entrenamiento en técnicas sensoriales y sin ninguna relación con el proceso o investigación (UPAEP, 2014)

### **2.3. Conceptual**

La castaña es un fruto seco de alto nivel nutritivo por ser una importante fuente de proteínas. El creciente interés por la salud, así como las formas naturales de promoverlas, ha resultado en un incremento en la demanda de alimentos funcionales. En este trabajo de investigación se utilizará la castaña denominada nuez de brasil (*Bertholletia excelsa*) seleccionada porque crece de forma natural, no requiere de fertilizantes químicos constituyéndose como un alimento orgánico.

### **Bebida de castaña y yacón**

Bebida elaborada a partir de la castaña y edulcorada con yacón el cual mantiene propiedades proteicas y vitamínicas aportadas por la castaña y características

agradables al paladar por el yacón. La castaña tiene procedencia de la amazonia del Perú (Madre de Dios) y el yacón tiene procedencia de la zona andina del Perú (Cajamarca).

La bebida de castaña y yacón es un alimento nutritivo y recomendable para personas diabéticas, personas interesadas en una alimentación balanceada y saludable aprovechando la biodiversidad de la amazonia peruana.

### **Operaciones fisicoquímicas**

Sistema de operaciones básicas que integran un proceso productivo, estas operaciones básicas pueden ser remojo o humectación, licuado (trituration), filtrado, pasteurizado y en donde sus propiedades y comportamiento son gobernadas por principios físicos y químicos.

La bebida de castaña y yacón se produce mediante operaciones fisicoquímicas como las mencionadas anteriormente. Dentro de las operaciones de producción de la bebida de castaña los parámetros de las operaciones fisicoquímicas determinan las características de sabor de la bebida final. El remojo es importante ya que extrae a los taninos de la castaña que causan el sabor amargo, la operación de licuado permite obtener la bebida de castaña con solución sobrenadante. El filtrado permitirá separar las partículas suspendidas del licuado, y retener las partículas fibrosas que causan astringencias. El pasteurizado a una temperatura y tiempo determinado reducirá la carga microbiana para su consumo.

### **Atributos**

Para que la bebida producida tenga presencia en el mercado requiere tener características aceptables para el consumidor, es importante medir su aceptabilidad a través de las características sensoriales de sabor, olor y textura, y aceptabilidad general que pueden ser evaluadas a partir de una escala hedónica de 5 puntos. La escala hedónica sirve para medir la satisfacción de la bebida elaborada mediante una calificación de 5 puntos, siendo los extremos de calificación 5 “me gusta mucho” y 1 “me disgusta mucho”. La escala hedónica de

5 puntos es recomendada para evaluar aceptabilidad y se requiere de 30 panelistas como mínimo con o sin entrenamiento.

### **Panelistas**

El proceso de conformación del panel sensorial considera el reclutamiento como primer paso. El proceso de reclutamiento del panel sensorial es aleatorio considerando los siguientes criterios de selección:

Edad: entre 20 y 60 años

Motivación: Mostrar predisposición para evaluar un producto nuevo

Disponibilidad: Contar con disponibilidad de mínimo 1 hora para poder realizar de forma correcta la evaluación sensorial.

El panel sensorial debe ser orientado en base al llenado de la ficha de evaluación sensorial. Cada panelista deberá llenar una ficha de evaluación sensorial en presencia de los tesistas.

## **2.4. Definición de términos básicos**

**Adaptación sensorial:** Cambio momentáneo de la sensibilidad de un órgano sensorial, causado a la actuación de un estímulo continuado o repetido.

**Análisis sensorial:** Estudio y análisis de las propiedades organolépticas de un producto a través de los sentidos.

**Atributo:** Propiedad característica perceptible.

**Sabor:** Sensaciones percibidas causadas como consecuencia del estímulo de las papilas gustativas por algunas sustancias solubles.

**Olor:** Propiedad producida por un material volátil que provoca una sensación de estimulación en los receptores olfativos en la cavidad nasal.

**Textura:** Conjunto de propiedades reológicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un producto perceptibles por los receptores táctiles y por los visuales y los auditivos

**Aceptabilidad:** Capacidad de la población para decidir correctamente sobre la forma de seleccionar, almacenar, preparar, distribuir y consumir los alimentos.

**Panelista:** Persona seleccionada para participar en una prueba sensorial.

**Castaña:** Fruto seco del árbol de castaño.

**yacón:** Tubérculo de estructura crujiente y sabor dulce.

**Edulcorante:** Sustancia, natural o artificial, que endulza, es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento.

### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

La elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl), a nivel experimental, debe considerar la proporción de pulpa de castaña y yacón en la formulación y el número de malla en la filtración para que sea aceptable.

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

La formulación para la elaboración de una bebida a base de castaña y yacón debe tener una proporción de 2.5Kg de pulpa de castaña/5L de agua y extracto al yacón de 10%(v/v).

Los parámetros de operación que se requieren para la filtración en la elaboración de una bebida a base de castaña y yacón, a nivel experimental, son: número de malla de filtrado de 25  $\mu$ m.

#### 3.2. Definición conceptual de variables

##### Variable independiente.

- Operaciones fisicoquímicas a nivel experimental.

##### Variable dependiente.

- Bebida a base de castaña y yacón.

##### 3.2.1. Operacionalización de variables

###### Causa.

Variación de los parámetros de las operaciones fisicoquímicas a nivel experimental en la elaboración de la bebida.

###### Efecto.

Modificación de las características sensoriales de la bebida elaborada.

**Tabla 7***Operacionalización de las variables*

Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Método	Técnica
Bebida a base de castaña y yacón.	Aceptabilidad de la bebida elaborada	Grado de aceptabilidad.	Análisis sensorial	Prueba hedónica
	Análisis proximal	Proteínas Grasas Humedad Ceniza	FAO FOOD and Nutrition Paper Volumen 14-7, 1986 (pag.205-229)	Volumétrico Volumétrico Gravimétrico Gravimétrico
		Carbohidratos Energía	Agapito Francia, Teodoro: 2005. Carbohidratos por diferencia y calorías por calculo	Calculo por diferencia
	Análisis fisicoquímico	pH Acidez Solidos solubles (°brix)	A.O.A.C 981.12 A.O.A.C 942.15 A.O.A.C 983.17	Instrumental Indicador Refractometría
	Análisis microbiológico	Aerobios mesófilos Mohos y Levaduras Coliformes totales	A.O.A.C 990.12 A.O.A.C 997.02 ICMSF micoorganismos de los alimentos método 1 americano	Conteo de UFC Conteo de UFC Número más probable (NMP)
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Método	Técnica
Operaciones fisicoquímicas a nivel experimental	Proporción castaña/agua y extracto de yacón	1.5Kg/5L y 10%(v/v) 2.5Kg/5L y 10%(v/v)	Análisis sensorial	Prueba hedónica
	Filtración	Malla de 25 um Malla de 50 um	Análisis sensorial	Prueba hedónica

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1. Tipo y diseño de investigación**

La presente investigación por su finalidad es de tipo aplicada porque busca crear nueva tecnología a partir de conocimientos basados en investigaciones anteriores (CONCYTEC, 2020) Por su nivel de investigación de conocimiento es de tipo explicativo (causal) porque permitió manipular el factor causal (operaciones fisicoquímicas a nivel experimental) para determinar su efecto sobre la aceptabilidad de la bebida elaborada. Y el diseño de investigación es experimental ya que se manipulará las variables de investigación.

### **4.2. Método de investigación**

La elaboración de la bebida propuesta dependió de diversas operaciones fisicoquímicas, donde la operación del Filtrado impacta con mayor significancia a la aceptabilidad final de la bebida.

#### **Remojo:**

El remojo se realiza para disminuir la concentración de alcaloides en la castaña, ablandarla y activar los compuestos bioactivos que se encuentran en ella.

Tiempo de remojo

$R_1$ : 12 horas

#### **Licuada**

El licuado se realiza para extraer los nutrientes de la castaña. Es una extracción de tipo solido - líquido, tomando al agua como solvente.

Tiempo de licuado

$L_1$ : 6 minutos

### **Filtrado**

Esta operación permite la separación del bagazo y el extracto obtenido, el tamaño de la malla filtrante impacta directamente en el nivel de aceptabilidad de la bebida provocada por la presencia de partículas finas provenientes de la operación fisicoquímica del licuado. Se trabajó con dos tamaños de malla.

Tamaño de malla

$F_1$ : 25  $\mu\text{m}$

$F_2$ : 50  $\mu\text{m}$

### **Pasteurizado**

La operación de pasteurizado disminuye la carga microbiana hasta niveles aceptables de acuerdo a las normas alimenticias. Esta operación se realiza para aumentar la vida útil de la bebida elaborada. Las condiciones de pasteurizado fueron:  $T_1$ : 65-70 °C; 30 *min.*

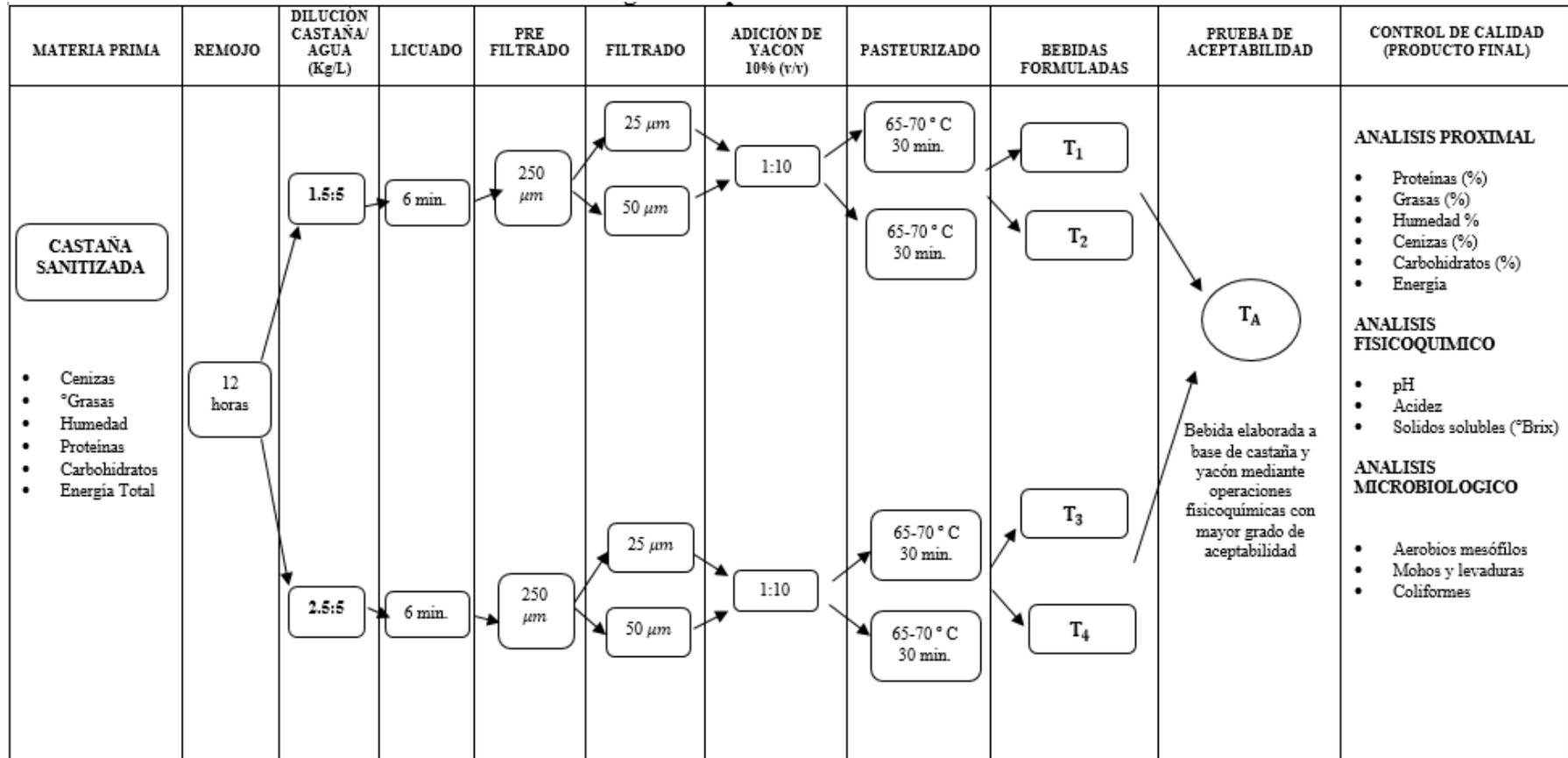
### **Envasado**

El llenado se realizará en botellas de 1 L, evitando la formación de espumas, luego se colocó la tapa en forma manual.

El diagrama de flujo para elaborar la bebida a base castaña y yacón se muestra en la Figura 8.

**Figura 8**

*Diagrama experimental de estudio*



**T<sub>1</sub>**: Corresponde a la bebida elaborada con un tiempo de remojo de 12 horas, con una proporción de castaña remojada y agua de 1.5Kg: 5L, licuado por un tiempo de 6 minutos, pre filtrado con una malla de 250  $\mu m$  , filtrado con un medio filtrante de 25  $\mu m$  , con una adición de yacón al 10% (v/v) y pasteurizada entre 65-70°C por un tiempo de 30 minutos.

**T<sub>2</sub>**: Corresponde a la bebida elaborada con un tiempo de remojo de 12 horas, con una proporción de castaña remojada y agua de 1.5Kg: 5L, licuado por un tiempo de 6 minutos, pre filtrado con una malla de 250  $\mu m$ , filtrado con un medio filtrante de 50  $\mu m$ , con una adición de yacón al 10% (v/v) y pasteurizada entre 65-70°C por un tiempo de 30 minutos.

**T<sub>3</sub>**: Corresponde a la bebida elaborada con un tiempo de remojo de 12 horas, con una proporción de castaña remojada y agua de 2.5Kg: 5L, licuado por un tiempo de 6 minutos, pre filtrado con una malla de 250  $\mu m$ , filtrado con un medio filtrante de 25  $\mu m$ , con una adición de yacón al 10% (v/v) y pasteurizada entre 65-70°C por un tiempo de 30 minutos.

**T<sub>4</sub>**: Corresponde a la bebida elaborada con un tiempo de remojo de 12 horas, con una proporción de castaña remojada y agua de 2.5Kg: 5L, licuado por un tiempo de 6 minutos, pre filtrado con una malla de 250  $\mu m$ , filtrado con un medio filtrante de 50  $\mu m$ , con una adición de yacón al 10% (v/v) y pasteurizada entre 65-70°C por un tiempo de 30 minutos.

Para determinar el efecto de las operaciones fisicoquímicas de filtrado y proporción de castaña sobre las aceptabilidad de una bebida a base de castaña y yacón, se estableció un diseño factorial completo con dos niveles y dos factores 2<sup>2</sup> un nivel bajo (-), y un nivel alto (+) y con pruebas experimentales por triplicado. Obteniendo un total de 12 corridas como se presenta. Para el diseño factorial se hizo uso del software Minitab versión 17.

El diseño factorial relaciono la proporción de castaña/agua (p/v) y el tamaño de malla utilizada para el filtrado. Una representación del diseño factorial se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8***Diseño Factorial completo*

Orden Estadístico	Orden Corrida	% castaña (Kg/Kg)	N° de malla (um)
1	1	-1	-1
2	2	1	-1
3	3	-1	1
4	4	1	1
5	5	-1	-1
6	6	1	-1
7	7	-1	1
8	8	1	1
9	9	-1	-1
10	10	1	-1
11	11	-1	1
12	12	1	1

En la Tabla 9 se representa el diseño experimental para pruebas a realizarse.

**Tabla 9***Diseño experimental para pruebas*

Orden Estadístico	Orden Corrida	% castaña (Kg/Kg)	N° de malla (um)
1	1	1.5(-1)	25(-1)
2	2	2.5(1)	25(-1)
3	3	1.5(-1)	50(1)
4	4	2.5(1)	50(1)
5	5	1.5(-1)	25(-1)
6	6	2.5(1)	25(-1)
7	7	1.5(-1)	50(1)
8	8	2.5(1)	50(1)
9	9	1.5(-1)	25(-1)
10	10	2.5(1)	25(-1)
11	11	1.5(-1)	50(1)
12	12	2.5(1)	50(1)

### **4.3. Población y muestra**

Población: Total de ensayos elaborados dentro del rango de estudio ya establecido según las combinaciones de la variable independiente.

Muestra: La muestra es de tipo no probabilística del total de la población de los ensayos posibles según los niveles y factores preestablecidos para su combinación.

### **4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado**

La investigación se desarrolló en el domicilio del autor de la presente tesis y los análisis proximales, físicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio CERTILAB. El periodo desarrollado de la presente investigación fue de 3 meses.

### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

A continuación, se menciona los insumos, materiales y equipos utilizados para la elaboración de la bebida a base de castaña y yacón.

#### **Materiales**

- Bol de metal
- Cucharon
- Malla nivel alimentario (25  $\mu\text{m}$  y 50  $\mu\text{m}$ )
- Vasos de degustación (100 mL)
- Botellas de vidrio

#### **Insumos**

- Castaña
- Yacón
- Agua mineral

#### **Equipos**

- Licuadora, marca: Oster, Modelo: BLST, SERIE:4655-053
- Termómetro, Marca: Digitalthermometer, modelo: TP101, SERIE:101
- Balanza, Marca: Electronic; Modelo: KITCHEN SCALE; SERIE: SF-400

### **Caracterización fisicoquímica de la materia prima:**

La semilla de la castaña (*Betholletia Excelsa*) proveniente de la selva central del Perú, (Tambopata, Madre de dios) fue caracterizada mediante los análisis de Cenizas totales, °Grasa cruda, Humedad, Proteínas, Carbohidratos y Energía total.

Para el yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*) proveniente de zona andina del Perú, (Cajamarca) fue caracterizada mediante los análisis de Cenizas totales, °Grasa cruda, Humedad, Proteínas, Carbohidratos y Energía total.

Los análisis fueron realizados en un laboratorio externo según los métodos indicados en la Tabla 10.

### **Tabla 10**

*Métodos utilizados para caracterización fisicoquímica de la materia prima*

Denominación	Método
Proteína	A.O.A.C 950.48 cap.40, Pag 1-2, 21thEditin 2019
Grasa	A.O.A.C 948.22 cap.40, Pag 1, 21thEditin 2019
Humedad	A.O.A.C 925.40 cap.40, Pag 1, 21thEditin 2019
Cenizas	A.O.A.C 925.49 cap.40, Pag 1, 21thEditin 2019
Carbohidratos	Por diferencia MS-INN collazos 1993
Energía total	Por calculo MS-INN Collazos

### **Análisis Proximal de la bebida elaborada**

Los análisis realizados fueron: Proteínas, grasas, Humedad, cenizas carbohidratos y energía. Los cuales fueron realizados por un laboratorio externo según los métodos que se indican en la Tabla 11.

## Tabla 11

### *Métodos utilizados para análisis proximal de la bebida elaborada*

Denominación	Método
Proteína	FAO FOOD and Nutrition Paper Volumen 14-7, Pág. 221-223 1986
Grasa	FAO FOOD and Nutrition Paper Volumen 14-7, Pág. 212 1986
Humedad	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER Vol 14-7 Pg 205 1986
Cenizas	FAO FOOD AND NUTRITION PAPER. Volumen 14/7, Pág. 228-229 1986
Carbohidratos	Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005
Energía	Tabla de composición de los alimentos, ácidos grasos, aminoácidos. Agapito Francia, Teodoro: 2005

### **Análisis físicoquímico de la bebida elaborada**

Los análisis físicoquímicos realizados fueron: pH, Acidez total, Solidos solubles (°Brix), Densidad. Los cuales fueron realizados por un laboratorio externo según los métodos que se indican en la Tabla 12

## Tabla 12

### *Métodos utilizados para análisis físicoquímicos para la bebida elaborada*

Denominación	Método
Determinación de pH	A.O.A.C 981.12 21th Ed.: 2019
Determinación de Acidez total	A.O.A.C 942.15, Cap. 37.1.37 21st Ed.: 2019
Determinación de sólidos solubles (°Brix)	A.O.A.C 983.17, Cap. 37.1.17 21st Ed.: 2019

### **Análisis Microbiológico de la bebida elaborada**

Los análisis Microbiológico realizados fueron: Recuentos de aerobios mesófilos, Recuentos de mohos y levaduras, Recuentos de Coliformes totales. Los cuales fueron realizados por un laboratorio externo según los métodos que se indican en la Tabla 13

**Tabla 13***Métodos utilizados para análisis microbiológicos de la bebida elaborada*

Denominación	Método
Recuentos de aerobios mesófilos	A.O.A.C 990.12, Cap. 17.2.07, 21st Ed.: 2019
Recuentos de Mohos y levaduras	A.O.A.C 997.02, Cap. 17.2.09, 21st Ed. (Modificado): 2019
Recuentos de Coliformes totales	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Su significado y métodos de enumeración. Método 1, Pág. 132-134, 2da Ed., Reimpresión 2000: 1983

**Análisis sensorial**

La evaluación sensorial será realizada según la norma ISO 4121:2003 directrices para la utilización de escalas de respuestas cuantitativas para medir la aceptabilidad mediante una escala hedónica de 5 puntos aplicada a 30 panelistas no entrenados. La escala hedónica se muestra en la Tabla 14

**Tabla 14***Escala hedónica de 5 puntos*

Puntaje	Calificación
5	Me gusta extremadamente
4	Me gusta mucho
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

El instrumento utilizado para medir la aceptabilidad fue una ficha como la que se muestra en el anexo A2 Ficha de evaluación.

El instrumento utilizado para ordenar los datos recolectados de los panelistas fue una Matriz de recolección de datos como la que se muestra en el anexo A3 Matriz de recolección de datos.

#### **4.6. Análisis y procesamientos de datos**

Para la caracterización de la bebida se utilizó el programa Excel y la estadística descriptiva. Para la comprobación de hipótesis y tratamiento de datos del análisis sensorial se hará uso de la estadística inferencial y del programa SPSS versión 22.

Los resultados de las pruebas sensoriales se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Friedman y Tukey en el programa SPSS versión 22. El análisis de Friedman determina las diferencias significativas entre las muestras, y el análisis de Tukey determina la mayor aceptabilidad por cada atributo entre las bebidas con diferencias significativas.

##### **Prueba de Friedman**

En estadística la prueba de Friedman es una prueba no paramétrica. Se va utilizar esta prueba para seleccionar  $n$  grupos de  $k$  elementos de forma que los elementos de cada grupo sean lo más parecidos posible entre sí, el método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden. Se plantearán las siguientes hipótesis:

##### **Hipótesis nula**

$H_0$ : No existen diferencias entre los grupos.

##### **Hipótesis alternativa**

$H_a$ : Existen diferencias entre los grupos.

Para resolver el contraste de hipótesis anterior, se propondrá un estadístico que se distribuye como una Chi-cuadrado con  $K - 1$  grados de libertad, siendo  $K$  el número de variables relacionadas; con un nivel de confianza de:  $\alpha = 0.05$  (5%)

Se calculará mediante la siguiente expresión.

$$X_r^2 = \frac{12 \times \sum R_i^2}{H \times K \times (K + 1)} - 3 \times H \times (K + 1)$$

En la expresión:

$X_r^2$ : Estadístico calculado del análisis de varianza.

H: Representa el número de elementos o de bloques (número de hileras).

K: Numero de variables relacionadas.

$\sum R_i^2$  : Suma de rangos por columnas al cuadrado.

Se realizarán los siguientes procedimientos para la prueba de Friedman.

Se hará una tabla en la que las K variables, es decir, las K medidas estén en las columnas y los n elementos en las filas, de esta manera la tabla tendrá K columnas y n filas. A los valores de cada fila se les asignara un número del 1 a K, según el orden de magnitud de menor a mayor; a este número se le denominara rango. Se sumarán los respectivos rangos en función de las columnas.

Se aplicará la fórmula de análisis de varianza de doble entrada por rangos de Friedman. Luego se va a comparar el valor de  $X_r^2$  de Friedman con tablas de valores críticos de Chi-cuadrada de Pearson.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

Tabla 15

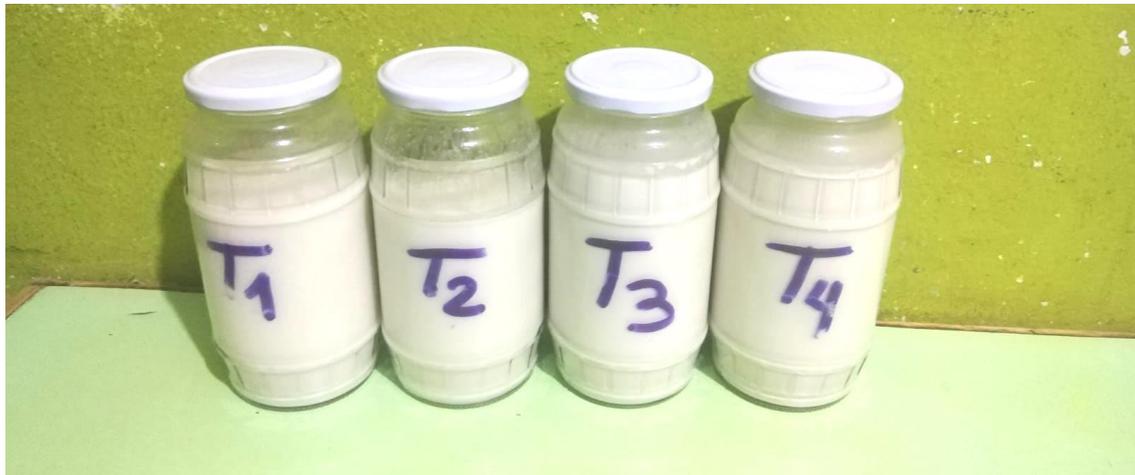
*Composición del panel sensorial*

Genero	Número de participantes	Edad
Masculino	19	[20- 60]
Femenino	11	[20- 60]

**Análisis sensorial de la bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius Poepp & Endl*)**

Figura 9

*Muestras obtenidas T1, T2, T3, T4*



**Tabla 16**

*Cantidad de muestra de los tratamientos*

Tratamientos	Concentración Castaña/Agua (Kg/L)	Concentración del yacón/bebida (L/L)	Nº de malla ( $\mu$ m)	Codificación	Cantidad de muestra
Tratamiento 1	1.5:5	1:10	25	T1	1.75 L
Tratamiento 2	1.5:5	1:10	50	T2	1.75 L
Tratamiento 3	2.5:5	1:10	25	T3	1.85 L
Tratamiento 4	2.5:5	1:10	50	T4	1.85 L

**Figura 10**

*Evaluación sensorial de las bebidas de castaña y yacón por los panelistas*



**Figura 11**

*Registro de la evaluación sensorial por los panelistas*



**Tablas para procesamiento de datos del análisis sensorial.**

Se realizó la evaluación sensorial de la bebida a base de castaña y yacón a las 4 muestras (T1, T2, T3, T4) empleando una escala hedónica de 5 puntos (1 me disgusta extremadamente, 2 Me disgusta mucho, 3 Ni me gusta ni me disgusta; 4 Me gusta micho, 5 Me gusta extremadamente), con las características de los atributos (olor, sabor, textura y aceptabilidad general). Se realizó la prueba hedónica con 30 panelistas no entrenados.

**Figura 12**

*Resultados obtenidos por cada atributo*

Panelista	T1				T2				T3				T4			
	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general
Panelista 1	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4
Panelista 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3
Panelista 4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Panelista 5	3	3	3	3	4	3	3	3	5	5	5	5	3	3	3	2
Panelista 6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Panelista 7	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	3	3	3	3
Panelista 8	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Panelista 9	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
Panelista 10	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	4
Panelista 11	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4
Panelista 12	3	3	4	5	3	3	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5
Panelista 13	3	5	5	4	3	5	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5
Panelista 14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Panelista 15	4	3	4	4	4	3	4	4	5	3	3	5	5	4	4	5
Panelista 16	4	4	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	4
Panelista 17	4	5	3	4	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
Panelista 18	5	3	4	4	4	3	4	3	4	4	5	5	4	4	4	3
Panelista 19	4	3	3	3	4	3	3	4	5	4	4	4	4	3	3	5
Panelista 20	3	4	3	4	3	4	4	3	4	5	4	4	3	4	4	3
Panelista 21	3	4	4	3	3	4	3	4	4	5	4	5	3	4	3	4
Panelista 22	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4
Panelista 23	4	4	5	5	4	3	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4
Panelista 24	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	5	3	5	5	5	3
Panelista 25	4	3	4	3	4	3	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
Panelista 26	4	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	5	4	4	5
Panelista 27	4	3	4	4	5	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4
Panelista 28	3	3	4	3	3	4	3	4	5	4	4	5	4	4	3	4
Panelista 29	3	4	3	4	3	4	4	3	5	5	4	4	4	4	4	4
Panelista 30	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	5	4

En la Tabla 17 se presenta los resultados descriptivos de la aceptabilidad general de bebida.

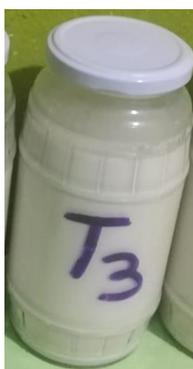
**Tabla 17**

*Aceptabilidad general de la muestra de bebida de castaña y yacón*

Muestra	Proporción	Aceptabilidad promedio	Escala
T1	Castaña y agua 1.5Kg:5L, Yacón 10%(v/v) y Filtrado con malla de 25µm)	3.9	Me gusta mucho
T2	Castaña y agua 1.5Kg:5L, Yacón 10%(v/v) y Filtrado con malla de 50µm),	3.8	Me gusta mucho
T3	Castaña y agua 2.5Kg:5L, Yacón 10%(v/v) y Filtrado con malla de 25µm	4.3	Me gusta mucho
T4	Castaña y agua 2.5Kg:5L, Yacón 10%(v/v) y Filtrado con malla de 50µm	3.9	Me gusta mucho

**Figura 13**

*Muestra con mayor aceptabilidad general*



En las Tablas N° 18; 19 y 20 se registran los resultados de los ensayos de análisis proximal, fisicoquímico y microbiológico de la bebida elaborada a base de castaña y yacón de mayor grado de aceptación el cual fue la muestra T3 con una formulación de castaña y agua 2. 5Kg:5L concentración de yacón de 1L:10L y 25 µm de malla.

**Tabla 18**

*Análisis proximal de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad*

Análisis Proximal de la bebida elaborada	T3
Proteínas (g/100mL)	2.8
Grasas (g/100mL)	7.6
Humedad. (g/100mL)	77.31
Ceniza (g/100mL)	0.75
Carbohidratos (g/100mL)	11.18
Energía (Kcal/100mL)	127.56

**Tabla 19**

*Análisis fisicoquímico de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad*

Análisis fisicoquímico de la bebida elaborada	T3
Determinación de pH	4.30
Acidez ( g/100mL, expresado como ácido sulfúrico)	0.06
Determinación de sólidos solubles (°Brix)	3.60

**Tabla 20***Análisis microbiológico de la bebida elaborada de mayor aceptabilidad*

Análisis Microbiológico de la bebida elaborada	T3
Aerobios Mesófilos (UFC/mL)	Ausencia
Recuentos de Mohos (UFC/mL)	Ausencia
Recuento de Levaduras(UFC/mL)	Ausencia
Recuentos de Coliformes totales (NMP/mL)	Ausencia

**5.2. Resultados inferenciales****Atributo olor**

Se realiza la prueba de normalidad para el atributo olor en el programa SPSS versión 22 para determinar si los datos presentan distribución normal o libre. Se presenta los datos de la prueba de normalidad en la Tabla 21.

**Tabla 21***Prueba de normalidad para el atributo olor*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	0.274	30	0.000	0.781	30	0.000
T2	0.313	30	0.000	0.754	30	0.000
T3	0.277	30	0.000	0.771	30	0.000
T4	0.322	30	0.000	0.772	30	0.000

De la Tabla 21 se concluye que los datos obtenidos del análisis sensorial para el atributo olor en los cuatro tratamientos, tiene una distribución libre debido a que el valor de significancia obtenida por el programa SPSS versión 22 es menor que 0.05.

Debido a que los datos obtenidos presentan distribución libre, se utiliza el modelo no paramétrico de Friedman para análisis de la varianza de dos factores por rango. Los resultados de la prueba de Friedman se indican en la Tabla 22 y el resumen de prueba de hipótesis en la Tabla 23.

**Tabla 22**

*Prueba de Friedman para el atributo olor*

N total	30
Probar estadística	34.136
Grados libertad	3
Sig. Asintótica (prueba de dos caras)	0.000

$H_0$ : No existen diferencias en el olor entre las muestras.

$H_1$ : Existen diferencias en el olor entre las muestras.

**Tabla 23**

*Resumen de contraste de hipótesis para atributo olor*

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Las distribuciones de T1, T2, T3 y T4 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Según el análisis de varianzas de Friedman, se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo que se considera que existen diferencias significativas entre tratamientos para el atributo olor.

### **Atributo Sabor**

Se realiza la prueba de normalidad para el atributo sabor en el programa SPSS versión 22 para determinar si los datos presentan distribución normal o libre. Se presenta los datos de la prueba de normalidad en la Tabla 24.

**Tabla 24**

*Prueba de normalidad para el atributo sabor*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	0.274	30	0.000	0.781	30	0.000
T2	0.292	30	0.000	0.772	30	0.000
T3	0.331	30	0.000	0.741	30	0.000
T4	0.236	30	0.000	0.811	30	0.000

De la Tabla 24 se concluye que los datos obtenidos del análisis sensorial para el atributo sabor en los cuatro tratamientos, tiene una distribución libre debido a que el valor de significancia obtenida por el programa SPSS versión 22 es menor que 0.05.

Debido a que los datos obtenidos presentan distribución libre, se utiliza el modelo no paramétrico de Friedman para análisis de la varianza de dos factores por rango. Los resultados de la prueba de Friedman se indican en la Tabla 25 y el resumen de prueba de hipótesis en la Tabla 26.

**Tabla 25***Prueba de Friedman para el atributo sabor*

N total	30
Probar estadística	28.148
Grados libertad	3
Sig. Asintótica (prueba de dos caras)	0.000

$H_0$ : No existen diferencias en el sabor entre las muestras.

$H_1$ : Existen diferencias en el sabor entre las muestras.

**Tabla 26***Resumen de contraste de hipótesis para el atributo sabor*

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Las distribuciones de T1, T2, T3 y T4 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Según el análisis de varianzas de Friedman, se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo que se considera que existen diferencias significativas entre tratamientos para el atributo sabor.

## Atributo Textura

Se realiza la prueba de normalidad para el atributo sabor en el programa SPSS versión 22 para determinar si los datos presentan distribución normal o libre. Se presenta los datos de la prueba de normalidad en la Tabla 27.

**Tabla 27**

*Prueba de normalidad para el atributo textura*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	0.274	30	0.000	0.781	30	0.000
T2	0.292	30	0.000	0.772	30	0.000
T3	0.331	30	0.000	0.741	30	0.000
T4	0.236	30	0.000	0.811	30	0.000

De la Tabla 27 se concluye que los datos obtenidos del análisis sensorial para el atributo textura en los cuatro tratamientos, tiene una distribución libre debido a que el valor de significancia obtenida por el programa SPSS versión 22 es menor que 0.05.

Debido a que los datos obtenidos presentan distribución libre, se utiliza el modelo no paramétrico de Friedman para análisis de la varianza de dos factores por rango. Los resultados de la prueba de Friedman se indican en la Tabla 28 y el resumen de prueba de hipótesis en la Tabla 29.

**Tabla 28***Prueba de Friedman para el atributo textura*

N total	30
Probar estadística	19.875
Grados libertad	3
Sig. Asintótica (prueba de dos caras)	0.000

$H_0$ : No existen diferencias en la textura entre las muestras.

$H_1$ : Existen diferencias en la textura entre las muestras.

**Tabla 29***Resumen de contraste de hipótesis para el atributo textura*

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Las distribuciones de T1, T2, T3 y T4 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Según el análisis de varianzas de Friedman, se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo que se considera que existen diferencias significativas entre tratamientos para el atributo textura.

### Atributo aceptabilidad general

Se realiza la prueba de normalidad para el atributo sabor en el programa SPSS versión 22 para determinar si los datos presentan distribución normal o libre. Se presenta los datos de la prueba de normalidad en la Tabla 30.

**Tabla 30**

*Prueba de normalidad para el atributo de aceptabilidad general*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	0.261	30	0.000	0.800	30	0.000
T2	0.295	30	0.000	0.775	30	0.000
T3	0.274	30	0.000	0.781	30	0.000
T4	0.278	30	0.000	0.799	30	0.000

De la Tabla 30 se concluye que los datos obtenidos del análisis sensorial para el atributo de aceptabilidad general en los cuatro tratamientos, tiene una distribución libre debido a que el valor de significancia obtenida por el programa SPSS versión 22 es menor que 0.05.

Debido a que los datos obtenidos presentan distribución libre, se utiliza el modelo no paramétrico de Friedman para análisis de la varianza de dos factores por rango. Los resultados de la prueba de Friedman se indican en la Tabla 31 y el resumen de prueba de hipótesis en la Tabla 32.

**Tabla 31**

*Prueba de Friedman para atributo de aceptabilidad general*

N total	30
Probar estadística	19.875
Grados libertad	3
Sig. Asintótica (prueba de dos caras)	0.000

$H_0$ : No existen diferencias en el atributo aceptabilidad general entre las muestras.

$H_1$ : Existen diferencias en el atributo aceptabilidad general entre las muestras.

**Tabla 32**

*Resumen de contraste de hipótesis para atributo de aceptabilidad general*

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
Las distribuciones de T1, T2, T3 y T4 son las mismas.	Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas	0.000	Rechazar la hipótesis nula

Según el análisis de varianzas de Friedman, se observa que el nivel de significancia es menor a 0.05, por lo que se considera que existen diferencias significativas entre tratamientos para el atributo aceptabilidad general.

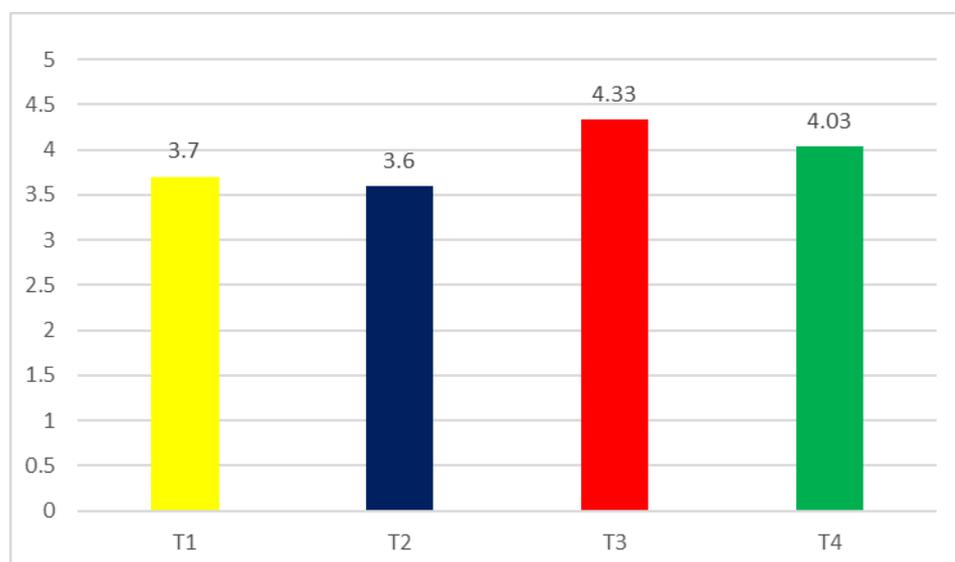
### **5.3. Otro tipo de resultado estadísticos, de acuerdo a la naturaleza del problema y la hipótesis.**

Para los resultados de análisis sensorial se aplicaron la Prueba de Tukey.

Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo Olor se muestran en la Tabla 33 y se grafica en la Figura 14.

**Tabla 33***Resumen de la prueba de Tukey para el atributo olor*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa=0.05			
		1	2	3	
HSD de Tukey <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.60	-	-
	Tratamiento 1	30	3.70	-	-
	Tratamiento 4	30	4.03	4.03	-
	Tratamiento 3	30		4.33	-
	Sig.		0.061	0.303	-
Tukey B <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.60	-	-
	Tratamiento 1	30	3.70	3.70	-
	Tratamiento 4	30	-	4.03	4.03
	Tratamiento 3	30	-	-	4.33

**Figura 14***Grafica prueba de Tukey para el atributo olor*

De la figura 14 se visualiza que la muestra con mejor aceptación para el atributo olor es el tratamiento 3, donde la relación la proporción de castaña y agua es de

2.5Kg:5L con una concentración de yacón de 1L:10L y filtrada con una malla de 25  $\mu m$

Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo Sabor se muestran en la Tabla 34 y se grafica en la Figura 15.

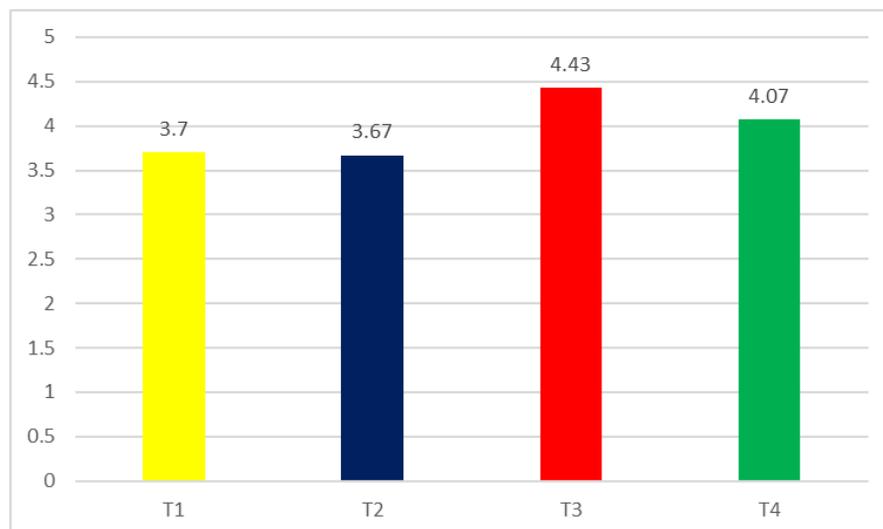
**Tabla 34**

*Resumen de la prueba de Tukey para el atributo sabor*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa=0.05		
		1	2	
HSD de Tukey <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.67	-
	Tratamiento 1	30	3.70	-
	Tratamiento 4	30	4.07	4.07
	Tratamiento 3	30	-	4.43
	Sig.		0.133	0.192
Tukey B <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.67	-
	Tratamiento 1	30	3.70	-
	Tratamiento 4	30	4.07	4.07
	Tratamiento 3	30	-	4.43

**Figura 15**

*Grafica prueba de Tukey para el atributo sabor*



De la Figura 15 se visualiza que la muestra con mejor aceptación para el atributo sabor es el tratamiento 3, donde la relación la proporción de castaña y agua es de 2.5Kg:5L con una concentración de yacón de 1L:10L y filtrada con una malla de 25  $\mu m$

Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo Textura se muestran en la Tabla 35 y se grafica en la Figura 16.

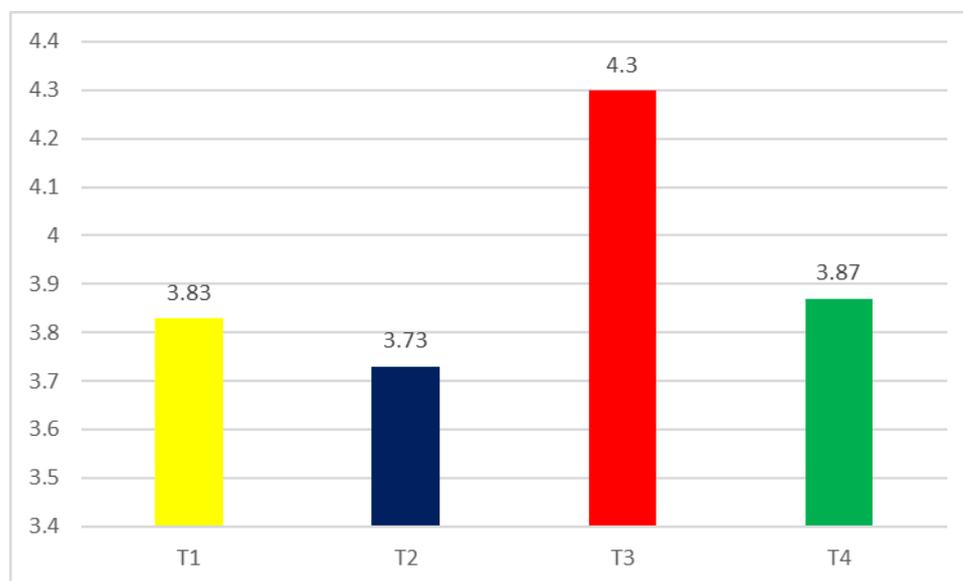
**Tabla 35**

*Resumen de la prueba de Tukey para el atributo textura*

Tratamiento		N	Subconjunto para alfa=0.05	
			1	2
HSD de Tukey <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.73	-
	Tratamiento 1	30	3.83	-
	Tratamiento 4	30	3.87	3.87
	Tratamiento 3	30	-	4.30
	Sig.		0.873	0.071
Tukey B <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.73	-
	Tratamiento 1	30	3.83	-
	Tratamiento 4	30	4.87	-
	Tratamiento 3	30	-	4.30

**Figura 16**

*Grafica prueba de Tukey para el atributo textura*



De la Figura 16 se visualiza que la muestra con mejor aceptación en el atributo textura es el tratamiento 3, donde la relación la proporción de castaña y agua es de 2.5Kg:5L con una concentración de yacón de 1L:10L y filtrada con una malla de 25  $\mu m$

Los resultados de la prueba de Tukey para el atributo de aceptabilidad general se muestran en la Tabla 36 y se grafica en la Figura 17.

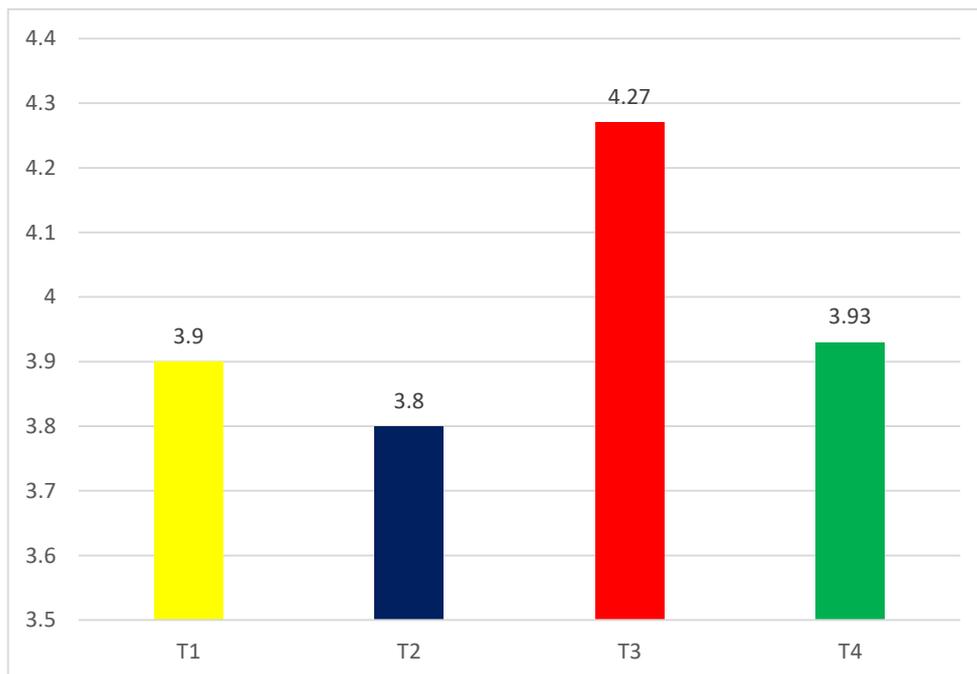
**Tabla 36**

*Resumen de la prueba de Tukey para el atributo de aceptabilidad general*

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa=0.05	
		1	
HSD de Tukey <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.80
	Tratamiento 1	30	3.90
	Tratamiento 4	30	3.93
	Tratamiento 3	30	4.27
	Sig.		0.067
Tukey B <sup>a</sup>	Tratamiento 2	30	3.80
	Tratamiento 1	30	3.90
	Tratamiento 4	30	3.93
	Tratamiento 3	30	4.27

**Figura 17**

*Grafica prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad general*



De la Figura 17 se visualiza que la muestra con mejor aceptación para el atributo aceptabilidad general es el tratamiento 3, donde la relación la proporción de castaña y agua es de 2.5Kg:5L con una concentración de yacón de 1L:10L y filtrada con una malla de 25  $\mu m$

En Tabla 37 se muestra los resultados de la evaluación análisis estadístico  $\pm s$  (media  $\pm$  desviación estándar) y los puntajes numéricos de los atributos, donde se evidencia que la bebida T3 es la mayor aceptabilidad.

**Tabla 37**

*Resultados de la evaluación análisis estadístico*

Atributos		T1	T2	T3	T4
Olor	$\bar{X} \pm s$	3.70 $\pm$ 0.70	3.6 $\pm$ 0.67	4.33 $\pm$ 0.66	4.33 $\pm$ 0.61
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Sabor	$\bar{X} \pm s$	3.70 $\pm$ 0.70	3.67 $\pm$ 0.71	4.43 $\pm$ 0.68	4.07 $\pm$ 0.74
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Textura	$\bar{X} \pm s$	3.83 $\pm$ 0.70	3.73 $\pm$ 0.64	4.3 $\pm$ 0.70	3.87 $\pm$ 0.68
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho
Aceptabilidad general	$\bar{X} \pm s$	3.90 $\pm$ 0.66	3.80 $\pm$ 0.66	4.27 $\pm$ 0.78	3.93 $\pm$ 0.78
	Escala	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho	Me gusta mucho

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados**

#### **Hipótesis General**

En la elaboración de la bebida a base de castaña y yacón se utilizó el método hedónico de 5 puntos para analizar el grado de aceptación sensorial de cada muestra, la puntuación establecida fue de 1 al 5 (1 me disgusta extremadamente, 2 Me disgusta mucho, 3 Ni me gusta ni me disgusta; 4 Me gusta mucho, 5 Me gusta extremadamente) el cual se evaluó los atributos de Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad general. La evaluación sensorial de las muestras se realizó con 30 panelistas no entrenados siendo una población de edades de mayor a 20 años y menor a 60 años en la cual se utilizó un formato de evaluación sensorial para que registren la puntuación por cada atributo de acuerdo a la escala hedónica establecida.

Las muestras de bebidas elaboradas a base de castaña y yacón consideraron la proporción de pulpa de castaña en la formulación y el número de malla en la filtración para su aceptabilidad siendo las muestras elaboradas T1 (Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25 $\mu$ m), T2(Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50 $\mu$ m), T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25 $\mu$ m) y T4 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50 $\mu$ m)

Los resultados obtenidos fueron procesados y se determinó que la muestra de mayor aceptabilidad es la T3 que consta de la siguiente cantidad de Castaña: 2.5Kg y la siguiente cantidad de agua: 5L, extracto de yacón 10%(v/v) y utilizando una malla de 25 $\mu$ m.

En la Tabla 18 se muestra los resultados de los análisis proximales de la muestra de bebida elaborada a base de castaña y yacón de mayor aceptación (T3) los cuales fueron: Proteínas 2.80%, grasas 7.96%, humedad 77.31%, Cenizas 0.75 %, Carbohidratos 11.18% y Energía 127.56 Kcal/100ml.

La humedad presente en el alimento ayuda a prevenir reacciones de crecimiento microbiano la humedad es la cantidad de agua presente en el alimento (Ancieta, 2020). El valor de la humedad bebida elaborada a base de castaña y yacón obtuvo un valor de 77.31 %, La actividad del agua es un parametro fisicoquímico y según la NTP 203.110 (2009) no se establece un rango definido.

Para los resultados proximales de proteínas, grasas, cenizas y carbohidratos. Fueron discutidos en la contrastación con otros autores por no contar con una normativa que regule los máximo o mínimos de estos parámetros en bebidas vegetales.

En la Tabla 19 se muestra los resultados del análisis fisicoquímico: pH, Acidez total y solidos solubles (°Brix) de la muestra de bebida elaborada a base de castaña y yacón de mayor aceptación (T3).

El resultado de pH de la bebida a base de castaña y yacón de mayor aceptabilidad (T3) fue de 4.3. De acuerdo a la NTP 203.110 (2009) el pH para bebidas de frutas debe ser menor a 4.5 por lo cual la bebida elaborada cumple con este requisito.

El resultado obtenido de la acidez de la bebida de castaña y yacón fue de 0.06 g/100mL, expresado como ácido sulfúrico el cual será contrastado con otros autores, Cabe resaltar que la NTP 203.110 (2009) y su anexo no indica el nivel mínimo o máximo de acidez para bebidas elaboradas a partir de castaña.

Los resultados de grados °Brix (solidos solubles) de la bebida de mayor aceptabilidad (T3) fue de 3.6 °Brix. Cabe resaltar que la NTP 203.110 (2009) y su anexo no indica el nivel mínimo de °Brix para bebidas elaboradas a partir de castaña.

En la Tabla 20 se muestra los resultados del análisis Microbiológicos: Aerobios mesófilos, Mohos, levaduras y Coliformes totales de la muestra de bebida

elaborada a base de castaña y yacón de mayor aceptación (T3) La cual demuestra que el tratamiento térmico realizado de 65 – 70C° durante 30 minutos logro reducir la carga microbiana por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NTP 203.110 (2009).

### **Hipótesis Específica**

Se realizó el procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial para los atributos Olor, Sabor, Textura y aceptabilidad general.

Según el procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial la proporción de 2.5Kg de castaña y 5L de agua en la formulación de una bebida elaborada a base de castaña y yacón ocasiona una diferencia significativa y mayor aceptabilidad entre los atributos Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad general entre las muestras T1 (Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25µm), T2(Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50µm), T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25µm) y T4 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50µm)

Según el procesamiento estadístico de los resultados del análisis sensorial, la operación de filtrado con una malla de 25µm en la elaboración de una bebida a base de castaña y yacón ocasiona una diferencia significativa y mayor aceptabilidad entre los atributos Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad general entre las muestras T1 (Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25µm), T2(Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50µm), T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25µm) y T4 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50µm)

### **6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

La comparación de los resultados de los análisis sensoriales con otros autores fue una limitante ya que no se cuentan con investigaciones documentadas sobre la elaboración o aceptabilidad de bebidas a base de castaña y yacón, por lo cual

la comparación se ha realizado con otras investigaciones similares, el cual se presenta en la Tabla 38.

Según Medina et al. (2020) en la elaboración de leche vegetal pro biótica a partir de castaña amazónica realizaron una evaluación sensorial de color, olor, sabor y textura utilizando una escala hedónica de 9 puntos obteniendo como resultados para el atributo olor un puntaje de 4,72. Para el atributo sabor un puntaje de 4,64 y para el atributo textura un puntaje de 4,28. La investigación mencionada indicó que fueron valores no aceptables.

Los valores obtenidos del análisis sensorial de los atributos Olor, Sabor, Textura y aceptabilidad general de la presente investigación consideran una escala hedónica de 5 puntos. Los resultados descriptivos mencionados en la Tabla 17 para la bebida de mayor aceptación T3 tuvieron las siguientes puntuaciones: para el atributo Olor 4.3, para el atributo Sabor 4.4, Textura 4.3 y para el atributo de Aceptabilidad general 4.3. Lo cual establecería a la formulación T3 como aceptable.

**Tabla 38**

*Comparación de resultados de prueba hedónica*

	T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L; , extracto de yacón 10%(v/v) y filtrado con 25µm)	Elaboración de leche vegetal pro biótica a partir de castaña amazónica Según Medina et al. (2020)
Resultado de la prueba hedónica	Aceptable	No aceptable

Para la comparación de los análisis proximales con respecto a otros a autores se indican Tabla 39. Se evidencia que los valores obtenidos son aceptables de acuerdo a los estudios de Felberg et al. (2008) y Valles et al. (2017)

Los valores obtenidos de proteínas se encuentran dentro del rango de antecedente presentados. Los valores obtenidos de grasas fueron similares al

obtenido de la Bebida nutritiva a partir de las Semillas de sachá inchic (*Plukenetia volubilis* L.) debido a la diferencia de la materia prima utilizada. Los valores obtenidos de cenizas fueron mayores en relación con los antecedentes presentados. Los carbohidratos obtenidos de cenizas fueron mayores en relación con los antecedentes presentados.

**Tabla 39**

*Comparación de resultados de análisis proximal*

Análisis Proximal	T3 (Castaña y Agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25 µm de malla)	Bebida mixta de soya y castaña según Felberg et al. (2008)	Bebida nutritiva a partir de las Semillas de sachá inchic ( <i>Plukenetia volubilis</i> L.) según Valles et al. (2017)
Proteínas %	2.80	2.33	3.3
Determinación de grasas%	7.96	4.18	7.13
Determinación de humedad. %	77.31	--	88.70
Determinación de ceniza. %	0.75	0.46	0.29
Determinación de carbohidratos%	11.18	4.49	0.58
Determinación de Energía%	127.56	--	--

Los resultados de aceptabilidad en relación con la operación de filtrado se contrastan con la investigación de Sanjinez (2018) en donde formula una bebida no láctea a base de quinua (*Chenopodium quínoa*), avena (*Avena sativa*), y amaranto (*Amaranthus caudatus*) utilizando un pre filtrado con una malla de 250µm y filtrado con 150µm. Además, realizó un análisis organoléptico con 25 personas no entrenadas mediante una escala hedónica de 5 puntos, evaluando olor color sabor y textura donde la bebida de mayor aceptabilidad tuvo las proporciones de 50% quinua, 17% avena y 33%. Se compara con el resultado de evaluación sensorial para la muestra de mayor aceptabilidad (T3) en la cual

se utilizó para el pre filtrado una malla de 150µm y para el filtrado una malla de 50µm. El atributo de mayor interés para la operación de filtrado sería la Textura. La bebida elaborada en la presente investigación obtuvo una mayor aceptabilidad promedio. En la Tabla 40 se muestra la comparación de los resultados sensoriales del filtrado respecto a Sanjinez (2018).

**Tabla 40**

*Comparación de los resultados sensoriales en relación al filtrado*

Atributos evaluados	T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L; pre filtrado 50µm y filtrado con 25µm)	Bebida no láctea a base de quinua, avena y amaranto en proporciones de 50%, 17% y 33% con pre filtrado 250µm y filtrado con 150µm proporción según Sanjinez (2018)
Olor	4.33± 0.66	3.8 ± 0.17
Sabor	4.43± 0.68	4,1 ± 0.12
Textura	4.3± 0.70	3,4 ± 0.25
Aceptabilidad general	4.27± 0.78	--

### **6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes**

Los autores de la investigación se responsabilizan por la información emitida en el presente informe final de investigación, de acuerdo con el Reglamento del Código de Ética de la investigación de la UNAC, Resolución de Consejo Universitario N°260-2019-CU.

## CONCLUSIONES

Estadísticamente se presentó diferencias significativas entre las muestras. Siendo el tratamiento T3 superior a los demás con los siguientes promedios para el Olor 4.3, Sabor 4.4, y Textura 4.3.

El efecto de la proporción de castaña fue significativo en las características sensoriales de Olor, Sabor, Textura y aceptabilidad general de la bebida elaborada a base de castaña y yacón.

El efecto del número de malla fue significativo en el atributo sensorial de Textura de la bebida elaborada a base de castaña y yacón.

El desarrollo de los 4 tratamientos T1 (Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25 $\mu$ m), T2(Castaña y agua 1.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50 $\mu$ m), T3 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 25 $\mu$ m) y T4 (Castaña y agua 2.5Kg:5L, extracto de yacón 10%(v/v) y 50 $\mu$ m) que sometidos a la prueba sensorial se obtuvo que la muestra T3, fue la muestra de mayor aceptabilidad general con un promedio de 4.3 de una escala hedónica de 5 puntos.

Mediante la evaluación sensorial de los atributos olor, sabor, textura y aceptabilidad general se determinó que la proporción adecuada de castaña y agua es de 2.5Kg:5L y el número de malla adecuado para la filtración es de 25  $\mu$ m.

Los resultados proximales de la bebida de castaña y yacón de mayor aceptabilidad (T3) fueron Proteínas 2.80%, grasas 7.96%, humedad 77.31%, Cenizas 0.75 %, Carbohidratos 11.18% y Energía 127.56 Kcal/100ml.

Los resultados Fisicoquímicos de la bebida a base de castaña y yacón de mayor aceptabilidad (T) fueron pH de 4.30; Acidez (g/100mL), expresado como ácido sulfúrico) de 0.06 y determinación de sólidos solubles (°Brix) de 3.60.

Los resultados microbiológicos de la bebida de castaña y yacón de mayor aceptabilidad (T3) estuvieron por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la NTP 203.110 (2009).

La elaboración de una bebida a base de castaña y yacón podría ser considerada como un alimento nutritivo, y teniendo un aspecto sensorial aceptable se podría aprovechar industrializar la bebida de castaña y yacón en el mercado interno.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar un estudio de mercado para determinar la factibilidad de ingresar este producto al mercado peruano o internacional.

Recomienda realizar un estudio de pre-factibilidad económica para determinar la rentabilidad del producto elaborado.

Se recomienda realizar estudios de vida útil de la bebida para determinar y mejorar en caso se requiera el límite de tiempo en el cual el producto es aceptable al consumidor.

Se recomienda realizar estudios para determinar el tiempo y temperatura óptimo de pasteurización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancieta, C. (2020). Adición de diferentes concentraciones de fresa (*Fragaria*) al yogurt natural y su efecto en la característica fisicoquímica y sensorial. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú  
<http://hdl.handle.net/20.500.12952/5129>
- Ancieta, C. (2021). Adición de quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*) al yogurt natural y su efecto en las características sensoriales. Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12952/5601>
- ANDINA. (2021). Se incrementa la búsqueda de productos saludables en el Perú. Lima, Perú. <https://andina.pe/agencia/noticia-se-incrementa-busqueda-productos-saludables-el-peru-872864.aspx>
- Arnao, I., Seminario, J., Cisneros, R., & Trabucco, J. (2011). Potencial antioxidante de 10 accesiones de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson, procedentes de Cajamarca - Perú. *72, 4*, 239-243. Lima, Perú: Anales de la Facultad de Medicina.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832011000400003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832011000400003&script=sci_arttext)
- Aruquipa, R. (2017). Caracterización etnobotánica del cultivo del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en dos comunidades del municipio de Mocomoco altiplano norte. La Paz, Bolivia.  
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12874>
- Asociación Naturland. (2000). Agricultura orgánica en el trópico y subtropico Guías de 18 cultivos Castaña. *Guías de 18 cultivos, 1*.  
<https://www.yumpu.com/es/document/read/7428994/castaaaaaa-nuez-de-brasil-pdf-archivo-215-kb-naturland>
- Cabrera, R., Sánchez, K., & Linares, A. (2019). Manual de manejo agronómico del yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson). Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1056>

- Callisaya, J., & Alvarado, J. (2016). Total phenol contents and antioxidant capacity of *Bertholletia excelsa*, amazonian almonds from Bolivia. *33*, 1. La Paz, Bolivia. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-54602016000100005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602016000100005&lng=es&tlng=es)
- Candela Perú. (2004). Candela Perú. [http://www.candelaperu.net/candela/list\\_by\\_cat/1/1](http://www.candelaperu.net/candela/list_by_cat/1/1)
- Choque, G., Cunha, W., Maróstica, M., & Maria, G. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A Functional Food. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0362-0>
- Chuquimia, R. (2007). Estudio de la distribución geográfica de la castaña (*Bertholletia Excelsa*) en el municipio de el Sena de la provincia Madre de Dios, Pando. La paz, Bolivia. <http://hdl.handle.net/123456789/5216>
- INDECOPI. (2009). Jugos, nectares y bebidas de fruta. Requisitos ( NTP 203.110.2009). Lima, Perú.
- CONCYTEC. (2020). Guía práctica para la Formulación y ejecución de Proyecto de investigación y desarrollo. Lima, Perú. <https://www.gob.pe/institucion/concytec/informes-publicaciones/1323538-guia-practica-para-la-formulacion-y-ejecucion-de-proyecto-de-investigacion-y-desarrollo>
- FAO. ((s/f)). Estado de la información forestal en el Perú. <https://www.fao.org/3/ad396s/ad396s00.htm>
- Felberg, I., Deliza, R., Borges, E., Antoniassi, R., Cordeiro de Freitas, S., & Chaves, L. (Setiembre de 2008). Bebida mista de extrato de soja integral e castanha-do-brasil: caracterização físicoquímica, nutricional e aceitabilidade do consumidor. Brasil. [https://www.researchgate.net/publication/49599673\\_Bebida\\_mista\\_de\\_extrato\\_de\\_soja\\_integral\\_e\\_castanha-do-Brasil\\_Caracterizacao\\_fisico-quimica\\_nutricional\\_e\\_aceitabilidade\\_do\\_consumidor](https://www.researchgate.net/publication/49599673_Bebida_mista_de_extrato_de_soja_integral_e_castanha-do-Brasil_Caracterizacao_fisico-quimica_nutricional_e_aceitabilidade_do_consumidor)
- Fetta, X. (2017). Aceptación sensorial de una bebida a partir de almendras dulces (*Prunus dulcis*). Lima, Perú. <http://repositorio.ulcb.edu.pe/handle/ULCB/22>

- García, J., & Casado, G. (2013). Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación. Madrid, España. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112013001000003&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013001000003&lng=es&tlng=es)
- Herrera, F., Gómez, R., & Gonzales, C. (2012). El cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en condiciones agroambientales de Nayarit, México. 1, 8-12. Nayarit, Mexico: Talleres Gráficos de Prometeo Editores S. A.
- Maldonado, S., Eleonora, J., Singh, J., Torrez, M., & Garay, A. (Marzo de 2008). Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Brasil. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100036>
- Mañana, A. (2016). Extracción y determinación de selenio y sus especies en nueces de brasil. España. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17815>
- Medina, Y., Flores, C., Anachuri, C., Quisbert, K., & Otondo, C. (20 de Noviembre de 2020). Elaboración de leche vegetal probiotica partir de castaña amazonica. *Ventana Científica Estudiantil*, 1, 11-15. <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica-estudiantil/article/view/77>
- Mejía, F. (2017). Formulación y elaboración de productos de panificación con yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como endulzante, para la población con deficiencias en el metabolismo de los disacáridos. *Publicaciones E Investigación*, 11(1), 127-139. <https://doi.org/10.22490/25394088.2259>
- Mera, C., & Poma, C. (2019). Elaboración de una bebida hidratante a partir del suero de quesería saborizada con zumo de naranja. Callao, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12952/3659>
- Remache, L., & Vargas, E. (2020). Elaboración de una bebida a base de soya (*Glycine max*) y morocho blanco (*Zea mays* variedad morochon), como una alternativa para consumo de proteína vegetal. Puyo, Ecuador. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/901>
- Remesal, P. (2007). *Cosmetología "Resuelve enigmas"*. Sevilla, España: Padilla Libros.

- Sánchez, S., & Genta, S. (2007). Yacon: un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 6(5), 162-164. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85617508014>
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. 60. Lima, Perú. [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)
- Sotero, V., Monteiro, U., Merino, C., Maco, M., Davila, E., & Garcia, D. (2011). Estabilidad físico-química de las semillas deshidratadas de castaña (*Bertholletia excelsa*). 20(1-2), 59-66. Iquitos, Perú: Folia amazonica. <https://doi.org/10.24841/fa.v20i1-2.353>
- Trejo, J. (2015). Desarrollo y comparación de los principales componentes nutricionales de leches vegetales. *Tesis de pregrado*. México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7731>
- UPAEP. (2014). Análisis sensorial. (1), *Otoño 2014*. Puebla, México: Miguel Ángel Carretero Domínguez. [https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial\\_final.pdf](https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf)
- Valles, S., Medina, M., & Obregón, A. (2017). Obtención de una bebida nutritiva a partir de las semillas de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(3), 273-281. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2017000300003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000300003)
- Velezmoro, J. (2004). Perfil de mercado del yacón. Cajamarca, Perú. <https://repositorio.promperu.gob.pe/handle/123456789/2139>

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Ficha de evaluación

Anexo 3: Resultados obtenidos por cada atributo

**Anexo 1 Matriz de consistencia:** Elaboración de una bebida a base de castaña (*Bertholletia excelsa*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl) mediante operaciones fisicoquímicas a nivel experimental.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES DEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODO
¿Cómo debe ser la elaboración de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl) mediante operaciones fisicoquímicas a nivel experimental?	Elaborar una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl), a nivel experimental. Mediante operaciones fisicoquímicas.	La elaboración de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl), a nivel experimental, debe considerar la proporción de pulpa de castaña y yacón en la formulación y el número de malla en la filtración para que sea aceptable.	Y: Bebida a base de castaña y yacón	<p>Aceptabilidad de la bebida elaborada.</p> <p>Análisis proximal</p> <p>Análisis fisicoquímicos</p> <p>Análisis microbiológicos</p>	<p>Grado de aceptabilidad.</p> <p>Proteínas, grasas, humedad, Ceniza, Carbohidratos y Energía.</p> <p>pH, Acidez y Solidos soluble (°brix).</p> <p>Aerobios mesófilos, Mohos, Levaduras y Coliformes totales</p>	
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES INDEPENDIENTES			
¿Cuál será la formulación para la elaboración de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl), a nivel experimental?	Determinar la proporción de pulpa de castaña y extracto de yacón para la formulación de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl) a nivel experimental. Mediante operaciones fisicoquímicas	La formulación para la elaboración de una bebida a base de castaña y yacón debe tener una proporción de 2.5Kg de pulpa de castaña/5L de agua y extracto de yacón al 10%(v/v)	X: Operaciones fisicoquímicas a nivel experimental	<p>Proporción pulpa de castaña/ agua y yacón</p>	<p>-1.5Kg/5L y 10%(v/v)</p> <p>-2.5Kg/5L y 10%(v/v)</p>	Aplicada, Explicativa, experimental.
¿Cuáles son los parámetros de operación que se requieren para el filtrado de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl), a nivel experimental?	Determinar los parámetros de operación que se requieren para el filtrado de una bebida a base de castaña ( <i>Bertholletia excelsa</i> ) y yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> Poepp & Endl) a nivel experimental.	Los parámetros de operación que se requieren para la filtración en la elaboración de una bebida a base de castaña y yacón, a nivel experimental, son: número de malla de filtrado de 25 µm.		Filtración	<p>-Malla 25 µm</p> <p>-Malla 50 µm</p>	

## Anexo 2 Ficha de evaluación

### Formato de evaluación sensorial de la bebida de castaña y yacón

Nombre y Apellidos			
Fecha:		Hora:	

**Instrucciones:**

Evaluar la muestra de bebida y se calificar de acuerdo al puntaje presentado del 1 al 5

Evaluación	Puntaje			
	T1	T2	T3	T4
Sabor				
Olor				
Textura				
Aceptabilidad general				

Puntaje	Calificación
5	Me gusta extremadamente
4	Me gusta mucho
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

**Observaciones:**

--

**Anexo 3 Matriz de recolección de datos.**

Panelista	T1				T2				T3				T4			
	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general	Sabor	Olor	Textura	Aceptabilidad general
Panelista 1																
Panelista 2																
Panelista 3																
Panelista 4																
Panelista 5																
Panelista 6																
Panelista 7																
Panelista 8																
Panelista 9																
Panelista 10																
Panelista 11																
Panelista 12																
Panelista 13																
Panelista 14																
Panelista 15																
Panelista 16																
Panelista 17																
Panelista 18																
Panelista 19																
Panelista 20																
Panelista 21																
Panelista 22																
Panelista 23																
Panelista 24																
Panelista 25																
Panelista 26																
Panelista 27																
Panelista 28																
Panelista 29																
Panelista 30																