



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE  
CEBADA (*Hordeum vulgare*) A NIVEL LABORATORIO**

**Inga. Sofía Gabriela Chajón Gálvez**

Asesorado por el Maestro William Eduardo Fagiani Cruz

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA  
DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) A NIVEL LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**INGA. SOFÍA GABRIELA CHAJÓN GÁLVEZ**

ASESORADO POR EL MAESTRO WILLIAM EDUARDO FAGIANI CRUZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN ARTES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Mtro. Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADORA	Mtra. Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) A NIVEL LABORATORIO**


Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 05 de agosto de 2023.

**Inga. Sofía Gabriela Chajón Gálvez**

LNG.DECANATO.OI.632.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACION Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) A NIVEL LABORATORIO**, presentado por: **Inga. Sofía Gabriela Chajón Gálvez**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaac



**Guatemala, septiembre de 2023**

LNG.EEP.OI.632.2023


En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) A NIVEL LABORATORIO”**

presentado por **Inga. Sofía Gabriela Chajón Gálvez** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
**Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 27 de septiembre de 2022

**M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti**  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE CEBADA (HORDEUM VULGARE) A NIVEL LABORATORIO** del estudiante **Sofía Gabriela Chajón Gálvez** quien se identifica con número de carné **201503729** del programa de Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.


**Msc. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos**  
Coordinador  
Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos  
Escuela de Estudios de Postgrado

Oficina Virtual



Guatemala, 27 de septiembre de 2022

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: "**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE PROTEÍNA DE CEBADA (HORDEUM VULGARE) A NIVEL LABORATORIO**" del estudiante **Sofía Gabriela Chajón Gálvez** del programa de **Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos** identificado(a) con número de carné 201503729.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



INGENIERO QUÍMICO  
WILLIAM EDUARDO FAGIANI CRUZ  
COL. 1734

---

Msc. Ing. William Eduardo Fagiani Cruz

Colegiado No. 1734

Asesor de Tesis



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	El creador del universo, quién ha cuidado de mí y me ha permitido alcanzar esta y muchas metas más en el transcurso de mi vida.
<b>Mis padres</b>	Carol Gálvez y Erick Chajón, por su apoyo incondicional, su amor y por querer siempre lo mejor para mí.
<b>Mi abuelo</b>	Carlos Gálvez, por creer siempre en mí, por ser de gran bendición y por su cariño incondicional.
<b>Mi familia</b>	Por ser de bendición, por estar conmigo en el transcurso de toda mi vida, por su apoyo y cariño incondicional.
<b>Mis amigos</b>	De la maestría, licenciatura y colegio, por estar conmigo en diferentes etapas de mi vida, por su apoyo incondicional y cariño.
<b>Mis mentores</b>	Inga. Ana Herrera e Ing. William Fagiani, por sus enseñanzas, consejos, lecciones, por la confianza y el cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por abrirme las puertas, y ser mi casa de estudios para realizarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por darme la oportunidad de seguir aprendiendo y alcanzar un nuevo peldaño en mi vida.
<b>Ing. William Fagiani</b>	Por ser mi asesor y catedrático, por su apoyo incondicional, la paciencia, las enseñanzas, y por sus aportes en la presente investigación.
<b>Ing. José Rosal</b>	Por compartir sus conocimientos y apoyo en la presente investigación.
<b>Mis amigos</b>	Por su ayuda en el transcurso de la maestría.
<b>Área de Fisicoquímica</b>	A todo su personal, por el apoyo, la confianza, las enseñanzas y por abrirme las puertas de sus instalaciones para el desarrollo de la presente investigación.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN .....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XIII
OBJETIVOS .....	XV
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Alimento.....	4
1.3. Cereales.....	4
1.3.1. ¿Qué son? .....	4
1.3.2. Características.....	4
1.3.3. Estructura de los granos de cereal.....	5
1.3.3.1. Salvado o cáscara .....	5
1.3.3.2. Germen o embrión.....	6
1.3.3.3. Endospermo o núcleo.....	6
1.4. Generalidades de la cebada.....	6
1.4.1. Descripción .....	6
1.4.1.1. Taxonomía botánica .....	6
1.4.2. Clases de cebada.....	7

1.4.2.1.	Cebada de dos carreras o cebada cervecera.....	7
1.4.2.2.	Cebada de seis carreras o cebada caballar .....	8
1.4.2.3.	Cebada de cuatro carreras.....	8
1.4.3.	Características y propiedades nutricionales de la cebada.....	9
1.4.4.	Usos.....	10
1.4.5.	Proteína de cebada .....	10
1.5.	Formulación de productos alimenticios.....	11
1.5.1.	Formulación de mezclas vegetales .....	11
1.5.2.	Productos líquidos con base en semillas .....	12
1.6.	Producción de bebidas.....	12
1.6.1.	Tipos de bebidas.....	12
1.6.2.	Especificaciones técnicas .....	13
1.6.3.	Preservación de bebidas a bajas temperaturas.....	16
1.6.4.	Preservación de bebidas a altas temperaturas.....	17
1.6.5.	Aditivos y conservantes.....	18
1.7.	Requerimientos nutricionales .....	18
1.8.	Mezclado.....	19
1.8.1.	Mezclado de alimentos fluidos.....	19
1.8.2.	Tipos de fluidos.....	19
1.8.2.1.	Fluidos newtonianos .....	19
1.8.2.2.	Fluidos no newtonianos .....	20
1.8.3.	Mezclado de líquidos de mediana y baja viscosidad.....	20
1.8.3.1.	Componentes de velocidad .....	20
1.9.	Métodos de análisis para el desarrollo de una bebida.....	23
1.9.1.	Análisis físico .....	23

1.9.2.	Análisis bromatológico .....	24
1.10.	Criterios microbiológicos.....	25
1.11.	Análisis sensorial.....	25
1.11.1.	Prueba hedónica.....	26
1.11.2.	Análisis estadístico para la aceptación del análisis sensorial.....	27
1.12.	Pruebas POST-HOC.....	27
1.12.1.	Prueba de Tukey .....	27
1.12.2.	Prueba de Scheffé .....	27
1.12.3.	Método de la diferencia mínima de Fisher .....	28
1.12.4.	Prueba del rango múltiple (Duncan).....	28
1.12.5.	Prueba de Bonferroni .....	28
2.	DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.1.	Proceso de elaboración de bebida.....	29
2.1.1.	Determinación de número de formulaciones y su composición .....	29
2.1.2.	Elaboración de bebida a base de proteína de cebada.....	33
2.1.3.	Evaluación de costos .....	36
2.2.	Evaluación sensorial .....	38
2.2.1.	Preparación de muestras .....	38
2.2.2.	Panel sensorial .....	39
2.2.3.	Análisis estadístico .....	42
2.3.	Evaluación nutricional y de control de calidad.....	46
2.3.1.	Preparación de muestras .....	46
2.3.2.	Métodos de análisis.....	46
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	49

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55
CONCLUSIONES .....	61
RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	65
APÉNDICES.....	71
ANEXOS.....	81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Partes fundamentales del grano.....	5
2.	Cebada de dos carreras o cebada cervecera.....	8
3.	Categorización de bebidas.....	13
4.	Componentes de velocidad en una mezcladora.....	21
5.	Mezcladoras para líquidos de baja y media viscosidad.....	22
6.	Proceso de elaboración de bebida a base de proteína de cebada .....	35
7.	Evaluación visual de posibles formulaciones.....	38
8.	Separación entre panelistas .....	39
9.	Presentación de las muestras.....	40
10.	Formulario de panel sensorial.....	40
11.	Análisis visual .....	50
12.	Porcentaje de preferencia.....	52
13.	Gráfico radial de atributos.....	53

### TABLAS

I.	Taxonomía botánica de la cebada .....	7
II.	Valor nutritivo (micronutrientes) de cereales (por 100 gramos) .....	9
III.	Valor nutritivo (micronutrientes) de cereales (por 100 gramos) ...	10
IV.	Metodologías de conservación a bajas temperaturas.....	16
V.	Métodos de conservación a altas temperaturas.....	17
VI.	Ventajas y desventajas de las mezcladoras para líquidos de baja y media viscosidad.....	23

VII.	Criterios microbiológicos de bebidas a base de cereales .....	25
VIII.	Metodología para análisis sensorial .....	26
IX.	Ingredientes seleccionados .....	30
X.	Recomendación diaria de proteínas según edad, sexo y estado fisiológico .....	32
XI.	Intervalo porcentual de proteína para formulaciones .....	33
XII.	Posibles formulaciones .....	34
XIII.	Costos de materia prima .....	36
XIV.	Evaluación de costos de formulaciones .....	37
XV.	Escala hedónica de 9 puntos.....	41
XVI.	Cálculo de los parámetros estadísticos para la prueba de hipótesis de F de Fisher .....	42
XVII.	Análisis estadístico de evaluación sensorial.....	44
XVIII.	Análisis de varianza de apariencia .....	44
XIX.	Análisis de varianza de color .....	45
XX.	Análisis de varianza de consistencia.....	45
XXI.	Análisis de varianza de olor .....	45
XXII.	Análisis de varianza de sabor.....	45
XXIII.	Análisis químico proximal.....	47
XXIV.	Posibles formulaciones .....	49
XXV.	Evaluación de costos de formulaciones .....	50
XXVI.	Formulaciones para análisis sensorial .....	51
XXVII.	Análisis estadístico .....	51
XXVIII.	Preferencia del panel sensorial .....	52
XXIX.	Análisis fisicoquímico .....	54
XXX.	Análisis químico proximal.....	54



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
°	Grados
<b>g</b>	Gramos
=	Igual que
<b>kcal</b>	Kilocaloría
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>m</b>	Metro
<b>mg</b>	Miligramo
%	Porcentaje
<b>A</b>	Porcentaje de aceptabilidad
<b>Q</b>	Quetzales



## GLOSARIO

<b>Aceptabilidad</b>	Cualidad de dar satisfacción suficiente para cumplir una demanda o requisito.
<b>Aditivo alimentario</b>	Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que no se consumen como alimento, ni como ingredientes básicos en la elaboración de un alimento, y que se adiciona al alimento con fines tecnológicos.
<b>Bebida vegetal</b>	Alimento en estado líquido que es de origen vegetal y que se obtiene a partir de cereales, semillas, frutos secos, entre otros.
<b>CMC</b>	Carboximetilcelulosa
<b>Escala hedónica</b>	Lista ordenada de posibles respuestas que corresponden a diferentes grados de aceptación.
<b>Formulación óptima</b>	Es la composición ideal de ingredientes que componen a un alimento, mediante los cuales se considera el mejor.

<b>Hidrocoloides</b>	Grupo grande, heterogéneo, de sustancias poliméricas que incluyen a polisacáridos y algunas proteínas.
<b>Inocuo</b>	Es todo aquello que no causa daños al consumidor.
<b>NA</b>	No aplica
<b>ND</b>	No detectable
<b>Materia inorgánica</b>	Se consideran a todos aquellos constituidos por agua y minerales, que además no aportan energía.
<b>Materia orgánica</b>	Es aquella que se compone de forma química en torno al carbono, como lo son las proteínas, lípidos, y carbohidratos, además estos si aportan energía.
<b>Prueba de aceptabilidad</b>	Herramienta utilizada para conocer cuantitativamente el grado de aceptación de un producto por el consumidor.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se formuló y evaluó una bebida a base de proteína de cebada. Se estableció la formulación óptima para una bebida, con la cual se pudo aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada. Se evaluaron diferentes formulaciones a través de sus características sensoriales, identificando de tal manera la formulación con mayor aceptabilidad, la cual se analizó fisicoquímica y bromatológicamente.

Para la elaboración de la bebida se utilizó leche en polvo, proteína de cebada, carboximetilcelulosa y cacao en polvo, a partir de los cuales se plantearon diferentes formulaciones, tomando en cuenta la dosis diaria recomendada de proteína en Guatemala para la población en general, y con ello, se realizó el análisis visual y el análisis de costos pertinente, para establecer las formulaciones que serían evaluadas en el panel sensorial.

Se consideraron tres formulaciones que fueron sometidas a una evaluación sensorial, de la cual se obtuvo la formulación más aceptable, es decir, la formulación óptima que se caracterizó fisicoquímica y bromatológicamente. Para dicha evaluación sensorial, se empleó una escala hedónica de nueve puntos con un panel sensorial conformado por 40 personas no entrenadas.

Las formulaciones evaluadas en el panel sensorial contenían 2 %, 4 % y 6 % de proteína de cebada, donde los resultados obtenidos por parte de los panelistas se compararon estadísticamente y no se obtuvo una diferencia

significativa. Por lo tanto, se consideró la selección con mayor preferencia por parte de los panelistas para inferir la bebida de mayor aceptabilidad, siendo esta la formulación que contiene 6 % de proteína, sobresaliendo en atributos como apariencia, sabor y consistencia.

Posteriormente, la formulación de mayor aceptabilidad se sometió a los análisis de control de calidad realizados en un laboratorio externo. En el caso de la caracterización fisicoquímica que constó de granulometría y humedad, se obtuvieron resultados donde la humedad fue menor a 10 % y aproximadamente el 70 % de la formulación tiene una granulometría menor al mesh # 100.

Asimismo, mediante la caracterización bromatológica se pudo considerar que el alimento es bajo en grasa, fuente de proteína y debido a que la materia orgánica constituye más del 90 % del contenido de la bebida, esta proporciona alto nivel energético y, por lo tanto, la ingesta calórica es elevada.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En Guatemala no se está aprovechando la merma del grano de cebada, luego de haber sido utilizada para la elaboración de cerveza y otras bebidas. La cebada ha sido comparada con la proteína animal, y se ha logrado determinar que el contenido de proteína es muy similar. La cebada no solo es un grano con alto contenido de proteína, sino también en fibra y actualmente, gran parte de la población se ha interesado en el consumo de alimentos y bebidas de origen vegetal, a pesar de los altos costos que estos puedan presentar.

Sin embargo, muchas veces se piensa que la cebada únicamente se puede utilizar para elaborar cerveza; lo cual es una idea errónea porque se puede aprovechar todo el grano, creando nuevos productos y así, se logra disminuir la cantidad de desechos que se genera en la industria alimenticia.

El desaprovechamiento de todo el grano de cebada, también se puede ver afectado por la falta de interés en la industria. Ya que se puede creer que no vale la pena o que generaría mayor incremento en costos de operación. En esta situación se puede aplicar el enfoque circular para generar más ingresos, lo que permitirá disminuir la cantidad de desechos y un mayor aprovechamiento de la materia prima.

Es necesario investigar los usos potenciales en la producción de otros alimentos y bebidas donde se utilice todo el grano de cebada, porque esto mismo, provoca que se pierdan oportunidades como lo es crear nuevos productos alimenticios aprovechando el contenido de proteína y fibra de la cebada.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de estudio: ¿Cuál es la formulación óptima para una bebida, con la cual se puede aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada (*Hordeum vulgare*)?

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de una bebida a base de proteína de cebada?
- ¿Cuál es la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad?
- ¿Qué características fisicoquímicas y bromatológicas posee la formulación con mayor aceptabilidad?



## OBJETIVOS

### General

Establecer la formulación óptima para una bebida, con la cual se puede aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada (*Hordeum vulgare*).

### Específicos

1. Estimar el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de una bebida a base de proteína de cebada.
2. Inferir la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad basada en sus propiedades sensoriales.
3. Caracterizar fisicoquímica y bromatológicamente la formulación de mayor aceptabilidad.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

El presente estudio es considerado de tipo cuantitativo con un alcance correlacional, ya que este se enfoca en una formulación, relacionándola con las variables que abarcan sus propiedades físicas, químicas y sensoriales, para determinar la formulación óptima.

Se llevó a cabo un diseño de tipo experimental, dado que se tomaron datos a nivel laboratorio al momento de desarrollar las diferentes pruebas con las formulaciones propuestas, manipulando las condiciones. El muestreo fue de tipo sistemático, debido a que se realizaron diferentes combinaciones de los ingredientes con intervalos homogéneos limitados por criterios de producción y seguridad.

Se realizó el proceso de proponer el número de posibles formulaciones con base en la ingesta diaria máxima de proteína según el INCAP, para esto se estableció un rango del 2 % al 7 % de contenido de proteína en la bebida. Con base en los porcentajes de proteína se varió el contenido de leche en polvo y de proteína de cebada, ya que se consideró una bebida instantánea en polvo, manteniendo constante el contenido de carboximetilcelulosa y del cacao.

A partir de las diferentes composiciones de las formulaciones, se elaboraron las bebidas a base de proteína de cebada a nivel laboratorio. Se tomaron las cantidades que corresponden de cada ingrediente y se evaluó que estos permitieran obtener un producto homogéneo aplicando correctamente el proceso de mezclado. Se realizó un análisis visual y de costos, con los cuales se

descartaron 3 de las 6 formulaciones propuestas, las 3 formulaciones que no fueron descartadas se presentaron frente a un panel sensorial de 40 personas.

Mediante evaluación sensorial se determinó la formulación con mayor aceptabilidad, comparando apariencia, color, consistencia, olor y sabor utilizando una escala hedónica de 9 puntos y luego realizando un análisis de varianza de un factor (ANOVA).

La formulación con mayor aceptabilidad fue sometida a los diferentes análisis de control de calidad como lo son los análisis fisicoquímicos y bromatológicos, dentro de estos se puede mencionar granulometría, humedad, cenizas, fibra cruda, grasa, proteína y carbohidratos solubles.

## INTRODUCCIÓN

Después de utilizar el grano de cebada para la producción de cerveza, este se desecha y no se aprovecha para el desarrollo de nuevos alimentos. Sin embargo, la cebada es un grano con alto contenido de proteína y de fibra, lo cual actualmente es importante para aquellas personas que se han interesado en el consumo de alimentos y bebidas con proteína de origen vegetal. Además, al aprovechar la proteína del grano de cebada, se logra disminuir la cantidad de desechos que genera en la industria alimenticia aplicando el enfoque circular y con ello, crear nuevos productos alimenticios que generan más ingresos.

Las bebidas no alcohólicas a base de cebada u otros cereales han sido poco investigadas, considerando que se puede aprovechar la merma de cebada luego de la producción de cerveza. Esta investigación aporta la formulación óptima de una bebida para aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada, logrando demostrar el procedimiento de elaboración y el aporte nutricional.

A partir de los datos obtenidos de análisis y ensayos, se evidencia una opción para el aprovechamiento de la proteína en el grano de cebada, obteniendo de tal manera una bebida con proteína de origen vegetal que es bajo en grasa y fuente de proteína. Al aplicar el enfoque circular, esta investigación beneficia a la industria alimenticia guatemalteca obteniendo una opción para generar más ingresos, permitiendo disminuir la cantidad de desechos y un mayor de aprovechamiento de materia prima.

Se elaboraron diferentes formulaciones de la bebida a base de proteína de cebada, buscando aquella con mejores propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y sensoriales. Se evaluó la aceptabilidad de la bebida comparando tres formulaciones mediante una prueba hedónica de nueve puntos en un panel sensorial no entrenado de 40 personas, a partir del cual se logró inferir la formulación óptima. Dicha formulación fue sometida a evaluación nutricional y a análisis de control de calidad a través de laboratorios externos obteniendo de tal manera una bebida baja en grasa, fuente de proteína, con porcentaje de humedad bajo y con gran aporte energético.

En el capítulo 1, se presenta el marco teórico de la investigación, que incluye los antecedentes de esta. En el capítulo 2, se presenta el desarrollo de la investigación, el cual consta del proceso de elaboración de la bebida con base en el número de formulaciones, composición y evaluación de costos., la evaluación sensorial, nutricional y de control de calidad de la bebida a base de proteína de cebada.

El capítulo 3, presenta los resultados obtenidos en la investigación, y su discusión se presenta en el capítulo 4. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.

# 1. MARCO TEÓRICO

## 1.1. Antecedentes

En Guatemala no existen publicaciones relacionadas con la creación de bebidas a base de proteína de cereales, sin embargo, en países como Ecuador, Argentina y Venezuela, se encontraron investigaciones relacionadas con la preparación de bebidas a base de granos. Seguidamente, se presentan las más destacadas.

Acosta y Terán (2014) en su publicación *Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y Cacao en polvo (*Theobroma cacao L.*), edulcorado con Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)*, proponen la mezcla óptima para elaborar la bebida funcional y los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del producto final. Para desarrollar la bebida se plantearon diferentes porcentajes de la mezcla, del saborizante y del edulcorante, para poder evaluar y determinar la bebida mayor aceptabilidad. Para el diseño experimental utilizaron un diseño completamente al azar (DCA) con el cual, realizaron pruebas estadísticas en función de las variables: densidad, concentración de sólidos totales, turbidez, fibra total, proteína y vitamina C, estas variables fueron evaluadas en el producto final. Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos a la fórmula óptima y con ello se determinó la vida útil, además se evaluaron variables cualitativas. Sus resultados demuestran que la fórmula óptima para esta bebida es la que contiene una mezcla de cebada: 40 % cruda y 60 % tostada; con 20 % de saborizante y 0.8 % de edulcorante, al presentar mayor aceptabilidad.

La investigación *Obtención y formulación de una bebida con base en granos de amaranto*, de Soteras (2011) propone dos métodos para la fabricación de la bebida a base de semillas, con el objetivo de poder establecer las condiciones de procesamiento y la formulación, para conseguir el producto con características sensoriales de alta aceptación.

Los procedimientos utilizados se comparan mediante determinaciones analíticas y de propiedades como: la caracterización fisicoquímica, determinaciones de humedad y sólidos totales, determinación de grasas, proteínas, fibra cruda, entre otros. Asimismo, se llevaron a cabo análisis sensoriales y estadísticos. Los resultados obtenidos demuestran que las condiciones ideales para el procesamiento son: molienda húmeda, al 5 % de sólidos totales con tratamiento térmico y con incorporación de 0.05 % de goma xántica. Según los análisis sensoriales a las diferentes formulaciones, se determinó que es conveniente incorporar un 10 % de azúcar y esencias de sabores para fijar las dosis correctas.

Cazar, Cobos y Acosta (2011), proponen el desarrollo y el diseño del proceso para obtener una bebida líquida a base de leche de soya con pinol, con el fin de poder utilizar cereales para crear un complemento alternativo a la alimentación diaria de personas que practican deportes de alto consumo energético. Se desarrollaron formulaciones mediante ensayos a nivel experimental, para lograr determinar las características de la mezcla óptima para elaborar la bebida y realizar las pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Sus resultados demuestran que efectivamente la bebida es un complemento alimenticio para los deportistas de alto rendimiento, y que la fórmula óptima es la que contiene 15 % de panela por representar un nivel nutricional mayor como fuente calórica para el mercado objetivo. Se determinó



que el tratamiento térmico adecuado es de 25 minutos a una temperatura de 95 °C.

En la publicación *Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extruida de ñame (Dioscorea alata)* Pacheco-Delahaye, Techeira y García (2008) se planteó estudiar la integración de harina extruida de ñame para crear una mezcla en polvo para la preparación de bebidas instantáneas con sabor vainilla. Se evaluaron dos formulaciones a base del 20 % y 40 % de harina, donde se analizó la composición química, las características físicas y las propiedades sensoriales. Los resultados obtenidos mostraron que al incorporar dicha harina a base de un 20 %, se permite aumentar el contenido de proteína y fibra dietética, por esto mismo, las características fisicoquímicas son similares a las del producto que se encuentra en el comercio y que fue tomado como referencia por ser el de mayor aceptabilidad.

En España, González (2020) en su trabajo de máster universitario en investigación química y química industrial titulado *Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada*, en donde se proponen las principales metodologías analíticas para apoyar la producción de alimentos ricos en proteínas como el amaranto y la cebada para poder reemplazar las proteínas animales por proteínas vegetales. La investigación presentó que el método más estudiado para el aislamiento de las proteínas es la extracción alcalina seguida de precipitación isoelectrica donde se ha realizado ensayos con varias condiciones de pH, fuerza iónica y sales en el aislamiento de proteínas de amaranto y cebada.

## **1.2. Alimento**

Se considera como alimento a todo aquel producto que ha sufrido un proceso o no, dicho producto tiene como fin el ser consumido por un ser humano. Dentro del grupo de alimentos, se considera a la goma de mascar, a las bebidas y a cualquier otro producto que sea para su consumo, excluyendo al tabaco, a los cosméticos, medicamentos, entre otros. (Reglamento Técnico Centroamericano, 2018)

## **1.3. Cereales**

A continuación, se presenta la información básica de los cereales que son, sus características y la estructura de los granos de cereal.

### **1.3.1. ¿Qué son?**

Para INCAP y OPS (2000) se consideran cereales a las semillas que pertenecen al grupo de las gramíneas, dentro de estas semillas se pueden mencionar al maíz, a la avena, el trigo, la cebada, el centeno y el arroz.

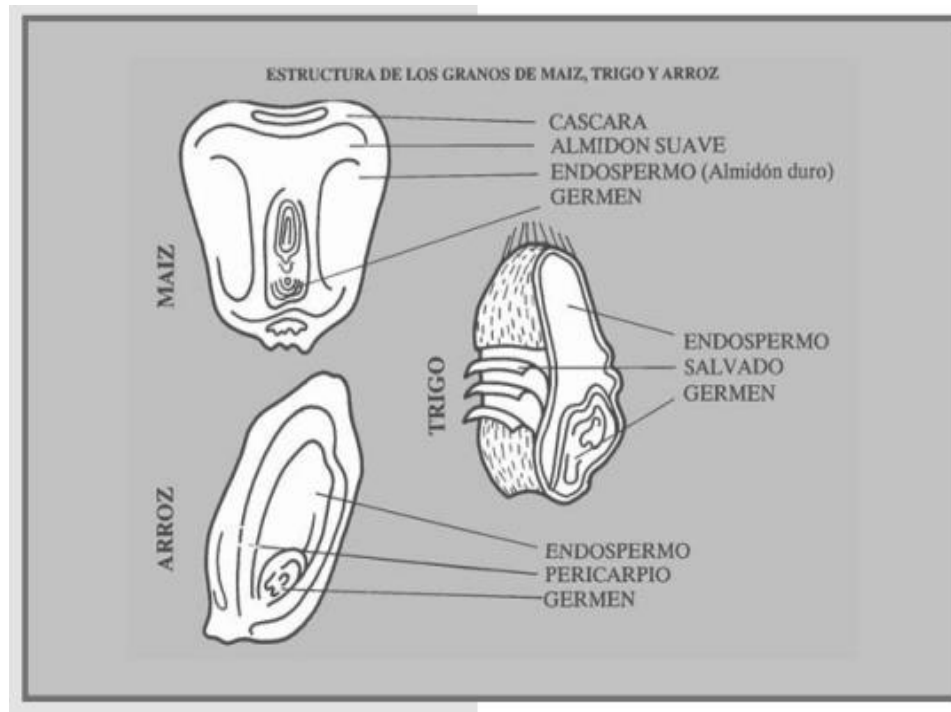
### **1.3.2. Características**

Los cereales son de bajo costo y esto, es una ventaja al compararlo con otros alimentos. Cabe mencionar que son la fuente principal de energía por su alto contenido energético. Los cereales y sus productos se pueden transportar con facilidad, su almacenamiento puede ser por largos períodos de tiempo y son de fácil preparación para su consumo. (INCAP y OPS, 2000)

### 1.3.3. Estructura de los granos de cereal

Los cereales tienen diferente composición química, sin embargo, las características estructurales son similares.

Figura 1. Partes fundamentales del grano



Fuente: INCAP y OPS (2000). *Cereales y sus productos*.

#### 1.3.3.1. Salvado o cáscara

Según INCAP y OPS (2000), son las capas que envuelven y resguardan al germen y al endospermo. Esta parte del grano contiene la mayor cantidad de fibra que no es digerible por el ser humano, esto se debe a su alto contenido de celulosa. Asimismo, contiene proteína, hierro y vitaminas del complejo B.

### **1.3.3.2. Germen o embrión**

Se encuentra en la parte inferior del grano, a partir del cual se obtiene una nueva planta. Se encuentra compuesto por hierro, niacina, proteína, riboflavina, tiamina y alto contenido de grasa, lo que provoca la rancidez del grano con el transcurso del tiempo. (INCAP y OPS, 2000)

### **1.3.3.3. Endospermo o núcleo**

A partir de esta parte se adquiere harina, por su alto contenido de almidón y bajo contenido de proteína. Componente que forma parte en mayor proporción del grano de un cereal. (INCAP y OPS, 2000)

## **1.4. Generalidades de la cebada**

A continuación, se presentan las generalidades de la cebada como lo es su descripción, taxonomía botánica, las clases de cebada, sus características y propiedades nutricionales y sus usos.

### **1.4.1. Descripción**

Para Masats (2021), es un cereal cuyo nombre en latín es *Hordeum vulgare* y forma parte de la familia de las Poáceas.

#### **1.4.1.1. Taxonomía botánica**

Según Montenegro y Cajamarca (2015), la cebada se clasifica como se muestra a continuación:

Tabla I. **Taxonomía botánica de la cebada**

<b>Reino</b>	<i>Plantae</i>
<b>División</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Clase</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>Orden</b>	<i>Poales</i>
<b>Familia</b>	<i>Poaceae</i>
<b>Género</b>	<i>Hordeum</i>
<b>Especie</b>	<i>vulgare L.</i>

Fuente: Montenegro y Cajamarca (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (Hordeum vulgare L.) bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana.*

#### **1.4.2. Clases de cebada**

A continuación, se describen las clases de cebada como lo son la cebada de dos carreras o cebada cervecera, la cebada de seis carreras o de caballo y la cebada de cuatro carreras.

##### **1.4.2.1. Cebada de dos carreras o cebada cervecera**

Es el tipo de cebada más antigua y es aquella en la que únicamente queda la espiga central, luego de haber madurado. (Masats, 2021)

Figura 2. **Cebada de dos carreras o cebada cervecera**



Fuente: Masats (2021). *Características del cereal cebada y sus propiedades.*

#### **1.4.2.2. Cebada de seis carreras o cebada caballar**

Para Masats (2021), es la más reciente y cuando madura se quedan tres espigas.

#### **1.4.2.3. Cebada de cuatro carreras**

Según Masats (2021), en este tipo de cebada se elimina la espiga central y se conservan las espigas laterales.

### 1.4.3. Características y propiedades nutricionales de la cebada

Su valor nutricional es muy parecido al valor nutricional de la avena y es mayor en comparación al valor nutricional del arroz. El contenido de fibra y hierro de la cebada es alto a diferencia de otros cereales, con excepción del hierro para la avena porque esta tiene mayor contenido que la cebada. (INCAP y OPS, 2000)

Dentro de sus propiedades nutricionales se puede mencionar al alto contenido de vitaminas del grupo B, entre las cuales se puede mencionar el ácido fólico. Ayuda a controlar los niveles de azúcar y colesterol en la sangre, por la cantidad de fibra soluble que contiene. Adicionalmente aporta minerales como calcio, zinc, potasio y fósforo, que son importantes para el correcto funcionamiento del organismo.

Tabla II. **Valor nutritivo (micronutrientes) de cereales (por 100 gramos)**

Cereal	Calorías	Proteínas (g)	Carbohidratos (g)	Grasa (g)	Fibra (g)
<b>Avena (mosh)</b>	378	14.4	66.1	6.9	6.6
<b>Cebada</b>	348	9.7	75.4	1.9	6.5
<b>Centeno</b>	334	12.1	73.4	1.7	1.8
<b>Sorgo</b>	342	8.8	76.3	3.2	2.3
<b>Trigo duro</b>	330	12.3	71.7	1.8	2.3

Fuente: INCAP y OPS (2000). *Cereales y sus productos*.

Tabla III. **Valor nutritivo (micronutrientes) de cereales (por 100 gramos)**

Cereal	Calcio (mg)	Hierro (mg)	Fósforo (mg)	Tiamina (mg)
<b>Avena (mosh)</b>	5.2	5.5	414	0.61
<b>Cebada</b>	55	4.5	341	0.4
<b>Centeno</b>	38	3.7	376	0.4
<b>Sorgo</b>	46	3.4	354	0.5
<b>Trigo duro</b>	46	3.4	354	0.5

Fuente: INCAP/OPS (2000). *Cereales y sus productos*.

#### **1.4.4. Usos**

Puede usarse el grano para alimentar animales o para productos de consumo humano. Normalmente es utilizada para elaborar harina y obtener de tal manera pan integral, el agua que se obtiene de la cebada se consume como bebida y también puede ser utilizada como espesante de sopas. (INCAP y OPS, 2000)

#### **1.4.5. Proteína de cebada**

La proteína es un factor que interviene en la calidad del grano, ya que de esto influye en la elaboración de malta y cerveza, pero la cantidad de proteína no debe superar el 11 %. Asimismo, la proteína es importante para utilizar la cebada como alimento de animales. La cantidad de proteína depende de muchos factores, dentro de los cuales se pueden mencionar la época de siembra, el año, la localidad y la variedad, porque no todos los lugares cuentan con las mismas condiciones climáticas, ni de suelo. (Beratto y Peyrelongue, 1986)



## **1.5. Formulación de productos alimenticios**

El resultado de la mezcla de 2 o más ingredientes, se define como un alimento formulado. Este alimento formulado según especificaciones establecidas, el proveedor o fabricante lo procesa con otras sustancias para obtener varios productos con diferentes características. (Barrios, 2017)

### **1.5.1. Formulación de mezclas vegetales**

Se consideran como proteínas de mejor calidad a aquellas que provienen de los animales, ya que logran aportar al organismo en cantidad óptima a todos los aminoácidos esenciales. Caso contrario con las proteínas de origen vegetal, ya que para una mezcla vegetal es necesario agregar pequeñas cantidades de otras proteínas que posean el aminoácido que logre mejorar y complementar a la proteína limitante o deficiente. (Boteo, 2018)

El ejemplo más conocido de mezclas vegetales es la Incaparina en Guatemala, que consta de la combinación de harina de torta de semilla de algodón con harina de maíz y con ello, se mejora la calidad de los alimentos disponibles en Centroamérica. (INCAP/OPS, 1961)

Para INCAP y OPS (1973) las mezclas vegetales se conforman por la combinación de un cereal y una leguminosa, para obtener como resultado un alimento con buen contenido proteico que disminuya la desnutrición de este tipo en los niños, ya que se considera como una de las razones más frecuentes de mortalidad y morbilidad.

### **1.5.2. Productos líquidos con base en semillas**

Debido a la vida moderna, las personas se han interesado por consumir alimentos que aporten bajo contenido calórico y fáciles de digerir, con el fin de poderlos consumir fácilmente. No solo las personas que son vegetarianas pueden consumirlo, si no también personas intolerantes a la lactosa y que buscan una alternativa saludable para cumplir con el requerimiento dietético. La ventaja es que las legumbres o cereales, aportan un alto contenido de minerales, vitaminas, ácidos grasos, aminoácidos y otras sustancias, estas mismas fortalecen el sistema inmune, al funcionamiento del sistema nervioso y circulatorio, y a la actividad mental.

Para producir una bebida a base de semillas, normalmente se tritura el cereal o semilla en sí, luego se le agregan los complementos y agua, tanto para mejorar el sabor como su vida de anaquel. Estas bebidas de origen vegetal muchas veces son mejores que las de origen animal por la cantidad de nutrientes que aportan al consumidor. (Soteras, 2011)

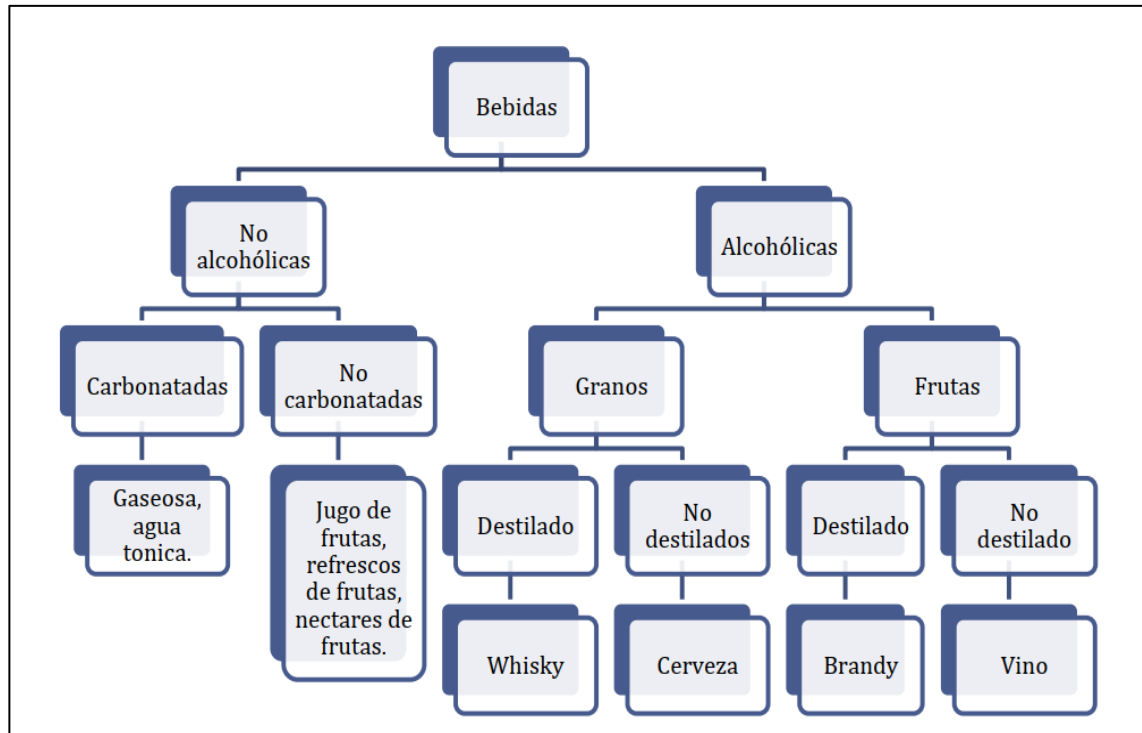
## **1.6. Producción de bebidas**

Dentro de la producción de bebidas, se pueden mencionar los siguientes temas.

### **1.6.1. Tipos de bebidas**

La industria alimenticia se divide en diferentes ramas, dentro de las más importantes se puede mencionar la manufacturación de bebidas. El crecimiento de esta rama de la industria alimenticia se debe a la alta demanda en el mercado y a continuación, se muestra la clasificación de las bebidas. (Jacomé, 2013)

Figura 3. **Categorización de bebidas**



Fuente: Jacomé (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (Justicia spicigera)*.

### 1.6.2. Especificaciones técnicas

Según Barrios (2017), se consideran como especificaciones técnicas al documento que describe las características de un producto en específico y las muestra clara y concretamente, para asegurar que la información sea la correcta. Normalmente las especificaciones técnicas se conocen como ficha técnica. La información contenida en la ficha técnica se usa como referencia y control de la empresa, cuando se tienen clientes que la requieren o proveedores que la proporcionan. La ficha técnica sirve como referencia para realizar el control de calidad que corresponde a la materia prima, material de empaque, producto, entre otros; que ingresan o salen de la empresa.

Según Barrios (2017), la ficha técnica debe presentar la siguiente información:

- Nombre del producto: es el nombre con el cuál se va a sacar al mercado el producto.
- Descripción: con base en lo establecido en el Reglamento Técnico Centroamericano, se detalla una descripción del producto.
- Presentación: esto corresponde al contenido del producto, es decir el peso que corresponde al tamaño con el que se desea comercializar. La unidad de medición varía en según el tipo de producto si son productos líquidos como bebidas se coloca en mililitros y en el caso de productos secos se coloca en gramos.
- Nombre y dirección del fabricante: en este apartado se coloca el nombre de la empresa donde se elaboró el producto, asimismo como la dirección exacta y en la ciudad que se encuentra.
- Etiquetado nutricional: se detalla con base en la legislación que corresponde, en este caso el Reglamento Técnico Centroamericano de etiquetado.
- Empaque: es el tipo de envase que va a contener el producto, se detalla describiendo sus características como la capacidad, el tipo de material del cual está hecho y si necesita sellarse o no.

- Características organolépticas: se describen todas las características del producto que se pueden percibir por los sentidos, por ejemplo: olor, color, sabor y textura.
- Condiciones de almacenamiento/distribución: es aquella información relacionada al manejo del producto para que no se dañe mediante el cumplimiento de las condiciones básicas que permitan garantizar la inocuidad y calidad de este, durante su distribución o almacenamiento.
- Formulación: es la cantidad detallada de cada ingrediente, se puede expresar como porcentaje en función del peso del producto y su rendimiento cuando se suman todos los ingredientes.
- Diagrama de proceso de la elaboración del producto: se describen los pasos a seguir para elaborar el producto y empacarlo, dentro de esto se incluye el equipo, materia prima, material de empaque y herramientas a utilizar, asimismo debe incluir los parámetros, los puntos de control y los puntos críticos de control.
- Precio costo y valor sugerido de venta: este se determina en función de los precios de la mano de obra, los ingredientes, el deterioro de la maquinaria e infraestructura, los volúmenes de producción, los canales de distribución y el número de producciones.
- Ingredientes: es el listado de todos los componentes e ingredientes que conforman al producto en sí, se colocan en el orden de los ingredientes corresponde a la cantidad de cada uno, se colocan de mayor a menor proporción.

- Instrucciones de consumo: si el alimento lo requiere debe indicar su proceso de preparación para su consumo.
- Tiempo de vida útil: es el tiempo en el cual el producto va a conservar la calidad, la cual podría disminuir tolerablemente y se descarta en el momento que no se aceptan alguno de sus parámetros.
- Declaración de alérgenos: si en dado caso el alimento contiene alguno de los 14 tipos de alérgenos, estos deben ser declarados según lo indicado en el Reglamento Técnico Centroamericano.

### 1.6.3. Preservación de bebidas a bajas temperaturas

Este método de conservación reduce la actividad de los microorganismos y enzimática, con el fin de alargar la vida de anaquel de los alimentos sin afectar drásticamente sus características químicas y físicas cuando se someten a condiciones de baja temperatura. (Domínguez, 2017)

Tabla IV. **Metodologías de conservación a bajas temperaturas**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
<b>Refrigeración</b>	Método de conservación donde el alimento se mantiene a temperaturas bajas por encima de los 0 °C, la vida útil del alimento depende netamente del alimento, su procesamiento y el tipo de empaque.
<b>Congelación</b>	El alimento se mantiene a temperaturas menores a la de congelación (0 °C), se alarga la vida de anaquel por mayor tiempo en comparación con la refrigeración, ya que retrasa los cambios químicos, físicos y

Continuación tabla IV.

	microbiológicos. Normalmente la temperatura promedio de almacenamiento oscila entre -18 °C a -35 °C.
<b>Ultracongelación</b>	El alimento se congela en menor tiempo a una temperatura más baja que en la congelación, aproximadamente -40 °C por 120 minutos, este método ayuda a conservar la estructura física de los alimentos.

Fuente: Domínguez (2017). *Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de teberinto (Moringa oleífera)*.

#### 1.6.4. Preservación de bebidas a altas temperaturas

Son los métodos utilizados para eliminar o reducir los microorganismos patógenos y sus esporas, aplicando altas temperaturas. (Domínguez, 2017)

Tabla V. **Métodos de conservación a altas temperaturas**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
<b>Pasteurización</b>	Consta de la eliminación parcial o reducción de microorganismos, mediante el calentamiento de un alimento en un intervalo de temperatura de 65 a 130°C aproximadamente, por un período de tiempo (depende del tipo de pasteurización y el tipo de alimento) y luego, se enfría rápidamente para evitar la zona de riesgo para el crecimiento de los microorganismos patógenos.
<b>Esterilización comercial</b>	Este método es un tratamiento térmico, que permite eliminar por completo todos los microorganismos patógenos y no patógenos, se aplican altas temperaturas por un cierto período de tiempo según el tipo de alimento. El método se

Continuación tabla V.

---

	aplica sobre el alimento ya envasado, y permite alargar su vida de anaquel.
<b>Uperización</b>	Se le conoce así a la pasteurización UHT (ultra high temperature), esta permite almacenar el alimento a condiciones ambiente por un largo período de tiempo. Se aplican altas temperaturas por inyección de vapor eliminando las bacterias y sus esporas.
<b>Ebullición</b>	El tiempo de conservación de los alimentos que se someten a este tratamiento, se conservan alrededor de 4 a 10 días. En este método los alimentos son sometidos a temperaturas de ebullición por períodos variables, para asegurar que la mayor parte de la flora microbiana es destruida.

---

Fuente: Domínguez (2017). *Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de teberinto (Moringa oleífera)*.

### **1.6.5. Aditivos y conservantes**

Según Mañumel (2015), se les considera así a aquellas sustancias que se adicionan intencionalmente a bebidas y alimentos, con el fin de que sus propiedades iniciales se preserven, evitando que microorganismos y procesos de oxidación las alteren. Estas sustancias también se utilizan para estabilizar y modificar las características organolépticas y físicas de los alimentos.

### **1.7. Requerimientos nutricionales**

Según el INCAP y OPS (2012), a las cantidades de nutrientes y energía que los alimentos deben suministrar a los individuos de una población para



satisfacer sus necesidades nutricionales, se le llama recomendaciones dietéticas diarias (RDD).

## **1.8. Mezclado**

Para Barrios (2017), es el proceso que corresponde a la combinación de los ingredientes o materia prima que se colocan dentro de un solvente con el objetivo de obtener una mezcla homogénea, lo cual permite obtener un producto final más llamativo y con mejor aporte nutricional para el consumidor.

### **1.8.1. Mezclado de alimentos fluidos**

Al momento de mezclar los alimentos es necesario que esté mezclado sea intenso, debido a que la consistencia de la mayoría es como la de un fluido no newtoniano y por ello, cambia en función de la velocidad de agitación. (Colina, 2017)

### **1.8.2. Tipos de fluidos**

Existen dos clasificaciones de fluidos, los cuales son: fluidos newtonianos y fluidos no newtonianos. A continuación, se muestra una breve explicación de estos.

#### **1.8.2.1. Fluidos newtonianos**

Según Colina (2017), se consideran a aquellos alimentos cuya viscosidad es constante en función del tiempo, ni la agitación, solamente depende de la composición y la temperatura. Dentro de estos alimentos se puede mencionar: vino, agua, leche, entre otros.

### **1.8.2.2. Fluidos no newtonianos**

Se consideran a aquellos alimentos cuya viscosidad no es constante en función del tiempo. Estos se dividen en viscoelásticos y pseudoplásticos, dilatantes y tixotrópicos. (Colina, 2017)

### **1.8.3. Mezclado de líquidos de mediana y baja viscosidad**

Para Colina (2017), durante el mezclado la solubilidad y la viscosidad son las propiedades físicas que más afectan. Cuando la viscosidad del fluido es baja, se debe someter dicho fluido a una turbulencia para que el mezclado sea más homogéneo.

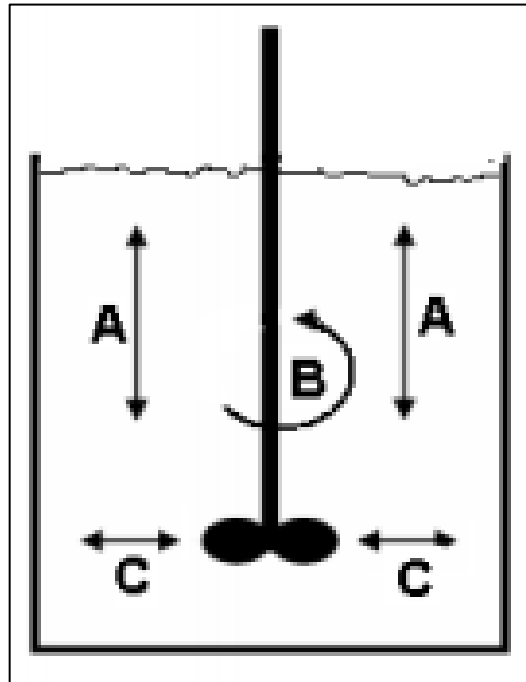
Las mezcladoras utilizadas para líquidos pueden ser abiertas o cerradas, donde las partes que lo conforman son: un tanque o recipiente, un agitador que se encuentra colgado en la parte de arriba del tanque. Al momento de diseñar el tanque de mezclado se deben evitar los bordes rectos, por ello es mejor tener un fondo redondeado para que las corrientes del fluido penetren de tal forma que el mezclado sea homogéneo. (Colina, 2017)

#### **1.8.3.1. Componentes de velocidad**

- Velocidad longitudinal A: esta velocidad es aquella que se ejerce paralelamente al eje de la mezcladora.
- Velocidad rotacional B: esta velocidad es aquella que se ejerce tangencialmente al eje de la mezcladora.

- Velocidad radial C: esta velocidad es ejercida de forma perpendicular al eje de la mezcladora.

Figura 4. Componentes de velocidad en una mezcladora



Fuente: Colina (2017). *Mezclado de alimentos fluidos*.

Según Colina (2017) las velocidades A (longitudinal y radial) son las que más influyen en la mezcla, mientras que la velocidad B (rotacional) es la que produce el flujo laminar que forma remolinos o vórtices, pero el líquido no se mezcla y podría atrapar aire, lo cual no se desea.

Por otra parte, el autor plantea que, para evitar la formación de remolinos o vórtices, para garantizar un mezclado eficiente se puede colocar el agitador desplazado del centro del tanque o inclinado dentro del tanque o agregando baffles (placas deflectoras), estos baffles permiten un mejor mezclado al aumentar la turbulencia en el fluido mezcladoras para líquidos de baja y media viscosidad

- Mezcladoras de paletas o palas

Es la más común, ya que únicamente consiste en una hoja plana que está sostenida en el eje de rotación y puede girar a velocidades en un intervalo de 20 y 150 RPM.

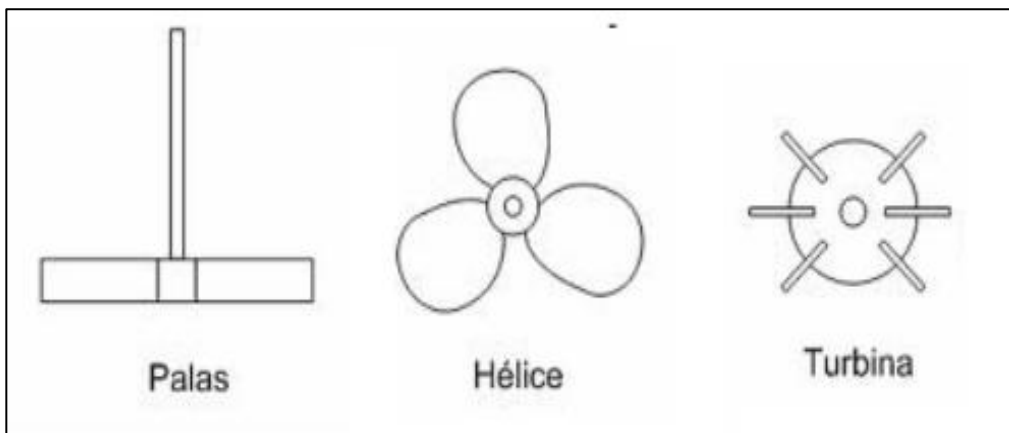
- Mezcladoras de hélice

Son utilizadas para líquidos poco viscosos, ya que puede producir corrientes rotatorias y axiales; para evitar remolinos, esta mezcladora suele montarse inclinada o fuera del centro.

- Mezcladoras de turbina

Está compuesta por hojas que están incrustadas sobre un rodete. El líquido se mueve a velocidades desde 30 a 500 RPM, aproximadamente e impulsa al líquido radialmente contra las paredes del tanque.

Figura 5. **Mezcladoras para líquidos de baja y media viscosidad**



Fuente: Colina (2017). *Mezclado de alimentos fluidos*.

Tabla VI. **Ventajas y desventajas de las mezcladoras para líquidos de baja y media viscosidad**

<b>Tipo de mezcladora</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>De paletas</b>	Es económica en comparación con el resto. Produce un buen flujo rotacional y radial.	El flujo perpendicular es escaso, y es muy probable de generar vórtices.
<b>De hélice</b>	Produce un buen flujo tanto rotacional, como longitudinal y radialmente.	En comparación con la mezcladora de paletas es más cara.
<b>De turbina</b>	Mezcla muy bien.	Existen riesgos de que se atasque y es más cara que el resto.

Fuente: Colina (2017). *Mezclado de alimentos fluidos*.

## **1.9. Métodos de análisis para el desarrollo de una bebida**

Existen diferentes métodos de análisis al momento de desarrollar una bebida, en este caso se menciona el análisis físico, bromatológico, sensorial, microbiológico y los análisis estadísticos.

### **1.9.1. Análisis físico**

Según Domínguez (2017), es la evaluación de las características físicas del alimento sin alterar su composición, dichas características se pueden

modificar en función de la necesidad de cada persona ya que pueden cortarse, y desde ese momento provocan cambios como: forma, densidad, color, olor, viscosidad, solubilidad, entre otros.

### **1.9.2. Análisis bromatológico**

Según Barrios (2017) es el análisis que se le realiza a los alimentos para conocer la naturaleza, su composición química y como se ve afectado bajo diferentes condiciones. Es de suma importancia, ya que se centra en el estudio de los alimentos desde diferentes perspectivas tomando en cuenta desde la materia prima, su producción, comercialización y consumo.

Este autor plantea que en la bromatología se incluyen los siguientes aspectos:

- Química y bioquímica de los alimentos: describe los cambios y reacciones que se llevan a cabo cuando los componentes de un producto entran en contacto, toma en cuenta la estructura y las propiedades de cada componente.
- Análisis de los alimentos: se relaciona con el control de calidad, para esto se aplican los principios, métodos y técnicas analíticas que permitan determinar cualitativa y cuantitativamente los componentes del producto alimenticio.
- Microbiología de los alimentos: sirve para caracterizar la presencia y/o actividad de microorganismos en el alimento, ya sea que afecten positiva o negativamente. Asimismo, es necesario conocer si hay o no microorganismos patógenos que puedan afectar al consumidor.

- Tecnología de los alimentos: es la aplicación de todos los pasos a seguir para elaborar un alimento de calidad, según los estándares establecidos.
- Dietética: se encarga de producir alimentos que puedan satisfacer los nutrientes que requieren los diferentes grupos de la población para que tengan la alimentación adecuada. En este se relacionan las proporciones de cada uno de los ingredientes y el procesamiento para obtener el producto como tal.

### 1.10. Criterios microbiológicos

Según el Reglamento Técnico Centroamericano (2018), una bebida a base de cereales debe cumplir con lo siguiente.

Tabla VII. **Criterios microbiológicos de bebidas a base de cereales**

<b>Parámetro</b>	<b>Límite permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NPM/g o < 10 UFC/g
Salmonella spp.	Ausencia/25 g

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano (2018). *Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos.*

### 1.11. Análisis sensorial

Según Belloso (2017), el análisis sensorial es definido como una disciplina científica que se utiliza para medir, analizar e interpretar la percepción de las características que constituyen a un nuevo alimento y esto se percibe mediante

los sentidos del gusto, olfato, tacto, vista y oído. A partir de este análisis sensorial, se puede medir el nivel de aceptabilidad de un producto que se ve respaldado por los análisis físicos, químicos y bromatológicos.

Tabla VIII. **Metodología para análisis sensorial**

<b>Análisis</b>	<b>Descripción del método</b>	<b>Metodología</b>
<b>Visual</b>	Se evalúan todas las características que pueden ser percibidas por la vista como: el color, la forma, el tamaño del alimento, opacidad, brillo, turbidez y transparencia.	Un grupo de panelistas realizan los análisis sensoriales, y se comparan los resultados entre las diferentes muestras.
<b>Olor</b>	Es la estimulación que se percibe al momento de inhalar, esto previene que cualquier sustancia que produzca un olor volátil.	
<b>Sabor</b>	Es la percepción que se genera mediante la conexión entre el sentido del olfato y del gusto, los sabores se perciben en las diferentes secciones de la lengua.	
<b>Aroma</b>	Se le conoce así a la esencia que estimula el sentido del olfato, en este caso la esencia del alimento.	

Fuente: Domínguez (2017). *Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de teberinto (Moringa oleífera)*.

### 1.11.1. Prueba hedónica

Es la prueba que se aplica para saber qué tanto le agrada o desagrade un producto, esta prueba utiliza escalas cualitativas que describen aceptación o rechazo y se utilizan las frases como; me gusta muchísimo o no me agrada, ni me desagrade o me disgusta muchísimo. Las personas que prueban el alimento,



es decir, los panelistas escogen una opción para poder analizar sus respuestas (Belloso, 2017).

### **1.11.2. Análisis estadístico para la aceptación del análisis sensorial**

Para la realización de este análisis se utilizan encuestas, en donde se colocan interrogantes y se permiten registrar datos, para conocer la opinión respecto a un alimento, donde aquí se incluye la escala hedónica que va con base en el análisis organoléptico. (Domínguez, 2017)

## **1.12. Pruebas POST-HOC**

Son las pruebas que permiten determinar las medias que difieren. La prueba de rango POST-HOC ayuda a poder diferenciar medias entre sí, cuando es muy difícil hacerlo dentro de subconjuntos homogéneos. (SEFO, 2019)

### **1.12.1. Prueba de Tukey**

Esta prueba es utilizada para experimentos que tienen una cantidad muy grande de comparaciones. (SEFO, 2019)

### **1.12.2. Prueba de Scheffé**

Se relaciona con la prueba de análisis de varianza, y es incluida dentro del grupo de pruebas que se llaman de comparaciones múltiples. Esta prueba es aplicada para realizar comparaciones múltiples con base en las medias de grupos. (SEFO, 2019)

### **1.12.3. Método de la diferencia mínima de Fisher**

Con este método se calcula la diferencia crítica que permite comparar cada par de promedios, también se pueden construir intervalos de confianza para las diferencias por pares y utiliza tasas de error individuales. (SEFO, 2019)

### **1.12.4. Prueba del rango múltiple (Duncan)**

Realiza la prueba entre las medias, iniciando con la media mayor contra la segunda más grande, y así repetidamente, compara cada caso con un valor crítico que se obtiene por tablas. (SEFO, 2019)

### **1.12.5. Prueba de Bonferroni**

Es un método que es empleado para controlar el nivel de confianza para un conjunto de intervalos. (SEFO, 2019)

## 2. DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se muestran las fases que comprenden el desarrollo de la investigación.

### 2.1. Proceso de elaboración de bebida




Dentro del proceso de la elaboración de la bebida se menciona lo siguiente:

#### 2.1.1. Determinación de número de formulaciones y su composición

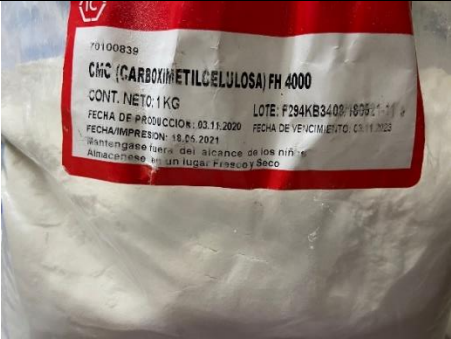
Para establecer el número de posibles formulaciones y la composición de estas, se realizó lo siguiente:

- *Análisis funcional de los ingredientes:* se investigó la función de los ingredientes que podrían conformar al producto final y con ello establecer qué tan indispensables eran. En este caso se consideraron como ingredientes: leche entera en polvo, proteína de cebada en polvo, cocoa en polvo sin azúcar y carboximetilcelulosa; como se muestra en la tabla IX.

Tabla IX. **Ingredientes seleccionados**

<b>Ingredientes</b>	<b>Función</b>	<b>Ilustración</b>
<b>Leche en polvo</b>	<p>Le da una mejor consistencia a la bebida, con el fin de que se obtenga un resultado homogéneo necesitando únicamente agua como solvente.</p>	
<b>Proteína de cebada</b>	<p>Al ser el tema de la investigación, fue el ingrediente principal que se necesitaba aprovechar y entorno al cual se realizaron las diferentes pruebas. Además, ayuda a complementar la dosis diaria recomendada de proteína.</p>	
<b>Cocoa en polvo sin azúcar</b>	<p>Fue seleccionada para encubrir el olor y sabor característicos de la cebada, al ser del mismo color de la cebada da la impresión de ser una bebida de chocolate.</p>	

Continuación tabla IX.

<b>CMC</b>	Proporciona una viscosidad estable y con ello, evita la turbidez de la bebida.	
------------	--	--

Fuente: elaboración propia.

- *Límites permisibles:* se indagaron los límites permisibles de cada uno de los ingredientes, según el Reglamento Técnico Centroamericano, no hay datos que indiquen un máximo de consumo para cada uno de los ingredientes. Por lo tanto, se tomó en cuenta la ingesta diaria recomendada y máxima de proteína según el INCAP.

Tabla X. Recomendación diaria de proteínas según edad, sexo y estado fisiológico

Edad	Ingestión Recomendada			
	Proteína de Buena Calidad <sup>2</sup>		Proteína de Dieta Mixta <sup>3</sup>	
NIÑOS (AS)	g/kg/día	g/día	g/kg/día	g/día
3 - 5.9 meses	1.85	13	2.5	17
6 - 8.9 meses	1.65	14	2.2	18
9 - 11.9 meses	1.50	14	2.0	19
1 - 1.9 años	1.20	13	1.6	18
2 - 2.9 años	1.15	15	1.55	21
3 - 4.9 años	1.10	18	1.5	25
5 - 12.0 años	1.00	20-35	1.35	27-47
<b>HOMBRES</b>				
12 - 13.9 años	1.00	42	1.35	57
14 - 15.9 años	0.95	49	1.3	68
16 - 17.9 años	0.90	56	1.2	74
18 y más años	0.75	51	1.0	68
<b>MUJERES</b>				
12 - 13.9 años	0.95	41	1.3	56
14 - 15.9 años	0.90	43	1.2	58
16 - 17.9 años	0.80	40	1.1	55
18 y más años	0.75	40	1.0	53
<b>CANTIDAD ADICIONAL DE PROTEÍNA POR DÍA(S)</b>				
● Embarazo	6		8	
● Lactancia primeros 6 meses	17		23	
● Lactancia más de 6 meses	12		16	

Fuente: INCAP (1995). *Nutrición básica: Proteínas y Energía*.

- *Número de posibles formulaciones y sus combinaciones:* a partir de los límites permisibles de los ingredientes, la ingesta diaria recomendada y máxima de la proteína, se estableció el intervalo porcentual de la proteína

de un mínimo a un máximo como se observa en la Tabla X. Con respecto a la carboximetilcelulosa y el cacao, se tomaron como valores fijos los porcentajes de composición; variando únicamente la cantidad de leche en polvo en función del contenido de proteína.

Tabla XI. **Intervalo porcentual de proteína para formulaciones**

<b>Ingrediente</b>	<b>Límite mínimo</b>	<b>Límite máximo</b>
<b>Proteína de cebada</b>	2.00 %	7.00 %

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Elaboración de bebida a base de proteína de cebada**

Con base en la cantidad de las posibles formulaciones y su composición, se elaboraron las bebidas que cumplan con las condiciones deseadas.

A continuación, se presenta la tabla XI donde se muestran la composición en porcentaje de los ingredientes que constituyen las diferentes formulaciones por elaborar.

Tabla XII. **Posibles formulaciones**

Ingredientes	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación
	1	2	3	4	5	6
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
<b>Leche en polvo</b>	94.80 %	93.80 %	92.80 %	91.80 %	90.80 %	89.80 %
<b>Proteína de cebada</b>	2.00 %	3.00 %	4.00 %	5.00 %	6.00 %	7.00 %
<b>Cocoa en polvo sin azúcar</b>	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %
<b>CMC</b>	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %
<b>Total</b>	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %

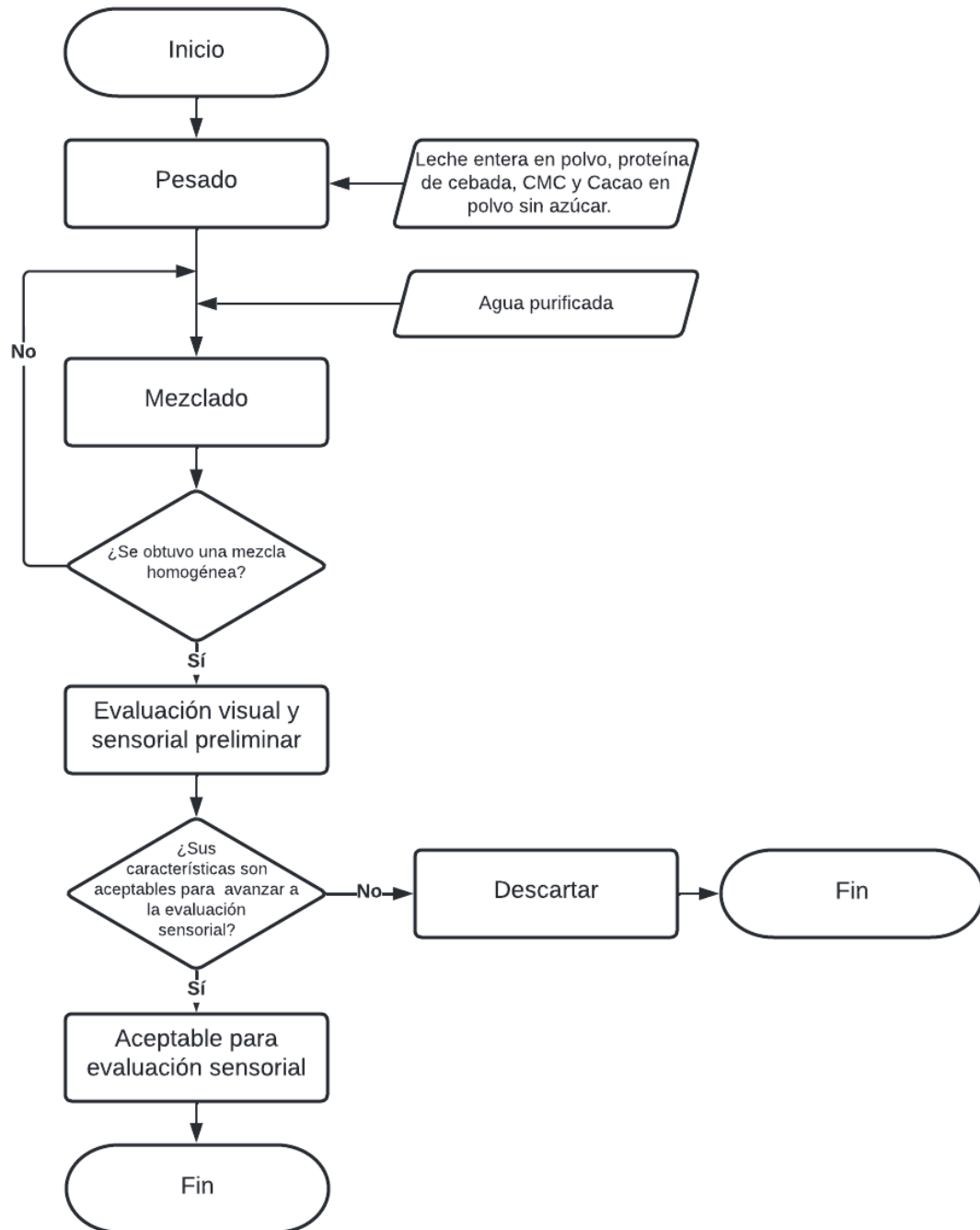
Fuente: elaboración propia.

A partir de las diferentes composiciones de las formulaciones, se elaboraron las bebidas a base de proteína de cebada a nivel laboratorio cumpliendo con los siguientes pasos:

- *Pesado:* se realizó el pesado de cada uno de los ingredientes para una formulación equivalente de 10 gramos de sólidos.
- *Mezclado:* se disolvieron las diferentes formulaciones con agua purificada hasta obtener una mezcla homogénea y para ello, se utilizaron 50 mL.
- *Evaluación visual:* se llevó a cabo un análisis visual de las características de las diferentes formulaciones, para determinar cuáles se descartarían.



Figura 6. Proceso de elaboración de bebida a base de proteína de cebada



Fuente: elaboración propia, empleando Lucidchart.

### 2.1.3. Evaluación de costos

A continuación, en la Tabla XII se presentan los costos en quetzales de la materia prima según la presentación en la que puede adquirirse y las unidades de medida que le corresponde a cada una.

Tabla XIII. Costos de materia prima

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo</b>	<b>Q/unidad de medida</b>
<b>Leche entera en polvo</b>	360	g	Q 22.00	Q/g 0.06
<b>Proteína de cebada</b>	1000	g	Q 75.64	Q/g 0.08
<b>Cocoa en polvo sin azúcar</b>	652	g	Q 73.95	Q/g 0.11
<b>CMC</b>	1000	g	Q 89.25	Q/g 0.09
<b>Agua purificada</b>	19.8	L	Q 16.00	Q/L 0.81
<b>Total</b>			<b>Q 276.84</b>	

Fuente: elaboración propia.

Se realizó un análisis de costos de las diferentes formulaciones proponiendo la preparación de un litro de la bebida de proteína de cebada, lo cual es equivalente a 200 gramos de la mezcla de los ingredientes sólidos y da como resultado los datos de la tabla XIII.

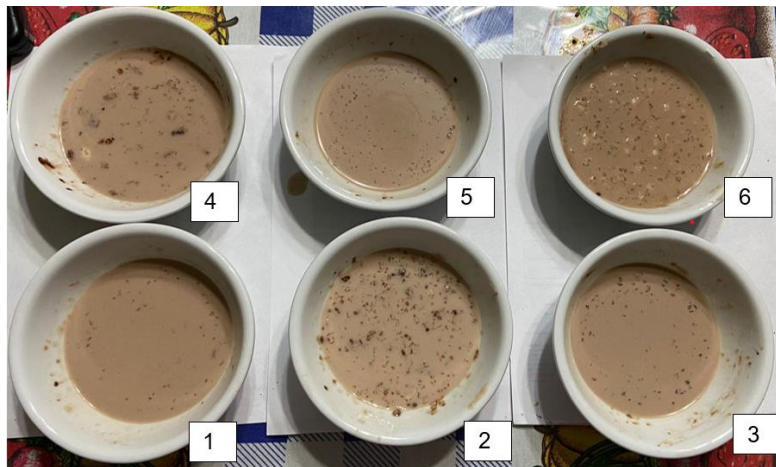
Tabla XIV. **Evaluación de costos de formulaciones**

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5	Formulación 6
Ingredientes	Porcentaje de proteína (2 %)	Porcentaje de proteína (3 %)	Porcentaje de proteína (4 %)	Porcentaje de proteína (5 %)	Porcentaje de proteína (6 %)	Porcentaje de proteína (7 %)
Leche entera en polvo	Q 11.59	Q 11.46	Q 11.34	Q 11.22	Q 11.10	Q 10.98
Proteína de cebada	Q 0.30	Q 0.45	Q 0.61	Q 0.76	Q 0.91	Q 1.06
Cocoa en polvo sin azúcar	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68
CMC	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36
Agua purificada	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81
<b>Total</b>	<b>Q 13.73</b>	<b>Q 13.76</b>	<b>Q 13.79</b>	<b>Q 13.82</b>	<b>Q 13.85</b>	<b>Q 13.88</b>

Fuente: elaboración propia.

Con base en la evaluación de costos, se pudieron validar las formulaciones que cumplieron con los aspectos visuales y sus características para ser presentadas en la evaluación sensorial (ver figura 8), las cuales fueron las del 2 %, 4 % y 6 % de contenido de proteína de cebada. Dichas formulaciones, pueden considerarse como los puntos medios con menor costo ya que a medida que aumenta la cantidad de proteína de cebada contenida en la bebida, mayor será el costo de producción.

Figura 7. **Evaluación visual de posibles formulaciones**



Fuente: [Fotografía de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular. Guatemala

## **2.2. Evaluación sensorial**

Se evaluaron mediante un panel sensorial las 3 formulaciones que contenían 2, 4 y 6 % de proteína de cebada para determinar la formulación mayor aceptabilidad.

### **2.2.1. Preparación de muestras**

Se preparó 1 litro de cada una de las formulaciones cumpliendo con las cantidades de cada uno de los ingredientes sólidos para obtener una muestra de 200 gramos por cada una de las bebidas. Se agitaron constantemente las bebidas, para evitar la sedimentación del cacao y así, siempre presentar la misma bebida a cada uno de los panelistas.

Se asignaron tres números aleatorios de 3 dígitos para cada muestra de bebida, tomando en cuenta no repetir ningún número. Se colocó en cada vasito una muestra de volumen similar de cada formulación de bebida, se alternó el orden de presentación de las muestras para cada panelista.

### 2.2.2. Panel sensorial

Se realizó la evaluación con un grupo de 40 panelistas no entrenados. Los requisitos para participar fueron no haber consumido alimentos, café o té, masticado chicle o haberse lavado los dientes 30 minutos antes de la evaluación, no utilizar perfume, no padecer de alguna enfermedad que pueda disminuir el sentido del olfato y el gusto, no ser intolerantes a la lactosa, en el caso de mujeres no estar embarazadas. Los panelistas estaban separados entre sí, de manera que se mantuviera el distanciamiento social y evitar interferencias entre ellos (ver figura 9).

Figura 8. **Separación entre panelistas**



Fuente: Fuente: [Fotografía de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular.  
Guatemala.

Se les entregaron tres muestras, una por cada formulación debidamente identificadas (ver figura 10). A los panelistas se les indicó cómo realizar la evaluación y la forma en que debían llenar el formulario (ver Figura 11). Y se les informó que no existían respuestas correctas o incorrectas, ya que debían responder de acuerdo con lo que percibían con la mayor honestidad posible.

Figura 9. Presentación de las muestras



Fuente: Fuente: [Fotografía de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular. Guatemala.

Figura 10. Formulario de panel sensorial

PRODUCTO: Bebida con proteína de cabada      FECHA: 19-5-2022

NOMBRE: *Dulce de leche de queso Dobos*

Instrucciones: A continuación, se le presentan tres muestras de bebidas identificadas con un número, evalúelas según las características indicadas. Elija para cada característica una calificación de acuerdo a su gusto.

Variable: APARENCIA  
Muestra: 900

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 839

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 209

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Variable: CONSISTENCIA  
Muestra: 900

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 839

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 209

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Variable: OLOR  
Muestra: 900

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 839

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Muestra: 209

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios:

Continuación figura 10.

Variable: **SABOR**  
Muestra: 900

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	<del>Me gusta mucho</del>	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	---------------------------	-------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra: 839

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	<del>Me gusta extremadamente</del>
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	------------------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra: 209

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
----------------------------	-------------------	---------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------	------------------------	----------------	-------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

¿Cuál de las muestras prefiere?

<input type="checkbox"/>	900
<input checked="" type="checkbox"/>	839
<input type="checkbox"/>	209

Fuente: [Fotografía de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular. Guatemala

Para la medición de la aceptación se utilizó una escala hedónica de 9 puntos que va desde el disgusto extremo hacia el máximo nivel de gusto, esto puede observarse en la tabla XIV. En el formulario se evaluaron los atributos de apariencia, consistencia, color, olor y sabor.

Tabla XV. Escala hedónica de 9 puntos

Escala	Puntos
Me disgusta exageradamente	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta levemente	4
No me gusta, ni me disgusta	5
Me gusta levemente	6
Me gusta moderadamente	7
Me gusta mucho	8
Me gusta exageradamente	9

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3. Análisis estadístico

Los datos obtenidos del análisis sensorial fueron tabulados en una hoja electrónica de Excel y como una previa al análisis estadístico aplicable a los resultados, fue necesario establecer la metodología y modelos de los datos según el tipo de variables, y para ello se tienen al análisis de varianza de un factor (ANOVA) para la prueba de Hipótesis F de Fisher y el método de Tukey-Kramer de comparaciones múltiples. A continuación, se muestra un resumen de la metodología para cada uno de estos.

- La prueba de hipótesis utilizando el parámetro F de Fisher se basa en el análisis de varianza de un solo factor. Para esto se calculan los datos en forma de la tabla XVI.

Tabla XVI. Cálculo de los parámetros estadísticos para la prueba de hipótesis de F de Fisher

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F de Fisher Calculada	F de Fisher Crítica
Entre grupos	$SSA = n \sum_{i=1}^K (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$	k-1	$S_1^2 = \frac{SSA}{k-1}$	$F = \frac{S_1^2}{S^2}$	$F_c(1 - \alpha, n - 2)$
Dentro de los grupos	$SSE = SST - SSA$	k(n-1)	$S^2 = \frac{SSE}{k(n-1)}$		
Total	$SST = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y})^2$	nk-1			

Fuente: Departamento de Estadística, Facultad de Ingeniería (2017). *Formulario Estadística 2*.

- Según Navidi (2006), el método de Tukey-Kramer está basado en la distribución de rango studentizado, en lugar de la distribución t de Student.



Dicha distribución tiene 2 grados de libertad como valores, que para el método de Tukey-Kramer son 1 y N-1.

Los intervalos de confianza simultáneos de Tukey-Kramer de nivel 100 (1- $\alpha$ ) % para todas las diferencias  $\mu_i - \mu_j$  son:

$$\mu_i - \mu_j = (\bar{X}_i - \bar{X}_j) \pm q_{1,N-1,\alpha} * \sqrt{\frac{MSE}{2} * \left(\frac{1}{J_i} + \frac{1}{J_j}\right)}$$

Ahora se tiene una confianza del 100(1- $\alpha$ ) % para los intervalos de confianza de Tukey-Kramer de que contengan el valor verdadero de la diferencia  $\mu_i - \mu_j$  para cada i y j.

Con el fin de probar todas las Hipótesis nulas simultáneas  $H_0: \mu_i - \mu_j = 0$ , los estadísticos de prueba son

$$\frac{(\bar{X}_i - \bar{X}_j)}{\sqrt{\frac{MSE}{2} * \left(\frac{1}{J_i} + \frac{1}{J_j}\right)}}$$

La probabilidad del evento de contraste (P-valor) para cada prueba se encuentra al consultar la tabla de la distribución de rango studentizado con 1 y N-1 grados de libertad.

$$|\bar{X}_i - \bar{X}_j| > q_{1,N-1,\alpha} * \sqrt{\frac{MSE}{2} * \left(\frac{1}{J_i} + \frac{1}{J_j}\right)}$$

La hipótesis nula  $H_0: \mu_i - \mu_j = 0$  se rechaza con un nivel de  $\alpha$ .

Con base en lo explicado anteriormente en la tabla XVI se puede observar el análisis estadístico aplicable a los resultados obtenidos del panel sensorial para cada uno de los parámetros evaluados, es decir: apariencia, consistencia,

color, olor y sabor. Cabe mencionar, que los resultados se analizaron con un nivel de significancia del 5 % para ambas metodologías.

Tabla XVII. **Análisis estadístico de evaluación sensorial**

Objetivo	Tipo de Análisis Estadístico	Hipótesis Nula	Hipótesis Alterna
Inferir la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad basada en sus propiedades sensoriales.	ANOVA	$\overline{x}_i^{\overline{v}} = \overline{x}_j^{\overline{v}}$ $F < F_c$	$\overline{x}_i^{\overline{v}} \neq \overline{x}_j^{\overline{v}}$ $F \geq F_c$
	TUKEY	$\frac{ \overline{X}_i - \overline{X}_j }{\sqrt{\frac{MSE}{2} * \left(\frac{1}{J_i} + \frac{1}{J_j}\right)}} \leq q_{1,N-1,\alpha}$	$\frac{ \overline{X}_i - \overline{X}_j }{\sqrt{\frac{MSE}{2} * \left(\frac{1}{J_i} + \frac{1}{J_j}\right)}} > q_{1,N-1,\alpha}$
<p>Con un nivel de significancia del 5%, se puede evaluar si existe o no diferencia significativa entre cada una de las formulaciones según el atributo evaluado.</p> <p>Con un nivel de significancia del 5%, se puede evaluar si existe una diferencia honestamente significativa entre los tratamientos llevados a cabo, en las cuales el factor de Fisher es mayor o igual al dato crítico.</p>			

Fuente: elaboración propia.

A continuación, en las tablas XVIII, XIX, XX y XXI se detallan los análisis de varianza de un factor realizados a los resultados obtenidos del panel sensorial por cada uno de los atributos evaluados con un nivel de significancia del 5 %.

Tabla XVIII. **Análisis de varianza de apariencia**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1.95	2.00	0.97	0.42	0.66	3.07
Dentro de los grupos	271.38	117.00	2.32			
Total	273.33	119.00				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Análisis de varianza de color**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.65	2.00	0.32	0.22	0.80	3.07
Dentro de los grupos	170.65	117.00	1.46			
<b>Total</b>	<b>171.30</b>	<b>119.00</b>				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Análisis de varianza de consistencia**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.65	2.00	3.33	1.66	0.19	3.07
Dentro de los grupos	233.85	117.00	2.00			
<b>Total</b>	<b>240.50</b>	<b>119.00</b>				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Análisis de varianza de olor**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1.82	2.00	0.91	0.56	0.57	3.07
Dentro de los grupos	190.78	117.00	1.63			
<b>Total</b>	<b>192.59</b>	<b>119.00</b>				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Análisis de varianza de sabor**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3.65	2.00	1.82	0.94	0.39	3.07
Dentro de los grupos	226.05	117.00	1.93			
<b>Total</b>	<b>229.70</b>	<b>119.00</b>				

Fuente: elaboración propia.

### **2.3. Evaluación nutricional y de control de calidad**

Los análisis fisicoquímicos y bromatológicos de la bebida a base de proteína de cebada con mayor aceptabilidad se realizaron con una entidad externa, por ello se prepararon las muestras necesarias para su análisis y los métodos de análisis utilizados según lo establecido por la entidad externa.

#### **2.3.1. Preparación de muestras**

Para los análisis fisicoquímicos fueron solicitados 100 gramos de muestra de la bebida por parte de la entidad externa, mientras que para el análisis químico proximal fueron solicitados 500 gramos. Para la preparación de las muestras, se pesaron cada uno de los ingredientes en base seca para obtener una muestra total de 600 gramos para poder enviarla al laboratorio, y esperar resultados.

#### **2.3.2. Métodos de análisis**

Debido a que la bebida a base de proteína de cebada se ha considerado como instantánea en polvo, se analizó la granulometría (retenido mesh) y humedad, los cuales fueron determinados por los métodos de tamizaje y termobalanza, respectivamente.

Asimismo, para el análisis químico proximal de la bebida a base de proteína de cebada se analizaron los carbohidratos solubles (ELN), cenizas, fibra cruda, grasa, y proteína. En la tabla XXIII se enlista la metodología utilizada para cada uno de los análisis por parte de la entidad externa.

Tabla XXIII. **Análisis químico proximal**

<b>Análisis</b>	<b>Metodología</b>	<b>Explicación</b>
Cenizas	Gravimetría	Se pesó la muestra en un crisol, se ingresó a una mufla a una temperatura de 600 °C por 45 minutos, seguidamente se ingresó a un desecador por 20 minutos. Se pesó el residuo de la calcinación.
Fibra Cruda	AOAC: 962.09	La muestra fue digerida con soluciones de hidróxido de sodio y ácido sulfúrico, para luego ser calcinada. La diferencia de pesos indicó la cantidad de fibra.
Grasa	Extracción Soxhlet	Se analizaron las grasas y aceites presentes en la muestra seca que fueron extraídos con disolvente orgánico para cuantificarlos utilizando el equipo de Soxhlet.
Proteína	AOAC 976.05	Se empleó el método de Kjeldahl, el cual evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido en presencia de un catalizador.
Carbohidratos Solubles (ELN)	Por fórmula	Se obtuvo como el resultado de restar a 100 los porcentajes calculados para cada nutriente.

Fuente: elaboración propia.



### 3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados que respaldan la presente investigación cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados:

- Número de posibles formulaciones

A partir del intervalo porcentual de proteína, se establecieron 6 posibles formulaciones como se muestra en la tabla XXIV, de dichas formulaciones se realizó una evaluación de costos como en la tabla XXV y un análisis visual (ver figura 12) para poder seleccionar las 3 formulaciones que se evaluaron en el panel sensorial, en este caso fueron las del 2, 4 y 6 %.

Tabla XXIV. Posibles formulaciones

Ingredientes	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación	Formulación
	1	2	3	4	5	6
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
Leche en polvo	94.80 %	93.80 %	92.80 %	91.80 %	90.80 %	89.80 %
Proteína de cebada	2.00 %	3.00 %	4.00 %	5.00 %	6.00 %	7.00 %
Cocoa en polvo sin azúcar	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %	3.00 %
CMC	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %	0.20 %
<b>Total</b>	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %

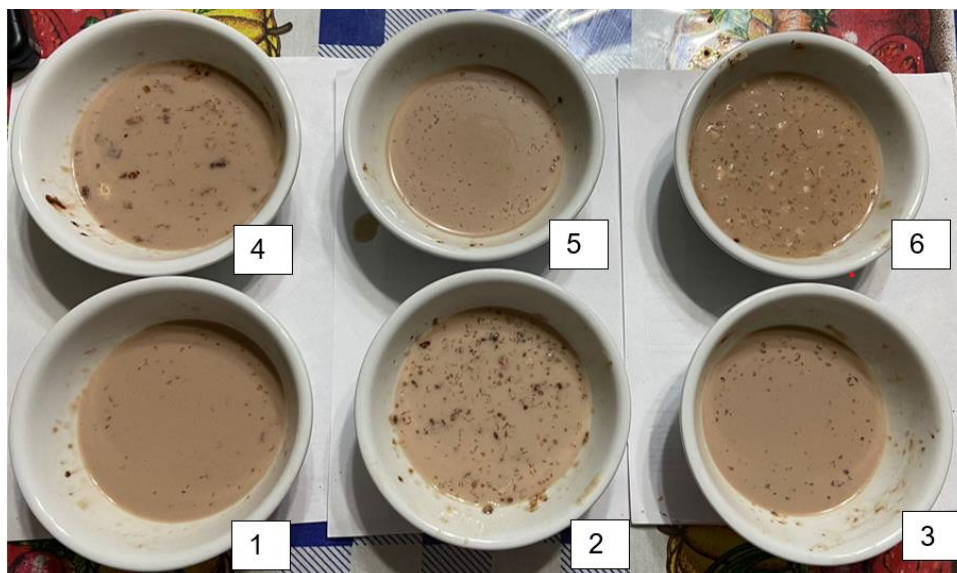
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Evaluación de costos de formulaciones

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4	Formulación 5	Formulación 6
Ingredientes	Porcentaje de proteína (2%)	Porcentaje de proteína (3%)	Porcentaje de proteína (4%)	Porcentaje de proteína (5%)	Porcentaje de proteína (6%)	Porcentaje de proteína (7%)
Leche entera en polvo	Q 11.59	Q 11.46	Q 11.34	Q 11.22	Q 11.10	Q 10.98
Proteína de cebada	Q 0.30	Q 0.45	Q 0.61	Q 0.76	Q 0.91	Q 1.06
Cocoa en polvo sin azúcar	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68	Q 0.68
CMC	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36	Q 0.36
Agua purificada	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81	Q 0.81
<b>Total</b>	<b>Q 13.73</b>	Q 13.76	<b>Q 13.79</b>	Q 13.82	<b>Q 13.85</b>	Q 13.88

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Análisis visual



Fuente: Fuente: [Fotografía de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular.  
Guatemala.



En la tabla XXVI, se presentan las tres formulaciones evaluadas en el panel sensorial para inferir la formulación con mayor aceptabilidad.

**Tabla XXVI. Formulaciones para análisis sensorial**

Ingredientes	Formulación 1	Formulación 3	Formulación 5
	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)	Porcentaje (%)
<b>Leche en polvo</b>	94.80 %	92.80 %	90.80 %
<b>Proteína de cebada</b>	2.00 %	4.00 %	6.00 %
<b>Cocoa en polvo sin azúcar</b>	3.00 %	3.00 %	3.00 %
<b>CMC</b>	0.20 %	0.20 %	0.20 %
<b>Total</b>	100.00 %	100.00 %	100.00 %

Fuente: elaboración propia.

- **Resultados análisis sensorial**

Se analizaron cada uno de los atributos evaluados en el panel sensorial mediante un análisis de varianza de un factor con un nivel de significancia del 5.00 % como se muestra en la tabla XXVII.

**Tabla XXVII. Análisis estadístico**

Atributo	Nivel de Significancia	Valor de P	Conclusión ANOVA
<b>Apariencia</b>	0.05	0.66	No hay diferencia significativa.
<b>Color</b>	0.05	0.80	No hay diferencia significativa.
<b>Consistencia</b>	0.05	0.19	No hay diferencia significativa.
<b>Olor</b>	0.05	0.57	No hay diferencia significativa.
<b>Sabor</b>	0.05	0.39	No hay diferencia significativa.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XXVIII, se muestra la selección de las personas con respecto a la formulación que preferían; lo cual es su equivalente a los porcentajes de la

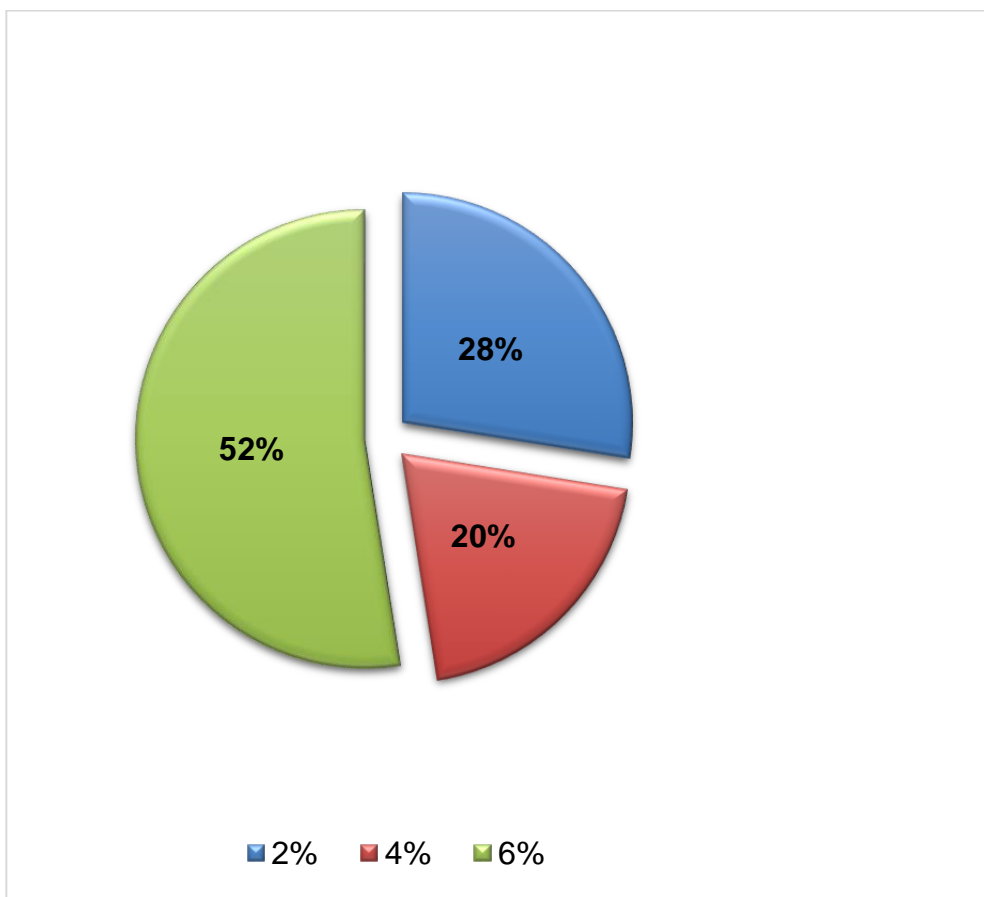
Figura 13 y se observa que la bebida de mayor aceptabilidad es la que contiene 6.00 % de proteína de cebada.

Tabla XXVIII. **Preferencia del panel sensorial**

Porcentaje de Proteína	2.00 %	4.00 %	6.00 %
Personas que lo preferían	11	8	21

Fuente: elaboración propia.

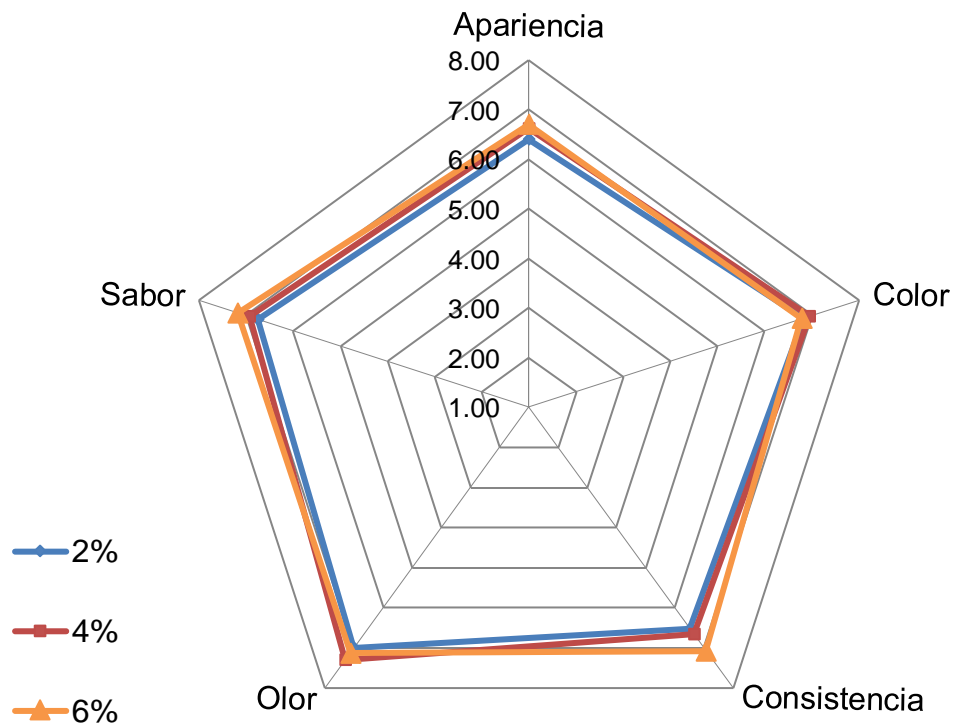
Figura 12. **Porcentaje de preferencia**



Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos del análisis sensorial, en la figura 14 se muestra la media calculada para cada uno de los atributos evaluados en las tres formulaciones, como lo son: apariencia, color, consistencia, olor y sabor.

Figura 13. **Gráfico radial de atributos**



Fuente: elaboración propia.

- Resultados de análisis fisicoquímicos y bromatológico

A la bebida con mayor aceptabilidad se le realizaron los análisis fisicoquímicos y bromatológicos respectivos, obteniendo los resultados de las tablas XXVIII y XXIX.

Tabla XXIX. **Análisis fisicoquímico**

<b>Análisis</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultado</b>
Granulometría	Determinado por tamizaje, mesh #100	30.76 %
Humedad	Termobalanza	5.09 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Análisis químico proximal**

<b>Análisis</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultado</b>
Cenizas	Gravimetría	2.80 %
Fibra Cruda	AOAC: 962.09	N.D.
Grasa	Extracción Soxhlet	2.36 %
Proteína	AOAC 976.05	10.90 %
Carbohidratos Solubles (ELN)	Por fórmula	79.01 %
Energía (Calorías)	Por fórmula	3611. 30 kcal/kg

Fuente: elaboración propia.

## 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el desarrollo de la bebida y estimar la cantidad de posibles formulaciones se tomó como criterio la variación del porcentaje de proteína de cebada presente en la bebida que cumpliera con la dosis diaria recomendada. Según INCAP (1995), existe proteína de buena calidad y proteína de dieta mixta, la proteína de buena calidad es aquella que incluye a los alimentos que son fuente de proteína de alta calidad nutricional como la leche, huevos, carne, quesos, mezclas vegetales; mientras, que la proteína de dieta mixta se encuentra en aquellos alimentos variados cuya proteína es de calidad intermedia. Con base en lo descrito previamente se consideró que la bebida contiene una proteína de dieta mixta, ya que los datos de ingestión recomendada varían según el tipo de proteína.

Asimismo, como se puede observar en la tabla XXIII solamente se utilizaron los ingredientes esenciales que permitieran tener una funcionalidad adecuada y que a su vez fueran aceptables para los consumidores potenciales. Como en el estudio de Acosta y Terán (2014), se consideró realizar una bebida funcional con todos los análisis de control de calidad al variar los porcentajes de la mezcla. Por ello no se utilizaron preservantes, colorantes, acidulantes o potenciadores de sabor.

Al estimar seis posibles formulaciones, se analizaron visual y económicamente para poder hacer una selección preliminar, y con ello, presentar las formulaciones ante un grupo de panelistas no entrenados para el análisis sensorial.

Considerando la preparación de un litro de bebida, se estimaron los costos correspondientes a la materia prima necesaria como se presenta en la tabla XXIV, el precio de la leche entera en polvo y la proteína de cebada fueron los ingredientes que marcaron la variación de precios, tomando como constantes el resto de los ingredientes.

El análisis visual de la figura 12, permitió la selección de las formulaciones considerando la presentación de la bebida, al momento de evaluar la homogeneidad de cada una, obteniendo una mejor apariencia las formulaciones 1, 3 y 5, que según costos corresponden a la formulación más económica, la que se encuentra en un punto medio y la segunda más costosa para el panel sensorial.

A partir de las formulaciones mostradas en la tabla XXV se evaluaron los atributos como apariencia, color, consistencia, olor y sabor de la bebida para el panel sensorial, donde los resultados obtenidos de este se obtuvieron de la escala hedónica de 9 puntos analizado estadísticamente mediante un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) como se presenta en la tabla XXVI, para determinar si existía diferencia significativa entre medias. Al comparar los valores obtenidos del análisis de varianza se observó que no existe diferencia significativa entre las muestras por cada uno de los atributos evaluados, esto con un nivel de significancia del 5 %.

Al no haber diferencia significativa entre los atributos, no fue fácil de identificar la formulación con mayor aceptabilidad. Por lo que fue necesario seleccionar la formulación con mayor preferencia por parte de los panelistas, donde la formulación con 6 % de proteína fue seleccionada por el 52 % de los panelistas como se establece en la tabla XXVII y figura 13, la cual es considerada como la formulación de mayor aceptabilidad y, por lo tanto, la formulación óptima.

Los resultados promedio de cada uno de los atributos para cada formulación, se ilustran en la Figura 14 mediante un gráfico radial sobresaliendo en apariencia, sabor y consistencia la formulación del 6 % de proteína, mientras que, en los atributos como color y olor sobresalió la formulación con 4 % de proteína. Sin embargo, se puede observar que la diferencia obtenida entre cada uno de los atributos es mínima ya que las líneas del gráfico se encuentran muy cercanas entre sí. El único atributo en el que se puede observar una brecha entre las formulaciones es para la consistencia, donde la formulación con el 6 % de proteína sobresale.

Como parte de los análisis de control de calidad se consideraron a los análisis fisicoquímicos y al análisis bromatológico. Debido a que la bebida es instantánea en polvo, se analizó sin disolver midiendo su granulometría y humedad, estas son evaluaciones de sus características físicas, ya que no alteran su composición. (Domínguez, 2017)

En la tabla XXVIII se exponen los resultados de los análisis fisicoquímicos, donde la granulometría se determinó por el método de tamizaje haciendo pasar al polvo a través de un mesh con numeración específica, dicho número indica la cantidad de hilos cruzados por cada pulgada cuadrada. El 69.24 % de la formulación de mayor aceptabilidad, es decir, la formulación con el 6 % de proteína de cebada tiene una granulometría menor al mesh # 100.

El porcentaje de humedad fue determinado por termobalanza obteniendo un resultado menor al 10 %, indicando que la formulación no se encuentra saturada lo cual es muy conveniente, ya que va a permitir prolongar el estado de conservación del alimento impidiendo que se desarrollen microorganismos y otras reacciones indeseables.

El análisis químico proximal o bromatológico, permitió conocer la composición química y nutricional de la bebida mostrado en la tabla XXIX, como parte del residuo inorgánico presente en el alimento se tiene a las cenizas cuya metodología utilizada fue gravimetría obteniendo un porcentaje menor al 5 %, al no ser un valor elevado no se sugiere que tenga un adulterante inorgánico que afecte la calidad del alimento.

Asimismo, con el análisis de cenizas se indica el contenido de minerales y materia orgánica, microelementos que cumplen funciones metabólicas que son importantes en el organismo; y como menciona Holden, Harnly y Beecher (2003), conjuntamente con el agua son los únicos componentes de los alimentos que no pueden oxidarse en el organismo para producir energía en comparación con la materia orgánica como proteínas, carbohidratos y grasas que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía.

No fue detectable fibra cruda dentro del alimento, es decir no se obtuvo ningún residuo obtenido tras el tratamiento de los vegetales, en este caso ninguno de los ingredientes de la bebida contiene fibra por lo que se podría considerar que la bebida no ayuda a mantener regulares los movimientos peristálticos intestinales y que de igual manera siempre es necesario fibra cruda en las dietas.

La materia orgánica, como lo es la grasa, proteína y carbohidratos solubles, constituye más del 90 % del contenido de la bebida, provocando de tal manera que la persona que la consuma obtenga un alto nivel energético. El contenido de carbohidratos solubles es lo que compone en mayor parte a la materia orgánica y es la razón por la cual la ingesta calórica es tan elevada. Sin embargo, los carbohidratos solubles son aquellos que ayudan a reducir los niveles de colesterol y a controlar el azúcar en la sangre.



Según las condiciones definidas en el Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.60:10 de *Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*, la bebida puede ser considerada un alimento bajo en grasa y que es fuente de proteína por los datos obtenidos para grasa y proteína.



## CONCLUSIONES

1. Se estiman seis posibles formulaciones, las cuales fueron comparadas visual y económicamente, para obtener las tres formulaciones presentadas ante un grupo de 40 panelistas no entrenados para el análisis sensorial.
2. Se infiere que la formulación con mayor aceptabilidad y, por lo tanto, la formulación óptima fue la que contiene un 6 % de proteína presentando un 52 % de aceptación, sobresaliendo en atributos como apariencia, sabor y consistencia.
3. La formulación óptima presenta aproximadamente el 70 % de aceptabilidad, con granulometría menor al mesh # 100 y una humedad del 5.09 %. Además, a partir de la caracterización bromatológica, la bebida se considera fuente de proteína.



## RECOMENDACIONES

1. Utilizar el procedimiento de formulación propuesto en este trabajo de investigación en función a la dosis diaria recomendada para otro tipo de proteína que pueda estar contenida en otros cereales y con ello, proponer nuevas alternativas de consumo de proteína que estén al alcance de la población.
2. Es importante continuar realizando estudios, que permitan obtener diferentes presentaciones de alimentos que aprovechen la proteína contenida en el grano de cebada, con el fin de satisfacer las necesidades de los posibles consumidores que buscan alternativas a la proteína animal.
3. Plantear nuevas formulaciones de bebidas en polvo a base de proteínas de otras leguminosas que no son aprovechadas, y que pueden ser alternativas de consumo para personas interesadas en mejorar sus hábitos alimenticios.



## REFERENCIAS

1. Acosta, O. y Terán, W. (2014). *Elaboración de una bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y cacao en polvo (*Theobroma cacao L.*), edulcorado con Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)* (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2687/2/03%20EI A%20349%20ART.%20CIENTIFICO.pdf>.
2. Barrios, O. (2018). *Formulación y aceptabilidad de una bebida funcional a base de lactosuero, suplementada con colágeno. Estudio realizado en una industria láctea del municipio de San Cristóbal Totonicapán, departamento de Totonicapán* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Guatemala.
3. Beratto, E. y Peyrelongue, A. (octubre,1986). Contenido de proteína en el grano de cebada. *Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca*, 5(4), 12-14.
4. Boteo, C. (2018). *Formulación y evaluación sensorial de una bebida tipo atol a base de harina de arroz (*Oryza sativa L.*) y harina de bledo (*Amaranthus hypochondriacus L.*) dirigida hacia escolares de primaria urbana del sector oficial de Santo Domingo, Suchitepéquez* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

5. Cajamarca, B. y Montenegro, S. (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana* (Tesis de licenciatura). Universidad de Cuenca, Ecuador.
  
6. Cazar, L., Cobos, A. y Acosta, S. (2011). *Diseño del proceso de una bebida líquida a base de cereales ecuatorianos: soya y cebada, como complemento alternativo en dietas de alto gasto energético* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16203/1/Dise%C3%B1o%20del%20Proceso%20de%20una%20Bebida%20L%C3%ADquida%20a%20Base%20de%20Cereales%20Ecuatorianos%20Soya%20y%20Cebada%20como%20Complemento%20Alternativo%20en%20Dietas%20de%20Alto%20Gasto%20Energ%C3%A9tico.pdf>.
  
7. Colina, L. (2017). *Mezclado de alimentos fluidos* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Metropolitana de México, México. Recuperado de <https://docplayer.es/24173053-Mezclado-de-alimentos-m-c-ma-luisa-colina-irezabal.html>.
  
8. Domínguez, A. (2017). *Formulación y métodos de conservación de una bebida a partir de la hoja de teberinto (*Moringa oleífera*)* (Tesis de licenciatura). Universidad de El Salvador, El Salvador.



9. González, M. (2020). *Métodos de análisis para la determinación de proteínas en cereales: amaranto y cebada* (Tesis de licenciatura). Universidad de Coruña, España.
10. Holden, J., Harnly J. y Beecher, C. (23 de agosto 2003). Composición de los alimentos. Conocimientos actuales sobre nutrición. *The Journal of Nutrition*. p.8
11. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud. (1961). *Mezclas vegetales como fuente de proteína en la alimentación humana: desarrollo de la Incaparina*. Guatemala: Autor.
12. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud. (1973). *La Mezcla Vegetal de Bajo Costo y Rica en Proteínas*. Guatemala: Autor.
13. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud. (1995). *Nutrición básica: Proteínas y Energía*. Guatemala: Autor.
14. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud. (2000). *Cereales y sus productos*. Guatemala: Autor. Recuperado de <https://www.depadresahijos.org/INCAP/cereales.pdf>.
15. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá y Organización Panamericana de la Salud. (2012). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP*. Guatemala: Autor.

16. Jácome, S. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (Justicia spicigera)* (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana, México.
17. Mañumel, J. (2015). *Preparadores*. España: Preparadores de oposiciones.
18. Masats, J. (2021). *Características del cereal cebada y sus propiedades*. España: Botanical-online.
19. Pacheco-Delahaye, E., Techeira, N., y García., A. (2008). *Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extruida de ñame (Dioscorea alata)* (Tesis de licenciatura). Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182008000500008&script=sci\\_arttext&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182008000500008&script=sci_arttext&tlng=es).
20. Reglamento Técnico Centroamericano. (2012). *Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad*. RTCA 67.01.60:10. Guatemala: Autor.
21. Reglamento Técnico Centroamericano. (2018). *Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos*. RTCA 67.04.50:17. Guatemala: Autor.
22. Scientific European Federation Osteopaths. (2019). *Pruebas POST-HOC*. Madrid, España: Autor. Recuperado de

<https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/PRUEBAS-POST-HOC.pdf>.

23. Soteras, E. (2011). *Obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Litoral, Argentina.



# APÉNDICES

## Apéndice 1. Formulario para panel sensorial

PRODUCTO: Bebida con proteína de cebada FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE: \_\_\_\_\_

Instrucciones: A continuación, se le presentan tres muestras de bebidas identificadas con un número, evalúelas según las características indicadas. Elija para cada característica una calificación de acuerdo a su gusto.

Variable: **APARIENCIA**

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Variable: **COLOR**

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios: \_\_\_\_\_

## Continuación apéndice 1.

Variable: **CONSISTENCIA**

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Variable: **OLOR**

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Variable: **SABOR**

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

Muestra:

Me disgusta exageradamente	Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Me disgusta levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho	Me gusta extremadamente
-------------------------------	----------------------	------------------------------	-----------------------------	----------------------------------	-----------------------	---------------------------	-------------------	----------------------------

Comentarios:

\_\_\_\_\_

¿Cuál de las muestras prefiere?


Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 2. Aleatorización de números utilizados para panel sensorial**

<b>2%</b>	<b>4%</b>	<b>6%</b>
134	841	319
126	887	557
298	592	151
130	620	856
933	534	503
513	380	968
960	440	629
507	800	140
997	990	946
464	723	129
238	203	853
430	988	731
999	313	655
861	167	394
228	124	488
123	435	874
882	896	710
260	666	358
590	229	190
305	141	196
943	897	235
556	563	678
757	576	466
392	585	873
290	560	357
150	597	748
862	442	809
839	209	900
774	672	219
541	971	756
854	390	291
321	446	328
411	860	128
199	317	797
754	371	949
577	612	465

Continuación apéndice 2.

274	532	909
635	143	489
569	482	803
322	396	888

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Resultados panel sensorial, formulación con 2 % de proteína**

2%	Apariencia	Color	Consistencia	Olor	Sabor
134	7	7	7	8	6
126	8	8	6	5	5
298	6	6	6	7	6
130	4	6	3	7	3
933	2	8	8	7	8
513	8	8	8	8	7
960	7	7	8	8	6
507	7	7	6	8	8
997	6	5	4	6	6
464	8	7	7	7	7
238	6	6	6	5	4
430	6	5	4	9	4
999	7	7	7	7	7
861	6	6	7	7	7
228	8	8	7	8	8
123	6	7	6	8	7
882	5	5	6	5	7
260	4	7	3	4	6
590	8	8	9	9	9
305	8	8	8	8	8
943	7	8	8	8	8
556	8	9	8	9	9
757	6	7	8	6	8
392	9	8	7	8	7
290	6	6	6	7	7
150	5	7	7	7	7
862	8	8	8	8	9
839	8	8	8	8	9
774	5	5	5	6	6
541	8	8	8	9	8



Continuación apéndice 3.

854	8	8	8	7	8
321	8	8	7	7	7
411	5	7	7	7	5
199	4	4	4	4	4
754	7	7	6	7	8
577	7	7	7	7	7
274	5	5	5	5	4
635	5	6	6	6	6
569	6	7	8	8	9
322	4	4	4	5	5
<b>Promedio</b>	6.40	6.83	6.53	7.00	6.75

Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. **Resultados panel sensorial, formulación con 4 % de proteína**

4%	Apariencia	Color	Consistencia	Olor	Sabor
841	8	7	7	8	7
887	8	8	5	5	5
592	7	7	7	7	7
620	5	5	5	7	4
534	2	8	8	8	8
380	8	8	8	8	8
440	8	8	8	8	8
800	8	8	6	8	6
990	6	5	4	6	6
723	8	8	8	8	8
203	6	6	6	7	6
988	8	8	5	8	5
313	6	6	6	6	8
167	5	6	6	7	6
124	7	7	7	8	7
435	6	7	6	8	7
896	5	5	5	5	5
666	2	8	2	8	8
229	9	9	9	9	8
141	8	8	8	9	8
897	8	8	8	9	9
563	8	8	8	8	8
576	6	7	8	6	8

Continuación apéndice 4.

585	8	6	8	9	8
560	6	6	5	7	6
597	5	7	8	7	6
442	7	7	7	8	8
209	8	7	8	9	8
672	5	5	5	6	5
971	8	8	8	9	9
390	8	8	8	8	7
446	7	7	7	7	8
860	8	8	8	7	7
317	6	6	5	5	5
371	7	7	7	6	8
612	7	7	7	7	7
532	5	5	5	5	4
143	5	5	7	8	6
482	8	9	8	8	8
396	5	5	5	5	7
<b>Promedio</b>	6.63	6.95	6.65	7.30	6.93

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Resultados panel sensorial, formulación con 6 % de proteína**

6%	Apariencia	Color	Consistencia	Olor	Sabor
319	7	8	7	8	7
557	8	8	7	6	6
151	7	8	8	7	8
856	8	8	8	8	8
503	8	8	8	8	8
968	8	8	8	8	6
629	7	7	8	8	7
140	6	6	6	6	6
946	6	5	4	6	6
129	5	5	6	5	5
853	5	6	6	6	6
731	6	5	6	8	5
655	9	9	8	8	9
394	6	6	7	7	7
488	7	7	7	8	7
874	8	7	8	8	8

Continuación apéndice 5.

710	5	5	5	5	6
358	3	6	6	4	7
190	7	7	9	9	9
196	7	7	9	8	9
235	8	8	9	9	9
678	8	8	8	8	8
466	7	7	8	6	8
873	8	7	6	7	8
357	6	6	6	7	6
748	5	7	7	7	8
809	8	8	8	7	6
900	7	6	8	9	8
219	5	5	6	6	6
756	8	8	8	8	9
291	7	7	7	8	8
328	7	7	7	8	6
128	7	5	7	8	8
797	5	6	5	5	5
949	7	8	7	7	8
465	8	8	8	8	8
909	5	6	6	6	5
489	5	5	7	5	8
803	9	8	8	8	8
888	5	5	6	7	7
<b>Promedio</b>	6.70	6.78	7.08	7.13	7.18

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Evaluación sensorial de bebida



Fuente: [Fotografías de Sofía Chajón]. (Guatemala. 2022). Colección particular. Guatemala.

## Apéndice 7. Matriz de coherencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
<p><b>Pregunta principal</b></p> <p>¿Cuál es la formulación óptima para una bebida, con la cual se puede aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Establecer la formulación óptima para una bebida, con la cual se puede aprovechar la proteína contenida en el grano de cebada (<i>Hordeum vulgare</i>).</p>		<p>1. Utilizar el procedimiento de formulación propuesto en este trabajo de investigación en función a la dosis diaria recomendada para otro tipo de proteína que pueda estar contenida en otros cereales y con ello, proponer nuevas alternativas de consumo de proteína que estén al alcance de la población.</p>
<p><b>Preguntas auxiliares</b></p> <p>1. ¿Cuál es el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de una bebida a base de proteína de cebada?</p> <p>2. ¿Cuál es la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>1. Estimar el número adecuado de posibles formulaciones que se deben comparar para la formulación óptima de una bebida a base de proteína de cebada.</p> <p>2. Inferir la formulación que obtiene la mayor aceptabilidad basada en sus propiedades sensoriales.</p>	<p>Se estimaron seis posibles formulaciones, las cuales fueron comparadas visual y económicamente, para obtener las tres formulaciones presentadas ante un grupo de 40 panelistas no entrenados para el análisis</p> <p>Se infirió que la formulación con mayor aceptabilidad y, por lo tanto, la formulación óptima fue la que contiene un 6 % de proteína presentando un 52 % de aceptación, sobresaliendo en atributos como apariencia, sabor y consistencia.</p>	<p>2. Es importante continuar realizando estudios, que permitan obtener diferentes presentaciones de alimentos que aprovechen la proteína contenida en el grano de cebada, con el fin de satisfacer las necesidades de los posibles consumidores que buscan alternativas a la proteína animal.</p>
<p>3. ¿Qué características fisicoquímicas y bromatológicas posee la formulación con mayor aceptabilidad?</p>	<p>3. Caracterizar fisicoquímica y bromatológicamente la formulación de mayor aceptabilidad.</p>	<p>Su caracterización fisicoquímica presentó que aproximadamente el 70 % de la formulación con mayor aceptabilidad, obtuvo una granulometría menor al mesh # 100 y una humedad del 5.09 %. Además, a partir de la caracterización bromatológica, la bebida se considera fuente de proteína.</p>	<p>3. Plantear nuevas formulaciones de bebidas en polvo a base de proteínas de otras leguminosas que no son aprovechadas, y que pueden ser alternativas de consumo para personas interesadas en mejorar sus hábitos alimenticios.</p>

Fuente: elaboración propia.



# ANEXOS

## Anexo 1. Resultados análisis fisicoquímico



**LABORATORIO DSG**  
DESARROLLO DE SOLUCIONES GLOBALES  
31 Avenida 0-56 zona 7, Utatlán 1  
Tel: (502) 2441-4918, (502) 2439-6808

(R03-PAD004)

Informe de Resultados: **2022-00860**

Fecha: 31/5/2022

---

<b>Cliente:</b>	Sofia Chajon	<b>Referencia:</b>	
<b>Dirección:</b>	Ciudad	<b>Fecha y Hora Muestreo:</b>	20/05/2022 15:50
<b>Orden de Cliente:</b>		<b>Lugar de Muestreo:</b>	Tomada por el diente
<b>Muestra enviada por:</b>	Sofia Chajon		
<b>Fecha de Recepción:</b>	20/05/2022		

---

<b>Código:</b> 27636	<b>Descripción:</b> Bebida instantánea en polvo				<b>Lote:</b>
<b>Referencia:</b> 1	<b>Tipo:</b> Alimento				
<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>u.m.</b>	<b>LD/LC</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fecha de Análisis</b>
Retenido mesh	30.76	%*	NA	Determinado por tamizaje	30/05/2022
Humedad	5.09	%*	0.10	Termobalanza	26/05/2022

**Mesh utilizado: Mesh #100**

\* u.m. = unidad de medida, LD/LC = Límite de Detección/Cuantificación, ND = No detectable al LD/LC.

Los resultados en este informe corresponden únicamente a los ítems sometidos a ensayo. Prohibida la modificación o reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita de DSG. Cuando la muestra es entregada por el cliente, él es responsable de la información de la misma. En ese caso los resultados corresponde a la muestra tal y como fue recibida

**ULTIMA LINEA**

Juan Carlos Gonzalez Soto  
Ingeniero Químico  
Colegiado No. 1785

Ing. Juan Carlos Gonzalez  
Colegiado No. 1785  
Director Técnico Fisicoquímica

Fuente: Laboratorio DSG (2022) Informe de resultados.

## Anexo 2. Resultados análisis químico proximal



**LABORATORIO DSG**  
DESARROLLO DE SOLUCIONES GLOBALES  
31 Avenida 0-56 zona 7, Utatlán 1  
Tel: (502) 2441-4918, (502) 2439-6808

(R03-PAD004)

Informe de Resultados: **2022-00949**

Fecha: 15/6/2022

---

<b>Cliente:</b>	Sofia Chajon	<b>Referencia:</b>	
<b>Dirección:</b>	Ciudad	<b>Fecha y Hora Muestreo:</b>	06/06/2022 15:20
<b>Orden de Cliente:</b>		<b>Lugar de Muestreo:</b>	Tomada por el cliente
<b>Muestra enviada por:</b>	Sofia Chajon		
<b>Fecha de Recepción:</b>	06/06/2022		

---

<b>Código:</b> 27948	<b>Descripción:</b> Bebida instantánea en polvo				<b>Lote:</b>
<b>Referencia:</b> 1	<b>Tipo:</b> Alimento				
<b>Análisis</b>	<b>Resultado</b>	<b>u.m.</b>	<b>LD/LC</b>	<b>Metodología</b>	<b>Fecha de Análisis</b>
Carbohidratos Solubles (ELN)	79.01	%*	NA	Por fórmula	13/06/2022
Cenizas	2.80	%*	0.10	Gravimetría	13/06/2022
Energía (Calorías)	3,611.30	Kcal/kg*	NA	Por Formula	13/06/2022
Fibra Cruda	ND	%*	0.50	AOAC: 962.09	13/06/2022
Grasa	2.36	%*	0.50	Extracción Soxhlet	10/06/2022
Humedad	4.93	%*	0.10	Pérdida por secado en la estufa	10/06/2022
Proteína	10.90	%*	0.50	A0AC 976.05	13/06/2022

\* u.m.= unidad de medida, LD/LC= Límite de Detección/Cuantificación, ND= No detectable al LD/LC.

Los resultados en este informe corresponden únicamente a los ítems sometidos a ensayo. Prohibida la modificación o reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita de DSG. Cuando la muestra es entregada por el cliente, él es responsable de la información de la misma. En ese caso los resultados corresponde a la muestra tal y como fue recibida

**ULTIMA LINEA**

Juan Carlos Gonzalez Soto  
Ingeniero Químico  
Colegiado No. 1785

Ing. Juan Carlos Gonzalez  
Colegiado No. 1785  
Director Técnico Físicoquímica

Fuente: Laboratorio DSG, (2022) Informe de resultados.