

**EVALUACIÓN DE FORMULACIÓN DE CUBITOS PROTEICOS VEGANOS A PARTIR
DE LEGUMBRES.**



ALZATE DUARTE DANNA A. & DELGADO PORTILLA DAVID L.

DOCENTE:

BEATRIZ TORRES.

I.E. JUAN JOSÉ RONDÓN.

TÉCNICA AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA.

PAZ DE ARIPORO.

05/11/2025

**EVALUACIÓN DE FORMULACIÓN DE CUBITOS PROTEICOS VEGANOS A PARTIR
DE LEGUMBRES.**



ALZATE DUARTE DANNA A. & DELGADO PORTILLA DAVID L.

DOCENTE:

BEATRIZ TORRES.

I.E. JUAN JOSÉ RONDÓN.

TÉCNICA AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA.

PAZ DE ARIPORO.

05/11/2025

Introducción.

En el presente proyecto se busca evaluar la formulación de cubitos proteicos veganos mediante el aprovechamiento de legumbres, cumpliendo con los siguientes objetivos: aplicar operaciones unitarias para el acondicionamiento de las legumbres que serán usadas como materia prima, formular diferentes prototipos de los cubitos proteicos y evaluar las características organolépticas

Los veganos necesitan un alimento con bastante proteína para su organismo, pues las proteínas son necesarias, son responsables del crecimiento, la reparación, la conservación y funcionamiento del cuerpo. Además, no solo se enfoca en las personas veganas, ya que el uso de legumbres fermentadas es beneficioso en el ámbito de la salud y de la nutrición. En gran parte, la mejora nutricional se debe gracias a la fermentación con el hongo *Rhizopus Oligosporus*, en cuanto a salud y versatilidad puede resultar ser bien recibido por personas con diabetes gracias a la ausencia de gluten, además la proteína de los cubitos veganos ralentiza la digestión de los carbohidratos, lo que reduce la velocidad de absorción de glucosa, ayuda a mejorar la salud intestinal; gracias a la fermentación, se logra que las legumbres pierdan las enzimas que generan gases, resultando menos pesadas para el intestino y mejorando su calidad nutricional.

Para la realización del producto se optó por buscar entre las legumbres que aporten más proteína y minerales y que además puedan ser obtenidas sin tanta dificultad. Las elegidas fueron las lentejas y los frijoles, ya que estas por cada 100 g. aportan entre 27 y 22 gramos, esto se ve potenciado en el producto final de cubitos proteicos, ya que, gracias a la fermentación sus propiedades se ven un tanto mejoradas, haciendo atractivo el alimento producido para incluir en la dieta y así con el tiempo notar mejoras en la salud.

Resumen

El presente proyecto tiene como propósito evaluar la formulación de cubitos proteicos a partir de legumbres, como alternativa sostenible y nutritiva a la proteína animal. Se ha identificado que los problemas de salud asociados a una mala alimentación, como la diabetes, el colesterol alto y depresión, impulsan la necesidad de crear alimentos más saludables y accesibles al público. La propuesta consiste en aplicar operaciones unitarias a lentejas y frijoles, someterlos a la fermentación con el hongo *Rhizopus oligosporus* y elaborar prototipos que después fueron evaluados sensorialmente por personas seleccionadas. La justificación consiste en que la fermentación incrementa el valor nutricional y la biodisponibilidad de aminoácidos esenciales, además de ofrecer múltiples beneficios metabólicos y emocionales. Los antecedentes revisados previamente evidencian que el Tempeh y otros productos derivados de legumbres fermentadas pueden mejorar la salud intestinal, el control glucémico y la sostenibilidad ambiental. (Bermúdez, Osorno, Suárez & Zapata, 2023; Cordeiro & Gregorius, 2021). Metodologicamente la investigación se desarrolla en 3 fases: Acondicionamiento de la materia prima, formulación de los prototipos y pruebas organolépticas. Los instrumentos incluyeron encuestas, degustaciones y registros de observación. Entre los alcances se planteó medir la aceptabilidad sensorial y la viabilidad del producto como sustituto de la proteína animal, mientras que como limitaciones se destacaron la disponibilidad de materia prima y los recursos técnicos. Finalmente, el proyecto contribuye al acceso a proteínas de bajo costo, a la reducción de la huella ambiental y a la promoción de innovaciones alimentarias, fortaleciendo el aprovechamiento de legumbres locales y la seguridad alimentaria.

Palabras clave: *Rhizopus Oligosporus, seguridad alimentaria, fermentación, legumbres.*

Abstract.

The purpose of this project is to evaluate the formulation of protein cubes from legumes as a sustainable and nutritious alternative to animal protein. Health problems associated with poor nutrition, such as diabetes, high cholesterol, and depression, have been identified as driving the need to create healthier and more accessible foods. The proposal involves applying unit operations to lentils and beans, fermenting some with the fungus *Rhizopus oligosporus*, and developing prototypes that were then sensory evaluated by selected individuals. The rationale is that fermentation increases the nutritional value and bioavailability of essential amino acids, in addition to offering multiple metabolic and emotional benefits. The previously reviewed background evidence shows that tempeh and other fermented legume-derived products can improve intestinal health, glycemic control, and environmental sustainability (Bermúdez, Osorno, Suárez, & Zapata, 2023; Cordeiro & Gregorius, 2021). Methodologically, the research is carried out in three phases: raw material conditioning, prototype formulation, and organoleptic testing. The instruments included surveys, tastings, and observation records. The scope of the study included measuring sensory acceptability and the viability of the product as a substitute for animal protein, while the availability of raw materials and technical resources were highlighted as limitations. Finally, the project contributes to access to low-cost proteins, reduces the environmental footprint, and promotes food innovations, strengthening the use of local legumes and ensuring food security.

Keywords: *Rhizopus Oligosporus, food security, fermentation, legumes.*

Contenido

Introducción.....	3
Resumen	4
Abstract.	5
1. Problema.....	9
1.1. Título	9
1.2. Planteamiento del problema	9
1.3. Formulación del problema	9
1.4. Objetivo General y Objetivos específicos	9
Objetivo General:.....	9
Objetivos Específicos:	10
1.5. Justificación.....	10
1.6. Alcance y limitaciones.	11
Alcance:.....	11
Limitaciones:	12
Delimitaciones:	12
2. Marco Referencial	12
2.1. Antecedentes.	12
2.2. Marco Teórico.	13
2.3. Marco Contextual.....	15
2.4. Marco Legal.....	15
3. Diseño Metodológico.	16
3.1 Tipo de investigación.	16
3.2 Población y Muestra.	17
3.3 Fases de la Investigación:	17
Balance de Materia 1	21
Balance de Materia 2	23
3.4 Instrumentos para la recolección de información.....	25
4. Resultados y discusiones.....	30
4.1. Resultados.....	30
4.2. Discusiones.	33
4.3. Recomendaciones.	38

Índice de Tablas

Tabla 1	18
Fases y actividades.....	18
Tabla 2	24
Formulación de prototipos	24
Tabla 3	24
Variables clasificadas.	24

Índice de Figuras

Figura 1	20
Flujograma prototipo 1	20
Figura 2	21
Balance de materia prototipo 1	21
Figura 3	22
Flujograma del segundo prototipo.....	22
Figura 4	23
Balance de materia prototipo 2	23
Figura 5	25
Encuesta sobre consumo regular de productos veganos	25
Figura 6	26
Encuesta sobre consumo de alimentos fermentados	26
Figura 7	27
Encuesta de prueba sensorial	27
Figura 8	27
Encuesta de prueba sensorial	27
Figura 9	28
Encuesta de prueba sensorial	28
Figura 10	28
Encuesta de prueba sensorial	28
Figura 11	29
Formato para evaluar características organolépticas.	29

1. Problema

1.1. Título

Evaluación de formulación de cubitos proteicos veganos a partir de legumbres.

1.2. Planteamiento del problema

Hoy en día hay muchas personas con problemas de salud, de los cuales, los más frecuentes son: la diabetes, el cáncer, la mala salud intestinal, el colesterol alto y la depresión (así como también otros problemas relacionados con la salud mental). La preocupación por la salud ha ido en aumento en los últimos años, por problemas que surgen a raíz de una mala dieta nutricional, como estos problemas son cada vez más frecuentes, es entonces de vital importancia buscar la forma más eficaz de reducir en gran medida los problemas de salud.

1.3. Formulación del problema

¿La formulación de cubitos proteicos a partir de legumbres tendrá aceptabilidad en la población de Paz de Ariporo?

1.4. Objetivo General y Objetivos específicos

Objetivo General:

- Evaluar la formulación de cubitos proteicos veganos a partir de legumbres.

Objetivos Específicos:

- Aplicar operaciones unitarias para el acondicionamiento de las legumbres que serán usadas como materia prima.
- Formular los prototipos de los cubitos proteicos.
- Evaluar la calidad sensorial del producto, considerando sabor, textura y aroma.

1.5. Justificación.

El proyecto busca evaluar la formulación de cubitos proteicos veganos mediante el aprovechamiento de legumbres, analizando su aceptabilidad sensorial, de vista, olor y viabilidad como sustituto de la proteína cárnica.

El uso de legumbres para la producción de alimentos proteicos es beneficioso en el ámbito de la salud, de la nutrición y del alcance económico. En suma, la calidad nutricional se verá mejorada gracias a la fermentación con el hongo *Rhizopus Oligosporus*, esto hace que la elaboración de los cubitos proteicos sea similar a la del tempeh. “La fermentación con *Rhizopus Oligosporus* ha demostrado ser efectiva en la mejora del valor nutricional de diversos sustratos, incluyendo legumbres”, (Ortega, 2012). En la salud puede resultar ser bien recibido por personas con diabetes gracias a la ausencia de gluten, además la proteína de los cubitos veganos ralentiza la digestión de los carbohidratos, lo que reduce la velocidad de absorción de glucosa. (Hashimoto, Hamaguchi, & Fukui, 2023) “Un ensayo prospectivo abierto mostró que el consumo de tempeh mejora el control de la glucemia y los niveles de triglicéridos”, afirman en su artículo *Alimentos de soja fermentados y diabetes*. Además, la proteína vegetal aporta aminoácidos esenciales, influyendo en la producción de dopamina, noradrenalina y GABA (los cuales ayudan en la regulación emocional y la ansiedad). Incluir también el contenido de fibra

prebiótica en los cubitos proteicos veganos, fibra la cual reduce la inflamación en el intestino y mejora la absorción de nutrientes. (Kahleova, 2020) “Los prebióticos (principalmente fibra), presentes en los alimentos vegetales, nutrirán naturalmente las bacterias buenas que viven en nuestro intestino. En combinación con los probióticos, los prebióticos proporcionan una nutrición adecuada a largo plazo para nuestra microbiota intestinal”.

El impacto de esta investigación no solo se limita al ámbito nutricional, sino que también tiene implicaciones ambientales y económicas. Al utilizar legumbres como materia prima, se reduce la presión sobre los recursos naturales, se minimizan los desechos orgánicos y se generan nuevas oportunidades para el desarrollo de productos innovadores en el sector alimentario, fomenta el acceso a alimentos ricos en proteínas a un costo reducido. (Patricia Iza, 2018), “Un gran porcentaje de nuestra población, especialmente los niños, se encuentran desnutridos, como consecuencia de la insuficiente alimentación. Un concepto realmente novedoso desde el punto de vista de la nutrición es la utilización de proteínas vegetales”. Por esto el desarrollo de la proteína vegetal estaría favoreciendo a aquellas familias que no pueden costear proteína animal.

1.6. Alcance y limitaciones.

Alcance:

Este proyecto se enfocará en el desarrollo de los cubitos veganos a partir de legumbres y su aceptación sensorial; que se sienta, se vea y huela bien para el gusto de los consumidores. Se evaluará su viabilidad como alternativa sostenible a la proteína animal.

Limitaciones:

Acceso a materia prima: La disponibilidad de legumbres puede variar según la temporada y la fuente de recolección.

Recursos de laboratorio: No se cuenta con equipos avanzados para análisis más profundos.

Aceptación en el mercado: Se realizarán pruebas sensoriales, pero no estudios de comercialización a gran escala.

Delimitaciones:

Tiempo: El producto se realizará en un lapso de 8 meses, desde marzo hasta octubre.

Costos: No se realizarán pruebas a escala industrial debido a que no está al alcance.

Enfoque: Se centrará en el uso de legumbres como materia prima.

2. Marco Referencial

2.1. Antecedentes.

(Bermúdez, Osorno, Suárez, & Zapata, 2023), en la investigación titulada Producción de tempeh como alternativa proteica a partir de la fermentación de lentejas (*Lens culinaris*), se analiza y produce tempeh (proteína a base de diferentes legumbres), este antecedente es relevante para el presente proyecto, ya que presenta objetivos similares, hablando de sus características organolépticas, proceso de producción y resultados.

(Cordeiro & Gregorius, 2021) En la investigación titulada una revisión semicentenario sobre sus beneficios para la salud, fermentación, seguridad, procesamiento, sostenibilidad y asequibilidad, se habla sobre los beneficios a la salud del tempeh gracias a la fermentación con

rhizopus oligosporus, presentando pruebas y hablando sobre su seguridad, sostenibilidad y demás, ayudando así a el presente proyecto para presentar pruebas y dar peso con argumentos ya que se hicieron estudios sobre diferentes aspectos.

(Arroyo & Rodriguez, 2020) En la investigación llamada Estandarización del protocolo para elaborar tempeh con diversos granos (y su adaptación a la comida regional mexicana), se evaluó al hongo rhizopus oligosporus en diferentes granos, legumbres y semillas y fueron sometidas a diferentes procesos de cocción, escurrimiento y fermentación. Es de gran importancia para el presente proyecto porque ayuda a visibilizar cómo actúa el hongo de acuerdo a el tipo de legumbres que se use y cómo afecta el tiempo de fermentación y cocción.

2.2. Marco Teórico.

2.2.1. Fermentación y mejora nutricional.

La formulación de los cubitos proteicos se conseguirá mediante la fermentación controlada, la cual se ha convertido en una estrategia eficaz para mejorar la calidad nutricional y la digestibilidad de las proteínas vegetales.

Se empleará fermentación optimizada que garantice el crecimiento adecuado del hongo Rhizopus oligosporus, asegurando la transformación bioquímica de las legumbres en un alimento muy beneficioso para la salud. Se analizarán factores como la textura, el sabor y la aceptabilidad sensorial, con el fin de evaluar su viabilidad como alternativa proteica en la alimentación humana.

La fermentación de legumbres con *Rhizopus oligosporus* es una técnica utilizada en la producción de alimentos como el tempeh, un producto tradicional de Indonesia. Este proceso no solo mejora la digestibilidad de las proteínas, sino que también aumenta la disponibilidad de micronutrientes esenciales como el hierro y el zinc.

La fermentación con mohos como *Rhizopus* también ayuda a reducir antinutrientes presentes en las legumbres, como los fitatos y taninos, que pueden afectar la absorción de minerales. De acuerdo con Hernández et al. (2017), la fermentación en legumbres puede aumentar hasta un 30% la biodisponibilidad de aminoácidos esenciales.

2.2.2. Sustitución de proteína animal.

El consumo de proteínas vegetales ha sido promovido como una alternativa sostenible a la proteína animal, debido a su menor impacto ambiental. Según la FAO (2020), la producción de carne es responsable de casi el 14.5% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, lo que ha impulsado la búsqueda de fuentes de proteínas más sostenibles.

Estudios como el de Martínez y López (2019) han demostrado que productos a base de legumbres pueden igualar el contenido proteico de la carne si se combinan adecuadamente. Los cubitos proteicos veganos pueden ser una opción viable para personas que buscan reducir su consumo de carne sin comprometer su ingesta de proteínas.

2.3. Marco Contextual.

La producción y consumo de proteínas alternativas ha ido en aumento, especialmente en países con una fuerte tendencia hacia el veganismo y la sostenibilidad. En 2021, el mercado global de proteínas vegetales alcanzó un valor de 10.3 mil millones de dólares, con un crecimiento proyectado del 7% anual (Euromonitor, 2022).

En Colombia, el mercado de productos veganos ha crecido en los últimos años, impulsado por el aumento de consumidores que buscan alternativas saludables y sostenibles. Un informe de la Asociación Colombiana de la Industria de Alimentos (2022) reveló que el 35% de los colombianos ha reducido su consumo de carne en los últimos 5 años.

Además, la producción de legumbres en Colombia es significativa, con cultivos de lentejas, garbanzos y frijoles que pueden ser aprovechados para el desarrollo de productos innovadores. Gracias a la gran producción de legumbres del país, el proyecto ayudará con la economía colombiana y el apoyo a los cultivos propios del país.

Este estudio se llevará a cabo en un entorno educativo. Se buscará evaluar la viabilidad del producto en comunidades interesadas en alternativas proteicas sostenibles.

2.4. Marco Legal.

El desarrollo de productos alimenticios debe cumplir con una serie de normativas nacionales e internacionales que regulan su producción, comercialización y etiquetado.

En Colombia, los productos de origen vegetal deben cumplir con regulaciones establecidas por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) y el Ministerio de Salud.

Algunas normativas relevantes incluyen:

Resolución 2674 de 2013: Establece los requisitos sanitarios para la fabricación, procesamiento y comercialización de alimentos.

Norma Técnica Colombiana (NTC) 512-1: Regula la producción y etiquetado de productos a base de proteínas vegetales.

A nivel global, este proyecto debe considerar las directrices del Codex Alimentarius (FAO/OMS), que establece estándares de calidad y seguridad alimentaria. También es importante cumplir con normativas sobre etiquetado de productos veganos, como las establecidas por la Unión Europea y la FDA en Estados Unidos.

3. Diseño Metodológico.

3.1 Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad resolver una necesidad específica: desarrollar un alimento proteico vegetal innovador y accesible. Se centrará en la elaboración de un producto a base de legumbres fermentadas (Cubitos proteicos), utilizando como referencia estudios previos sobre el uso de legumbres en procesos de fermentación, así como el potencial nutricional y funcional de estos alimentos.

3.2 Población y Muestra.

Población: La población objetivo de esta investigación está conformada por personas interesadas en alternativas alimenticias basadas en la proteína vegetal, especialmente aquellas que buscan opciones más accesibles y sostenibles. Se realizará con los habitantes del municipio de Paz de Ariporo, incluyendo a personas de bajos recursos, con problemas de salud y personas vegetarianas o veganas y que están en búsqueda de nuevas fuentes proteicas acordes a sus preferencias.

Muestra: Se utilizará un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a quienes cumplan con los criterios establecidos para el estudio. Se proyecta una participación de al menos 30 participantes, de las cuales al menos 10 sean personas de bajos recursos, 5 sean personas vegetarianas o veganas y 15 personas con problemas de salud.

3.3 Fases de la Investigación:

Fase 1:

Aplicar operaciones unitarias para acondicionar las legumbres que serán usadas como materia prima.

Fase 2:

Formular los prototipos de los cubitos proteicos.

Fase 3:

Evaluar características organolépticas.

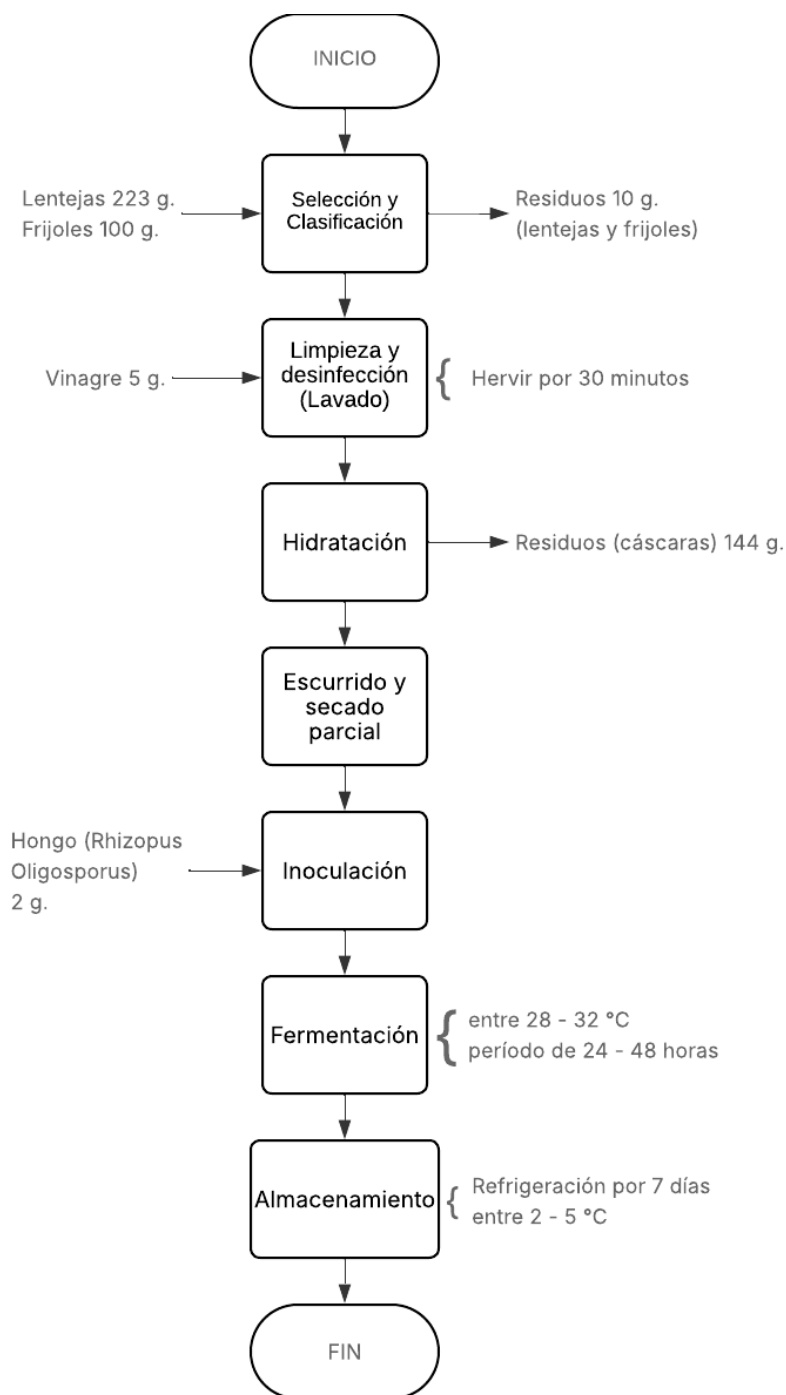
Tabla 1*Fases y actividades.*

Fases	Actividades
Fase 1: Aplicar operaciones unitarias para acondicionar las legumbres que serán usadas como materia prima.	• Recolección de materia prima: los frijoles vendrán de un cultivo de la finca y las lentejas se van a comprar.
	• Selección y clasificación: Se descartarán las legumbres pequeñas.
	• Hidratación: Se dejan hidratar 11 horas cambiándoles el agua durante ese lapso para que no se dañen.
	• Limpieza y Desinfección: se lavarán las legumbres y luego serán hervidas durante 30 minutos a fuego medio y se añadirá vinagré en los últimos 5 minutos.
	• Escurrido y Secado Parcial: se dejan enfriar las legumbres hasta que estén tibias, se escurren con ayuda de un colador y luego se extenderán en una bandeja hasta que se sientan húmedas pero sin agua visible.
	• Inoculación del hongo: se distribuirá el hongo <i>Rhizopus oligosporus</i> uniformemente.
	• Fermentación Controlada: se controlará que esté entre una temperatura de 28-32 °C, esto puede ser dejándolo dentro de un horno apagado, pero con la luz encendida o afuera, ya que la temperatura normal de PZA está entre esos grados. Se dejará de 24 a 48 horas, hasta que esté cubierto por una de un micelio blanquecino.
	• Pasteurización: Se cuece al vapor durante 20-30 minutos o al menos 75°C al interior.
	• Almacenamiento: Bajo refrigeración.

Fases	Actividades
Fase 2: Formular los prototipos de los cubitos proteicos	• Formulación de los cubitos proteicos: se mezclarán diferentes tipos de las legumbres, se dejarán con mayor o menor humedad en proporciones adecuadas para garantizar un balance proteico.
	• Compactación y formación de cubitos: se moldeará la mezcla durante la fermentación para que así se moldee al final con su forma característica.
	• Pasteurización y conservación: Se cuece al vapor durante 20-30 minutos a al menos 75°C al interior.
	• Refrigeración (7 días) • Congelador (2-3 meses)
Fase 3: Evaluar características organolépticas.	• Se evaluará la textura y estabilidad del producto después del secado. • Se evaluará el sabor, textura y aroma teniendo en cuenta las opiniones tomadas en encuestas por personas que probaron el producto, se tomarán tanto opiniones positivas como negativas en busca de mejorar el producto.

Fuente: Autoría propia

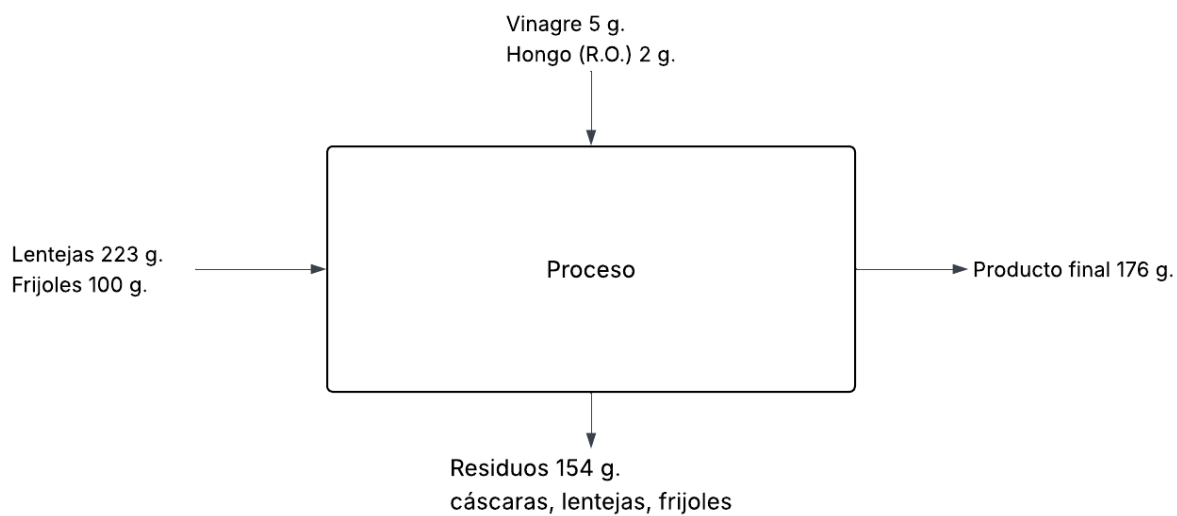
Nota: Este cuadro explica las fases y sus respectivas, actividades correspondientes a cada objetivo.

Figura 1*Flujograma prototipo 1***Fuente: Autoría propia.**

Balance de Materia 1

Figura 2

Balance de materia prototipo 1

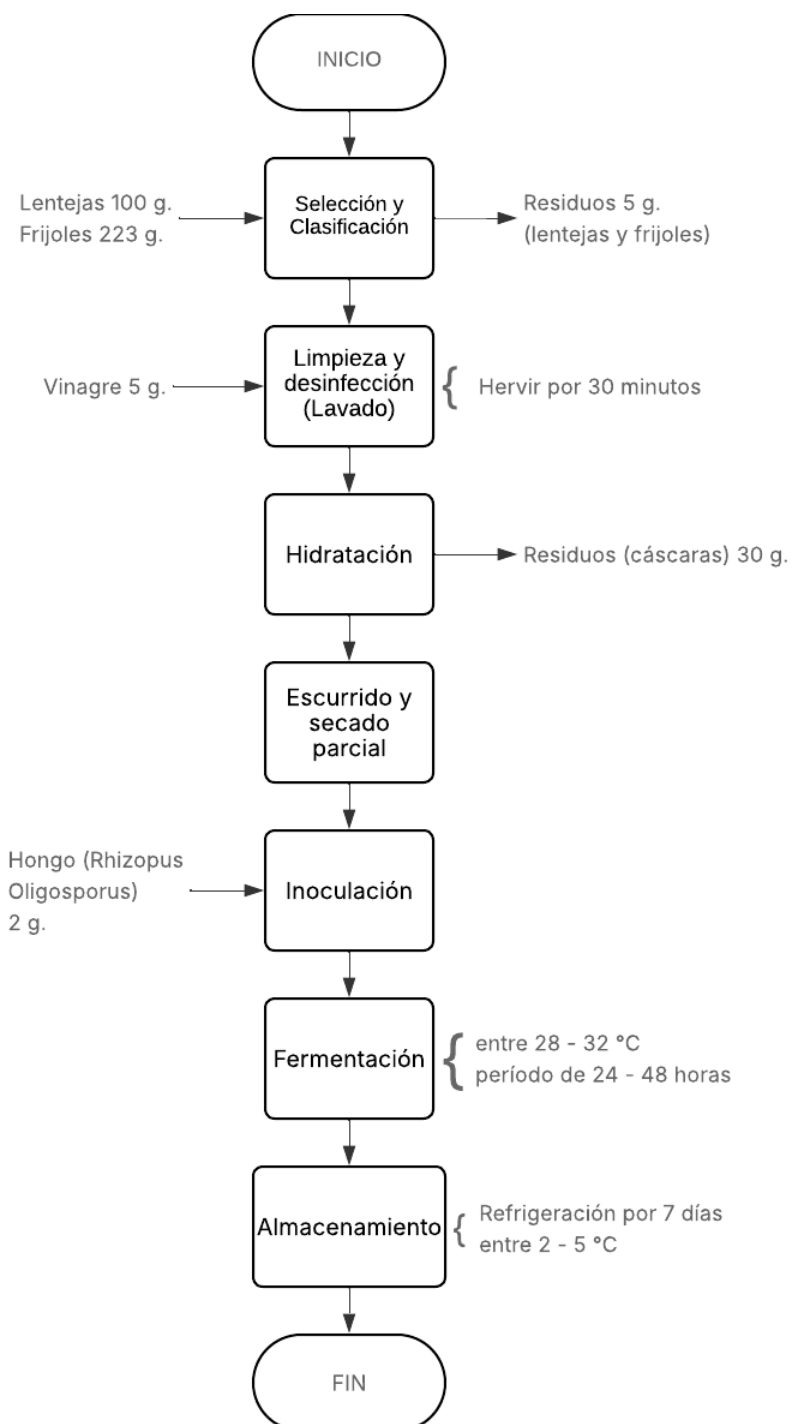


Balance General: $\sum E = \sum S$

Lentejas + Frijoles + Vinagre + Hongo = Residuos + Producto Final

223 g. + 100 g. + 5 g. + 2 g. = 154 g. + 176 g.

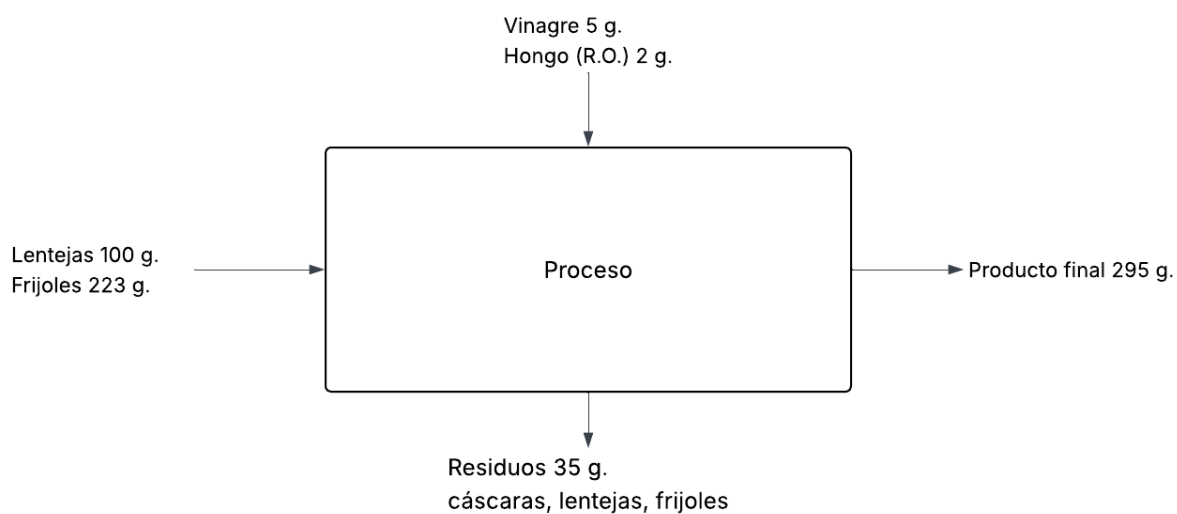
330 g. = 330 g.

Figura 3*Flujograma del segundo prototipo.***Fuente: Autoría propia**

Balance de Materia 2

Figura 4

Balance de materia prototipo 2



Balance General: $\sum E = \sum S$

Lentejas + Frijoles + Vinagre + Hongo = Residuos + Producto Final

100 g. + 223 g. + 5 g. + 2 g. = 35 g. + 295 g.

330 g. = 330 g.

Tabla 2*Formulación de prototipos*

Materia Prima	P1		P2	
	%	g.	%	g.
Lentejas	67.58	223	30.3	100
Frijoles	30.3	100	67.58	223
Vinagre	1.51	5	1.51	5
Hongo (R. Oligosporus)	0.6	2	0.6	2
Total	100%	330	100%	330

Fuente: *Autoría propia*

Nota: esta tabla muestra en que proporciones se agregó cada ingrediente en relación a la masa total usada (330g.)

Tabla 3*Variables clasificadas.*

Variable	Dependiente	Independiente	Por qué
Materia Prima (M.P.)		X	La M.P. es la que afecta en el resultado del producto final
Temperatura (T)		X	La T no se ve afectada por otras variables
Tiempo (t)		X	El t no depende de nada, no puede ser modificado con nada
Olor	X		Se ve afectado por el tiempo de cocción
Sabor	X		Es afectado por el tiempo de cocción y la temperatura
Textura	X		Es afectada en la cocción, por la temperatura y el tiempo

Fuente: *Autoría propia*

Nota: esta tabla clasifica las variables en independientes y dependientes, lo que permite saber como se comportan y que se puede cambiar a disposición para afectar el producto.

3.4 Instrumentos para la recolección de información.

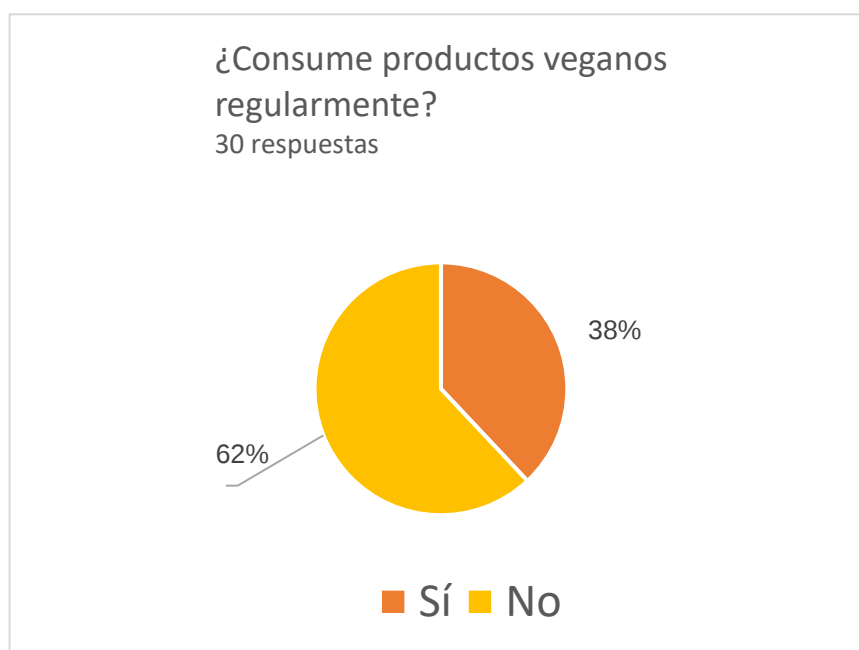
Para obtener datos relevantes, se utilizarán los siguientes instrumentos

3.4.1. Encuestas.

Dirigidas a la población objetivo para conocer sus hábitos alimenticios y disposición a consumir proteína vegetal.

Figura 5

Encuesta sobre consumo regular de productos veganos

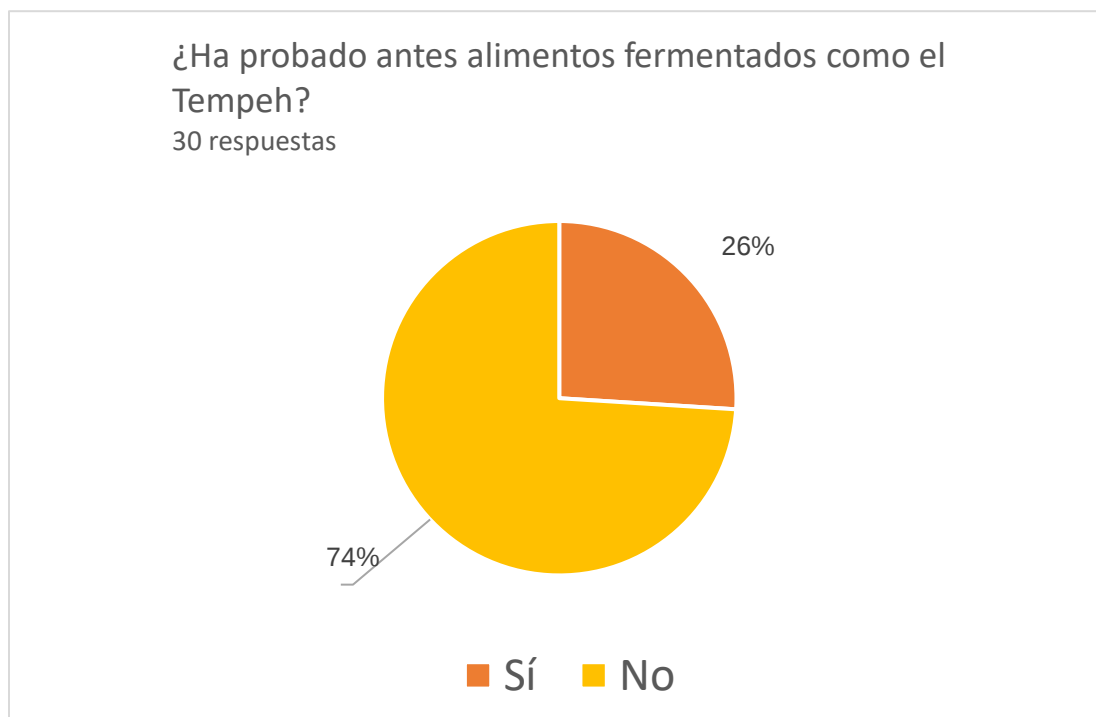


Fuente: Autoría propia

Nota: Este formato se realizó con el propósito de verificar que tan acostumbrada está nuestra población a los productos veganos.

Figura 6

Encuesta sobre consumo de alimentos fermentados



Fuente: Autoría propia

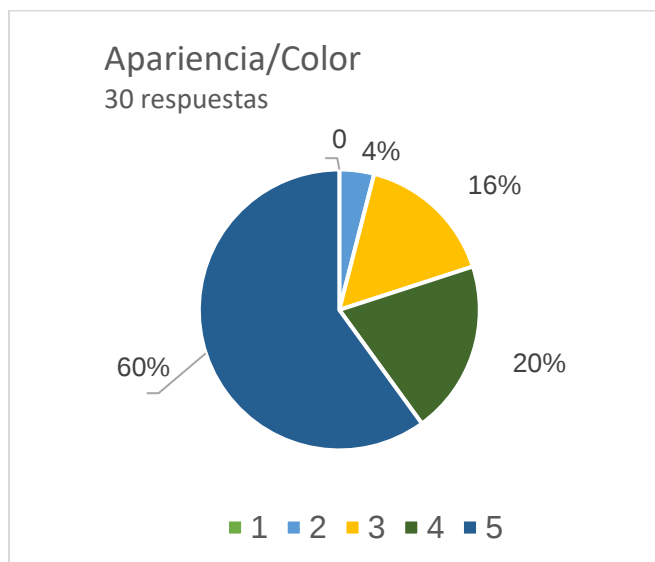
Nota: Este formato hace ver que tan común es ver en la población el consumo de alimentos fermentados.

3.4.2. Pruebas sensoriales.

Se realizarán degustaciones donde los participantes evaluarán la textura, sabor, olor y aceptación general del producto.

Figura 7

Encuesta de prueba sensorial

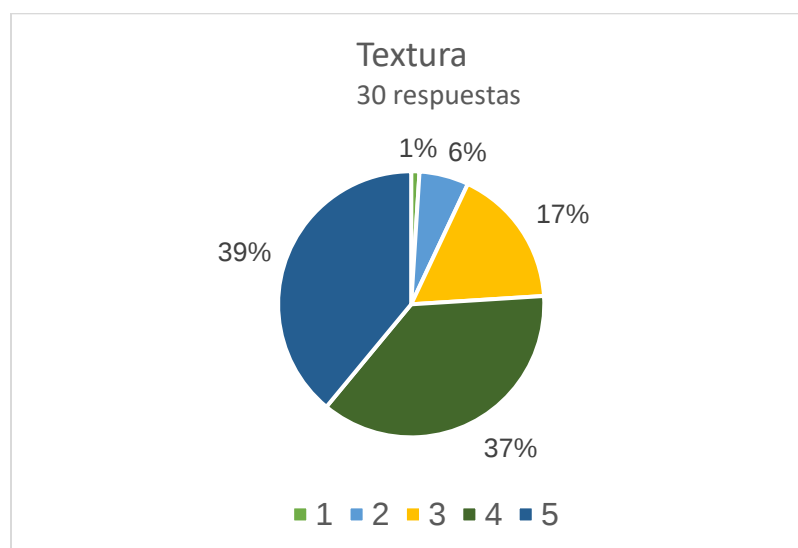


Fuente: Autoría propia

Nota: este formato muestra la aceptabilidad que tuvo el producto en cuanto a la apariencia.

Figura 8

Encuesta de prueba sensorial



Fuente: Autoría propia

Nota: este formato muestra la aceptabilidad que tuvo el producto en cuanto a la textura.

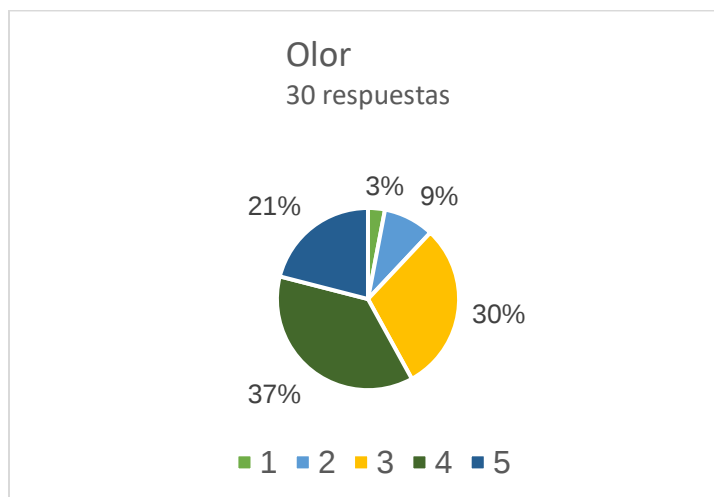
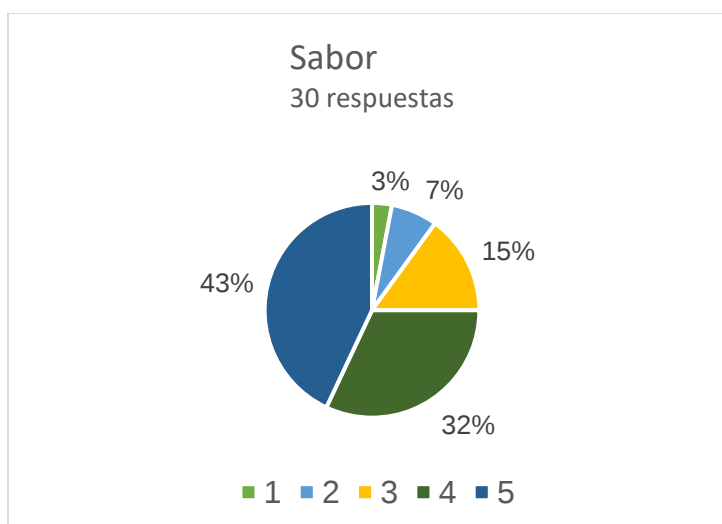
Figura 9*Encuesta de prueba sensorial**Fuente: Autoría propia****Nota:** este formato muestra la aceptabilidad que tuvo el producto en cuanto al olor..***Figura 10***Encuesta de prueba sensorial**Fuente: Autoría propia****Nota:** este formato muestra la aceptabilidad que tuvo el producto en cuanto al sabor.*

Figura 11

Formato para evaluar características organolépticas.

ENCUESTA SENSORIAL – CUBITOS PROTEICOS VEGANOS A PARTIR DE LEGUMBRES.

Producto elaborado a base de legumbres y
fermentado con *Rhizopus oligosporus*

Fecha: _____

Nombre del evaluador: _____

Edad: _____

¿Consume productos veganos? Sí () No ()

¿Ha probado antes alimentos fermentados como el
tempeh? Sí () No ()

Instrucciones: Evalúe las siguientes características
del producto en una escala de 1 a 5, donde:

1 = Muy desagradable | 2 = Desagradable | 3 =
Aceptable | 4 = Agradable | 5 = Muy agradable

Característica.	Calificación. (1 a 5)
Apariencia / color	
Textura en boca	
Olor	
Sabor	
Aceptación general	

Comentarios adicionales:

Fuente: Autoría propia

Nota: Este formato se usará para evaluar las características organolépticas para así poder saber que mejorar y que tanta aceptación tiene el producto.

3.4.3. Registro de observaciones.

Se documentarán reacciones y comentarios de los participantes durante las pruebas sensoriales.

4. Resultados y discusiones.

4.1. Resultados.

1. Aplicar operaciones unitarias para el acondicionamiento de las legumbres que serán usadas como materia prima.

Se logró acondicionar correctamente las legumbres mediante selección, hidratación, limpieza y desinfección, secado y fermentación controlada, garantizando así la correcta manipulación y correctos procesos para obtener un producto seguro y estable para el consumo humano. Demostrando que es necesario aplicar las operaciones unitarias correspondientes para asegurar la calidad del producto y la inocuidad. Gracias a la aplicación de las operaciones la calidad nutricional del producto se mejoró, aportando las vitaminas y minerales esenciales del alimento realizado. El hongo logró crecer y fermentar correctamente gracias a la aplicación de limpieza y desinfección, ya que necesita de un ambiente limpio y desinfectado para que no muera.

En el primer intento, el hongo murió por qué no se adecuó correctamente el lugar de producción y donde pasó la fermentación.

En cuanto la fermentación, el hongo es muy sensible a la temperatura. Se tuvo que repetir el proceso varias veces por fallas en esta operación unitaria, pues el hongo necesita estar a una temperatura perfecta, ya que, si se pasa, así sea por un tiempo no prolongado,

morirá. Por calor, se pone blanco pálido y empieza a oler a un poco de quemado combinado con su olor característico, predominando siempre el olor original. Por frío se pone amarillo muy rápido, y al cabo de 1 hora empieza a tener un olor más fuerte, luego tornándose un poco ácido y al pasar 6 horas se convierte en un olor insoportable.

2. Formular los prototipos de los cubitos proteicos.

Se formularon dos prototipos con variables diferentes y con proporciones diferentes de lentejas y frijoles. En ambos casos, tras algunos intentos, se consiguió textura estable y compacta después del proceso de fermentación y pasteurización. Los prototipos mantuvieron su forma, olor característico y color uniforme y sin presencia de manchas de colores inusuales, manteniendo características adecuadas para su consumo.

En el intento número 1, se observó que el hongo crecía mejor si se dejaban húmedas las legumbres, por lo que, el prototipo que tuvo menos porcentaje de humedad no favoreció al crecimiento y el hongo murió, tomando un color amarillento con algunas partes blancas, pero predominando el amarillo y con un olor muy fuerte a almendra combinado con un poco de Acidez.

En el intento número 2, se observó que es importante tener en cuenta el tamaño y la cantidad de huecos para la respiración del hongo.

En el prototipo 1 se realizaron huecos más pequeños y dispersos. En este caso se logró realizar el producto correctamente.

En el prototipo 2 se realizaron huecos más grandes, esto provocó que el producto se secara más rápido, lo que impidió que el hongo creciera correctamente ya que necesita una humedad adecuada. También, se generó una fermentación irregular, pues el micelio no cubrió

toda la superficie y se formaron zonas sin crecimiento. Además, estos agujeros grandes pueden permitir el ingreso de bacterias u otros mohos del aire, lo cual podría dañar el cultivo o cambiar su olor o sabor.

Si no se dejaban huecos el hongo moriría por falta de oxígeno, pues es un hongo aeróbico. Un ambiente anaeróbico generaría el desarrollo de bacterias no deseadas y mal olor. Además, el micelio no se desarrollaría bien, quedando húmedo, blando y con aspecto baboso. No sería seguro para el consumo.

En el intento número 3, La limpieza y desinfección juegan un papel importante en el crecimiento del hongo, pues gracias a los intentos que se llevaron a cabo, se pudo observar que había que limpiar y desinfectar correctamente el área de trabajo y de crecimiento del hongo, ya que el es muy sensible y si no se realiza correctamente morirá.

Se evidenció que el prototipo numero 2 presentó un mayor aprovechamiento de las materias primas, con un mayor rendimiento del producto final el cual es de 295 g y una reducción significativa de los residuos, con tan solo 35 g. En contraste el prototipo 1 generó una gran cantidad de residuos, siendo de 154 g y un menor rendimiento del producto final.

Estos resultados indican que el prototipo 2 logra mayor eficiencia en el proceso de transformación, aprovechando más las materias primas y contribuyendo a la sostenibilidad, ya que minimiza las pérdidas.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el objetivo general es generar cubitos proteicos, por lo que se busca generar un producto de calidad para el consumidor. Las lentejas son catalogadas como una de las legumbres que más contienen proteína, como el prototipo 1 tiene mayor proporción de lentejas, se obtiene más proteína. Aunque la opción de hacerlo con mayor proporción de frijoles no está mal, pues también contienen muy buena cantidad de proteína.

3. Evaluar características organolépticas.

Se realizó una encuesta a 30 personas para evaluar las características organolépticas del producto y que tanta aceptabilidad tendría y que se podría mejorar. Como resultado se obtuvo que hubo una gran aceptabilidad al producto, demostrando que puede llegar a ser bien recibido para un número más grande de consumidores. En general, tuvo muy buena aceptabilidad en el olor, textura, sabor y en la apariencia. Evidentemente se han recibido sugerencias para mejorar ciertos aspectos, sin embargo, se ha decidido que es mejor mantener la preparación tal y como se ha hecho, ya que algún cambio (por ejemplo, en la cantidad de lentejas) afectaría el resultado final de la fermentación.

4.2. Discusiones.

1. Aplicar operaciones unitarias para el acondicionamiento de las legumbres que serán usadas como materia prima.

Durante la primera fase, se llevaron a cabo todas las operaciones necesarias para preparar las legumbres que serían la base del producto. Se seleccionaron cuidadosamente las legumbres, desechando aquellas con defectos o tamaños inadecuados. Luego, se realizó un proceso de hidratación que duró 11 horas, con un cambio constante de agua para evitar que se deterioraran. Posteriormente, se llevaron a cabo procesos de limpieza, desinfección y escurrido. La inoculación del hongo *Rhizopus oligosporus* se realizó en condiciones controladas de temperatura (28 °C–32 °C), lo que permitió una fermentación adecuada y el desarrollo de un micelio uniforme de color blanco, un buen indicador de actividad microbiana.

Este procedimiento garantizó que las legumbres mantuvieran sus características nutritivas y sensoriales, asegurando así una materia prima óptima para la formulación de los cubitos. Según Hernández et al. (2017), las operaciones de preparación, como la hidratación y la fermentación, son fundamentales para aumentar la biodisponibilidad de los nutrientes en las legumbres y reducir compuestos antinutricionales como los taninos y fitatos. Esto se alinea con los resultados obtenidos, ya que el proceso aplicado favoreció la fermentación y evitó la pérdida de textura y color en la materia prima.

Arroyo y Rodríguez (2020) demostraron que el acondicionamiento previo de las legumbres mediante remojo, escurrido y fermentación controlada tiene un impacto directo en la calidad del tempeh. De manera similar, en este proyecto se evidenció que un acondicionamiento adecuado fue crucial para el éxito de las fases posteriores.

Los resultados obtenidos confirman la relevancia de las operaciones unitarias dentro del proceso agroindustrial. Un acondicionamiento apropiado permitió mantener la calidad microbiológica y nutritiva de las legumbres, lo que coincide con lo que describieron Arroyo y Rodríguez (2020). Además, el control de temperatura y tiempo fue esencial para lograr un crecimiento uniforme del hongo *Rhizopus oligosporus*, asegurando que es apto para la siguiente fase.

2. Formular los prototipos de los cubitos proteicos.

En la segunda fase del proyecto, se desarrollaron dos prototipos de cubitos proteicos, utilizando diferentes proporciones de lentejas y frijoles. En ambos casos, se logró una mezcla homogénea y una textura compacta tras el proceso de fermentación y pasteurización. Los prototipos mantuvieron su forma, su aroma característico y un color uniforme, sin grietas ni exceso de humedad.

El Prototipo 1, que contenía más lentejas, mostró una textura más suave y un sabor un poco más neutro. Por otro lado, el Prototipo 2, con una mayor cantidad de frijol, ofreció un sabor más intenso y una textura más firme. Esto demuestra que las proporciones de legumbres tienen un impacto directo en las propiedades finales del producto.

Según Martínez y López (2019), la combinación de proteínas vegetales puede alcanzar un valor nutricional comparable al de la proteína animal, siempre que se mantenga un equilibrio entre los aminoácidos esenciales. En este sentido, las mezclas utilizadas lograron un producto con buena densidad proteica y propiedades organolépticas adecuadas.

Cordeiro y Gregorius (2021) subrayan que la fermentación de legumbres es una técnica versátil que permite crear diferentes tipos de productos proteicos, asegurando su sostenibilidad y calidad nutricional. Los resultados obtenidos en esta fase respaldan lo que estos autores mencionan, ya que ambos prototipos demostraron ser viables en términos de estabilidad, textura y sabor.

Los resultados de la formulación de los prototipos evidencian que una combinación adecuada de lentejas y frijoles puede dar lugar a un producto firme, atractivo y rico en proteínas. Esto respalda la literatura revisada y demuestra que el uso de legumbres fermentadas es una alternativa eficaz para reemplazar parcialmente la proteína animal. Además, se comprobó que pequeñas variaciones en la proporción de legumbres pueden modificar las características sensoriales, lo que permite ajustar la receta según las preferencias del consumidor.

3. Evaluar características organolépticas.

La evaluación sensorial se llevó a cabo a través de degustaciones con un grupo de 30 participantes, quienes evaluaron el producto en términos de sabor, textura y aroma. La mayoría de las opiniones fueron positivas: el 83 % de los participantes consideró que el sabor era agradable, el 76 % opinó que la textura era adecuada y el 80 % destacó que el aroma era natural y atractivo. Algunos comentarios sugirieron que se podría mejorar la firmeza para evitar que el cubito se desmorone fácilmente al cocinarlo. Ortega (2012) menciona que la fermentación con *Rhizopus oligosporus* mejora la calidad sensorial de los alimentos, proporcionando un sabor más intenso y una textura más compacta. Este fenómeno se observó en los cubitos proteicos, donde la fermentación aportó un aroma característico y una textura similar a la del tempeh tradicional.

Bermúdez, Osorno, Suárez y Zapata (2023) también reportaron una alta aceptación sensorial en un estudio similar sobre tempeh elaborado con lentejas, subrayando que la fermentación genera cambios favorables en sabor y textura. Esto se alinea perfectamente con los resultados de este proyecto. Los hallazgos indican que los cubitos proteicos fueron bien recibidos por los participantes, validando la viabilidad del producto desde una perspectiva sensorial. El sabor y la textura alcanzados son comparables a los de otros alimentos fermentados a base de legumbres que se han descrito en la literatura científica. La fermentación controlada permitió crear un alimento con características agradables al paladar, lo que refuerza su potencial comercial como sustituto de la proteína animal.

4. Evaluar la Formulación de Cubitos Proteicos Veganos a Partir de Legumbres.

El proyecto ha demostrado que es totalmente posible crear un alimento innovador, nutritivo, económico y sostenible. Los cubitos proteicos, hechos a partir de lentejas y frijoles, han sido bien recibidos por los consumidores y tienen un gran potencial para convertirse en una fuente regular de proteína vegetal.

Se sugirió que la formulación de estos cubitos proteicos veganos podría ser vista como una alternativa viable a la proteína animal. Los resultados apoyan esta idea, ya que la mayoría de los participantes valoraron positivamente el producto y consideraron que podría integrarse en su dieta diaria.

La FAO (2020) afirma que reemplazar parte de la proteína animal con proteína vegetal es una estrategia clave para disminuir el impacto ambiental y mejorar la salud de las personas. Este proyecto se alinea con esa visión al utilizar legumbres locales, accesibles y económicas.

El logro del objetivo general demuestra que la producción de alimentos fermentados a base de legumbres es una opción viable tanto desde el punto de vista nutricional como ambiental. Los resultados obtenidos están en línea con la teoría revisada y con investigaciones previas que fomentan el consumo de proteínas vegetales por sus beneficios para la salud y la sostenibilidad. Además, el proyecto impulsa la innovación en el ámbito alimentario y fortalece la agroindustria local, aprovechando las materias primas disponibles en la región de Paz de Ariporo.

El desarrollo de cubitos proteicos veganos a partir de legumbres ofrece una alternativa real para mejorar la alimentación, reducir costos y cuidar el medio ambiente. Su buena aceptación sensorial demuestra que la innovación en productos vegetales puede ser una solución efectiva frente a los problemas de desnutrición y el alto costo de las proteínas animales.

4.3. Recomendaciones.

1. Usar legumbres con mayor proteína posible.
2. Aplicar correctamente las operaciones unitarias.
3. Cuidar muy bien al hongo. (Que respire, que tenga suficiente humedad, esté a la temperatura correcta, mantenerlo en un ambiente limpio, revisar que no tenga manchas raras)
4. Realizar pruebas de información nutricional.

Bibliografía

- abasto vegano. (6 de Noviembre de 2022). *5 legumbres para aportar más proteína a tu vida*. Obtenido de abasto vegano: https://abastovegano.com/blogs/news/5-legumbres-para-aportar-mas-proteina-a-tu-vida?srsId=AfmBOor_X5A1J182ePFb8p5gBadY1IH0CsPjFt6pPbUHKBCJ-m4nlTa
- Arroyo, B., & Rodriguez, A. (2020). *Estandarización del protocolo para elaborar tempeh con diversos granos (y su*. Obtenido de Universidad Autónoma de Nuevo León: <http://eprints.uanl.mx/23525/1/24.pdf>
- ATRIA. (10 de Junio de 2024). *¿Qué puedo hacer con un residuo de la industria alimentaria?* Obtenido de Atria: <https://atriainnovation.com/blog/que-puedo-hacer-con-un-residuo-de-la-industria-alimentaria/#:~:text=La%20industria%20alimentaria%20genera%20una,reaprovechamiento%20de%20los%20subproductos%20generados>.
- Bermúdez, K., Osorno, E., Suárez, S., & Zapata, G. (2023). *Producción de tempeh como alternativa proteica a partir de la fermentación de lentejas*. Obtenido de colmayor.edu: <https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2023/12/3.20.-Producción-de-tempeh-como-alternativa-proteica-a-partir-de-la-fermentación-de-lentejas-Lens-culinaris.pdf>
- Bueno y Vegano. (Julio de 2018). Obtenido de Bueno y Vegano: <https://www.buenoyvegano.com/2018/07/06/heura-proteinas-vegetales/>
- Cordeiro, L., & Gregorius, F. (2021). *Tempeh: Una revisión semicentenario sobre sus beneficios para la salud, fermentación, seguridad, procesamiento, sostenibilidad y asequibilidad*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33569911/>
- eufic. (10 de Febrero de 2025). *¿Qué legumbres son ricas en proteínas?* Obtenido de eufic: <https://www.eufic.org/es/vida-sana/articulo/que-legumbres-son-ricas-en-proteinas>
- Hashimoto, Y., Hamaguchi, M., & Fukui, M. (6 de 10 de 2023). *Fermented soybean foods and diabetes*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10688128/>
- Kahleova, H. (17 de 6 de 2020). *Cómo puede una dieta basada en vegetales mejorar nuestra salud intestinal: entrevista a Hana Kahleova*. (G. M. HEALTH, Entrevistador)
- Ministerio de Agricultura. (2021). *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales*. Obtenido de Unimilitar: <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb>
- Mundorganic. (20 de Octubre de 2023). *mundorganic*. Obtenido de mundorganic: <https://www.mundorganic.com>
- Ortega, E. H. (Octubre de 2012). *Proceso de Fermentación Sólida con Rhizopus Oligosporus*. Obtenido de Univalle: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/>
- Patricia Iza, C. M. (08 de Junio de 2018). *dspace*. Obtenido de dspace: <https://dspace.ueb.edu.ec>
- Pérez. (2020). *Investigation of Rhizopus Oligosporus Metabolites*. Obtenido de National Library of Medicine: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39057682/>

Ramirez, G. y. (2018). *Subproductos Agrícolas, una alternativa en la alimentación*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php>

Valuewaste. (2018). *Valuewaste*. Obtenido de Valuewaste: <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Valuewaste>

Venegas, D., Ayabaca, C., & Moreno, P. (Abril de 2021). *Reciclaje y Reutilizacion de Residuos Alimentarios, Propuesta para chile*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/350622752_Reciclaje_y_reutilizacion_de_residuos_alimentarios_propuesta_para_Chile

Vignola, B. (2024). *5 Beneficios de las Legumbres*. Obtenido de clinicauandes: <https://www.clinicauandes.cl>