

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ser vegetariano o vegano no solo es una tendencia en boga, sino un estilo de vida que está ligado a una vida saludable, siendo que este tipo de comida da prioridad al consumo de vegetales y frutas disminuyendo la utilización de carne animal para sus distintas preparaciones. La producción de embutidos vegetarianos busca proporcionar un alto valor nutricional para que las personas que los consuman se beneficien cada vez más con un producto que posea cualidades que alimenten de manera óptima a niños, adultos y personas de la tercera edad. (Badui, 2012)

A nivel nacional se han incrementado los consumidores de alimentos veganos y vegetarianos permitiendo que surja en el mercado una nueva línea de productos desde la carne vegana hasta los embutidos vegetarianos en busca de satisfacer la necesidad del mercado, tal es el caso del embutido vegetariano tipo jamón que es producido en la ciudad de La Paz por locales vegetarianos como “maná de los cielos” y “aguacate cocina consciente”, sin embargo no existe una micro empresa que se dedique a producir este tipo de producto sino que son elaborados por los locales mencionados a pedido, a nivel local no se realiza la producción de ningún embutido vegetariano por lo que el presente trabajo de investigación sería el primero en el área. (Melo, 2019)

1.2 Justificación

- ✚ Dada la fuerte tendencia de la población en modificar sus hábitos de consumo hacia una dieta más saludable orientada a productos vegetarianos o veganos, se pudo identificar la oportunidad ofertar un producto innovador, sano y con altos valores nutricionales para el mercado local.
- ✚ El presente trabajo de investigación surge como una alternativa a incorporar hongo comestible en la dieta de la población tarijeña debido a las características nutricionales, entre las que se destacan que contiene 7 de los aminoácidos esenciales, como ser lisina, leucina, metionina, valina, treonina, fenilalanina e histidina.

- ✚ Con la finalidad de mejorar aún más los valores nutricionales del producto final, el presente trabajo de investigación pretende incorporar lenteja en el producto ya que es una legumbre que tiene gran oferta en el mercado local, a precio accesible y muy completa nutricionalmente.
- ✚ Así mismo debido a la inexistencia de un producto igual en el mercado local, así como también la posibilidad de ofertar una opción vegetariana de alta calidad y con un precio competitivo, accesible para el consumidor, de esta forma coadyuvar con la Seguridad Alimentaria de la población Tarijeña.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados para el presente trabajo de investigación se describen a continuación:

1.3.1 Objetivo general

- ✚ Proponer una metodología experimental de proceso de emulsificación directa que permita obtener jamón vegetariano cocido, con la finalidad de obtener un producto nutritivo y de calidad para la provincia Cercado de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✚ Determinar los parámetros físicos, físico-químicos y microbiológicos del hongo comestible, con la finalidad de establecer sus características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas.
- ✚ Determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos de la lenteja y del gluten, con la finalidad de establecer sus características fisicoquímicas y microbiológicas.
- ✚ Aplicar evaluación sensorial para determinar las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido.

- ✚ Aplicar diseño experimental en la dosificación de jamón vegetariano cocido con el fin de determinar las variables del proceso.
- ✚ Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de jamón vegetariano cocido, con la finalidad de establecer la calidad del producto.
- ✚ Realizar el control de acidez y pH del jamón vegetariano cocido en el almacenamiento.
- ✚ Realizar el balance de materia y energía al proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido con el fin de conocer el rendimiento en el proceso de elaboración y el gasto de energía a nivel experimental.

1.4 Objeto de estudio

El objeto de estudio de la presente investigación es la aplicación del proceso de emulsión directa para obtener jamón vegetariano cocido a partir del hongo comestible, lenteja y gluten.

1.5 Campo de acción

El campo de acción del presente trabajo de investigación, se realizó en el siguiente espacio y tiempo:

Espacial

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

Temporal

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo durante la gestión 2020-2021.

Institución

El presente trabajo de investigación fue realizado en los Laboratorios Taller de

Alimentos (LTA) y en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de alimento (LCIA), dependientes de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

1.6 Situación del problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha afirmado que seis de cada diez enfermedades están relacionadas con lo que comemos, y las que más destacan son la hipertensión arterial, el colesterol elevado, la deficiencia de hierro, el sobrepeso, la obesidad y la diabetes.

Datos alarmantes debido a los malos hábitos alimenticios que lleva el ciudadano promedio, esto, reforzado por la alta oferta alimenticia no saludable, las frituras con exceso de grasas de origen animal, el ritmo de vida actual y sumados al bajo número de tantos productores, como productos vegetarianos saludables.

Hoy en día se ve un incremento de los casos de personas que sufren de hipertensión, triglicéridos y ácido úrico elevados, diabetes tipo 2 y sobre peso, enfermedades que están ligadas a malos hábitos alimenticios, al exceso de grasas de origen animal. Es por eso, que existe una tendencia a modificar la dieta alimentaria a una vegetariana o vegana, ya que estas suelen estar ligadas a una vida más saludable, porque este tipo de dietas se basan en el consumo de legumbres, frutas y verduras. Se pretende elaborar jamón vegetariano cocido, a partir de una emulsión entre lentejas, hongos ostra y otros ingredientes con la finalidad de incorporar estos alimentos en la dieta debido a sus altos valores nutricionales y así mismo obtener un alimento que sea rico en proteína vegetal y bajo en grasa.

Sin embargo, en la actualidad se puede evidenciar que existe una tendencia a modificar la dieta alimentaria debido al incremento en la demanda de productos nutritivos, comúnmente relacionados con vegetarianos o veganos ya que estos suelen estar ligados a una vida más saludable debido a que este tipo de dietas se basan en el consumo de legumbres, frutas y verduras. Debido a lo antes mencionado y a la evidente falta de un producto vegetariano, que emplee materia prima natural que se pueda adquirir en la

región con altas características nutricionales, se pretende elaborar jamón vegetariano cocido, a partir de una emulsión entre lentejas, hongos ostra y otros ingredientes con la finalidad de incorporar estos alimentos en la dieta debido a sus altos valores nutricionales y así mismo obtener un alimento que sea rico en proteína vegetal y bajo en grasa.

1.7 Formulación del problema

¿Se logrará obtener jamón vegetariano cocido, mediante la metodología experimental propuesta de emulsión directa con el fin de obtener un producto de calidad nutricional para la población de la provincia de Cercado?

1.8 Hipótesis

Aplicando el proceso de emulsión directa, es posible elaborar jamón vegetariano cocido, para la obtención de un producto de calidad nutricional para la población de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

1.2 Origen de los productos vegetarianos

La historia del vegetarianismo está relacionada con muchos de los más destacados hombres que ha tenido la humanidad. A través de la evolución del ser humano se ha modificado la percepción de la comida llevándola desde una mera herramienta de sobrevivencia hacia una instancia en la que se ven fuertemente involucradas ciertas prácticas, convirtiendo a la comida en una de las industrias más grandes a nivel mundial. (Stahler, 2009)

Muchas religiones y creencias han apoyado el vegetarianismo como es el caso del brahmanismo, el budismo, el jainismo, el zoroastrismo y los adventistas que abogan por la abstención de comer carne. En cuanto a la religión católica, no se encuentra una postura absoluta en cuanto al consumo de carne. (Stahler, 2009)

La tendencia de eliminar el consumo de carne de la dieta tradicional ha surgido debido a una tendencia moderna a nivel mundial de disminuir el sufrimiento de los animales considerados como animales de consumo. Surgiendo dos líneas de importancia el vegetarianismo donde se tiene una tendencia alimentaría que excluye los alimentos de origen animal o parte de ellos mientras que las líneas veganas no consumen productos de origen animal ni sus derivados. (Molina, 2008)

El vegetarianismo o vegetarianismo es el régimen alimentario que tiene como principio la abstención de carne de origen animal y se basa en el consumo de cereales, legumbres, setas, frutas y verduras. La persona que practica este tipo de dieta es conocida como vegetariana. (Phillips, 1975)

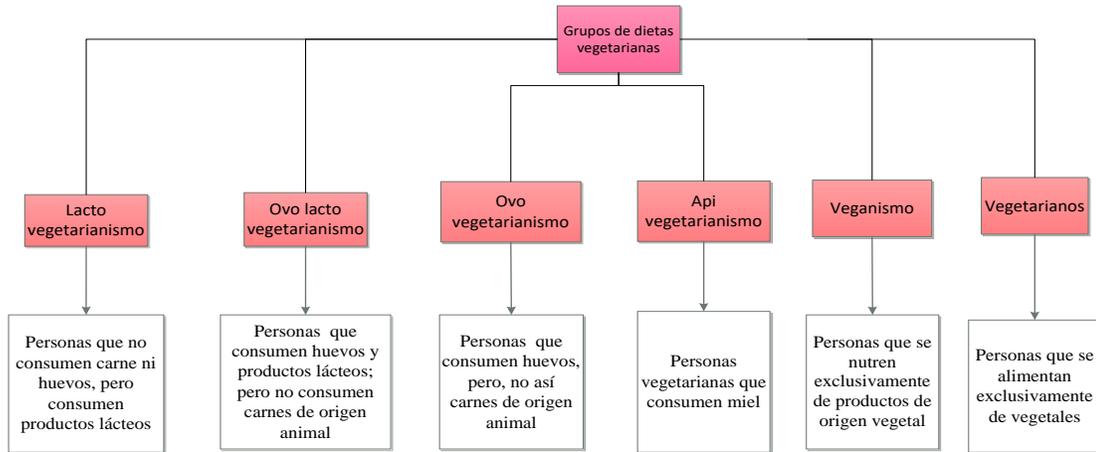
1.3 Definición de embutido cocido vegetariano

Según Fliess (1974) menciona que “Producto vegetariano es aquel que utiliza ingredientes vegetarianos, descartando la carne animal y todos los productos derivados de tejido animal” (Fliess, 1974)

Según Schiffner (1996), menciona que “Se denomina embutidos cocidos rodos aquellos embutidos que se elaboran con materias primas cocidas y que, una vez embutidos o conservados, son tratados otra vez al calor” (Schiffner, 1996)

2.2.1 Variedad de productos de la dieta vegetariana

En la figura 2.1, se detallan los grupos de alimentos que se encuentran en cuanto a dietas vegetarianas que conoce.

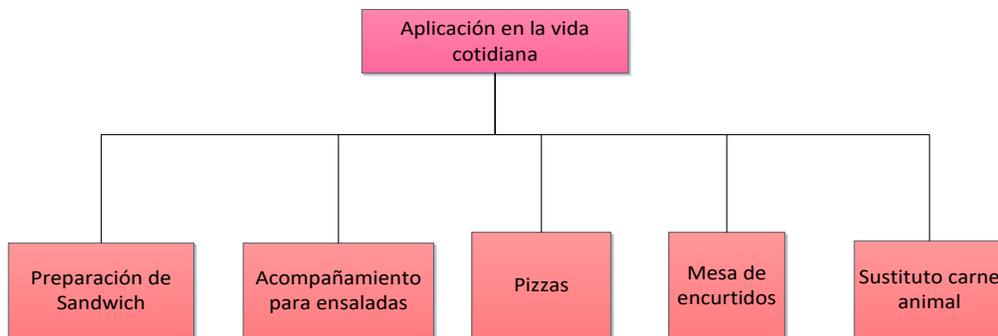


Fuente: Fliess, 1974

Figura 2.1 Grupos de dietas vegetarianas

2.3 Aplicación del jamón vegetariano tipo cocido en el ser humano

En la figura 2.2, se explica la aplicación del jamón vegetariano tipo cocido en la vida diaria es la siguiente:



Fuente: Green, 2019

Figura 2.2 Aplicación del producto en el ser humano

2.4 Clasificación de los alimentos vegetarianos

Los alimentos vegetarianos pueden clasificarse en varios tipos, como se muestra en la tabla 2.1

Tabla 2.1

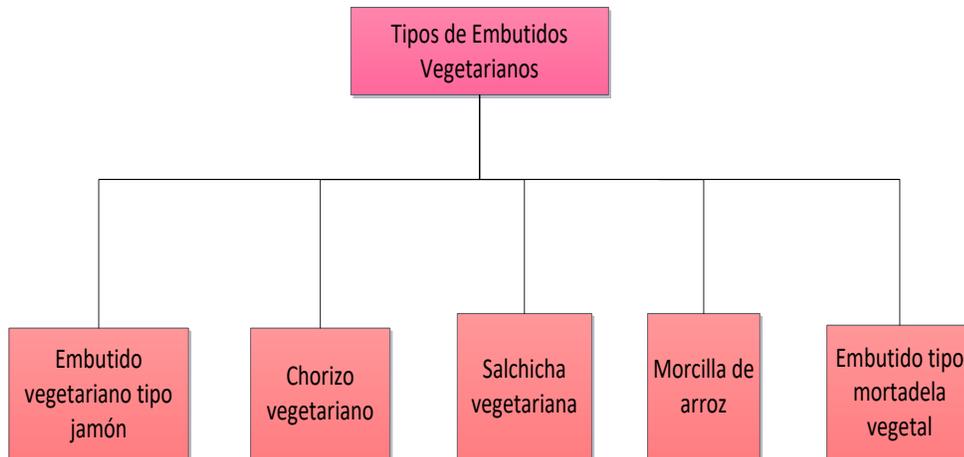
Clasificación de los alimentos vegetarianos

Clasificación	Descripción
Tradicionales	Cereales, frutas, verduras, frutos secos.
Productos de Soya	Tofu y el tempeh
Proteína vegetal texturizada	Harina vegetal desgrasada
Sucedáneos	Huevo y lácteos
Embutidos Vegetarianos	Imitando la textura de los embutidos comunes

Fuente: Fliess, 1974

2.4.1 Tipos de embutidos vegetarianos

En la figura 2.3, se muestran los tipos de embutidos vegetarianos que existen.



Fuente: Fliess, 1974

Figura 2.3 Tipos de embutidos vegetarianos

2.5 Proteínas vegetales

Los alimentos de origen vegetal contienen sustancias protectoras como fibras simples y compuestas, antioxidantes y fotoquímicos, claramente relacionadas con la salud, y la

calidad de vida. Son fáciles de adquirir y normalmente tienen un bajo costo. Además, no tienen colesterol y su contenido en grasas saturadas es, en general, muy bajo. (Morales, 2014).

Las proteínas vegetales se denominan proteínas de baja calidad porque tienen un contenido bajo (cantidad limitante) de uno o más de los aminoácidos requeridos. Los tres aminoácidos más limitantes más comunes son lisina, metionina, y triptófano. Aunque las proteínas vegetales tienen cantidades limitantes de alguno (pero no de todos) los aminoácidos esenciales, es un error considerar que son unas fuentes pobres de proteína. Muchas personas, no tienen problemas para obtener cantidades adecuadas de los aminoácidos necesarios a partir de dietas vegetales combinadas con cereales así unas complementan a las otras y el organismo recibe entre todas, el conjunto de aminoácidos necesarios que este necesita, este fenómeno se conoce como suplementación, y es la clave para una nutrición correcta. Con tales dietas, es necesario consumir mayores cantidades de proteína total para obtener una suplementación correcta, que las que se requerirían con dietas de proteínas animales. Las proteínas forman la base de la estructura del organismo, es el componente más importante de los músculos, sangre, piel, uñas, pelo y de los órganos internos. Además, estas no se almacenan en el organismo a diferencia de lo que ocurre con las grasas y los carbohidratos, por eso es necesario ingerirlas de forma constante y abundante (Morales, 2014).

2.5.1 Beneficios proteínas vegetales en el ser humano de las

Según (Morales, 2014) los beneficios que se obtienen al consumir proteínas vegetales son:

- Son menos acidificantes de nuestra sangre, pues van acompañadas de más minerales.
- Contienen menos purinas y se eliminan mejor.

- En los intestinos se fermentan y no se pudren como las de la carne. La vitalidad de la carne baja al momento mientras que las proteínas vegetales duran hasta semanas sin perder vitalidad, por eso no se pudren, sino que fermentan.
- Contienen menos grasas y son insaturadas
- No contienen colesterol
- Tienen fibra
- Son fáciles de digerir
- No contienen ácido úrico
- Sobrecargan menos el hígado y los riñones
- Ideales para dietas bajas en calorías
- Son más baratas

2.6 Materia prima en la elaboración de jamón vegetariano tipo cocido

La materia prima utilizada para la elaboración de jamón vegetariano tipo cocido se detalla a continuación:

2.6.1 Hongos comestibles

Se denomina *Pleurotus ostratus* a los hongos comestibles que tienen agua, hidratos de carbono y lípidos, la mayoría de los hongos comestibles no les dan un sabor determinado a las comidas, los hongos comestibles poseen el doble del contenido de proteínas que los vegetales y tienen nueve aminoácidos esenciales, como la leucina y lisina, tienen alto contenido de minerales y bajo contenido en calorías e hidratos de carbono, se caracterizan además por tener propiedades medicinales y aromáticas. (Romero, 2010)

Todos los hongos pertenecen al reino Fungí, un grupo muy diferente al de las plantas y animales. Contrario de las plantas, los hongos no producen su propio alimento, sino que dependen de otros compuestos y su descomposición para alimentarse; estos pueden

ser saprófitos, simbióticos o parásitos. Forman hifas las cuales son pequeñas protuberancias en forma de hilos que se originan de las esporas. Las hifas, al expandirse y desarrollarse, formarán una masa blanca y algodonosa llamada micelio, la cual dará lugar a las estructuras reproductivas. (Oei, 2003)

2.6.1.1 Descripción del hongo *Pleurotus ostreatus*

El *Pleurotus ostreatus* es un hongo saprofito y algunas veces parásito que crece principalmente sobre sustratos lignocelulósicos vivos o muertos, pobres en nutrientes y con bajos niveles de minerales y vitaminas. (Lagos, 2002)

Los hongos ostra cuando se encuentran en su ambiente natural crecen en el suelo, troncos o sobres desechos agrícolas que tienen entre sus principales componentes celulosa (40-60%), hemicelulosa (15-50%) y lignina (10-30%), estando en condiciones húmedas y frías. (Cruz, 2010)

El valor nutritivo de *Pleurotus ostreatus* ha sido reconocido desde hace mucho tiempo. Sus proteínas, las cuales contienen todos los aminoácidos esenciales, son de valor nutritivo más alto que las proteínas de las plantas, con una calidad muy cercana a la proteína animal. (Sánchez, 2002)

En adición a su valor como alimento rico en proteína, los hongos contienen carbohidratos poliméricos como el glucógeno y la quitina, y varios glúcidos simples (monosacáridos), como la glucosa, fructosa, galactosa, tetralosa y muchos otros. Ellos son ricos en minerales como el potasio, el fósforo y el hierro. Contienen un amplio rango de vitaminas y son particularmente ricos en tiamina (B1), riboflavina (B2), así como ácido pantoténico (B3), ácido ascórbico (C), biotina (H). La riqueza en fibra cruda debe ser igualmente mencionada. (Sánchez, 2002)

2.6.1.2 Taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus*

En la tabla 2.2, se detalla la taxonomía del hongo *Pleurotus ostreatus*.

Tabla 2.2

Taxonomía hongo *Pleurotus ostreatus*

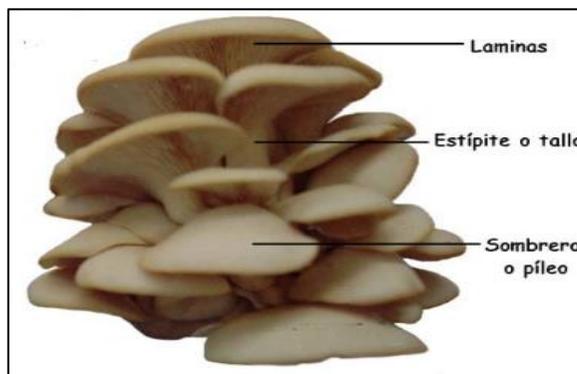
Reino	Fungí
Filo	Basidioycota
Clase	Homobasidiomycetes
Orden	Agaricales
Genero	Pleurotus
Especie	Pleurotus Ostreatus

Fuente: Cruz,2010

2.6.1.3 Partes del hongo comestible

Para describir las partes del hongo se puede mencionar que en la parte inferior del sombrero hay unas laminillas dispuestas radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene, hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o crema, a veces bifurcadas, y en ellas se producen las esporas destinadas a la reproducción de la especie. Estas esporas son pequeñas, oblongas, casi cilíndricas (Monterroso, 2012)

El pie o estípite suele ser corto, algo lateral u oblicuo, ligeramente duro, blanco, con el principio de las laminillas en la parte de arriba y algo peloso en la base. Pueden crecer de forma aislada sobre una superficie horizontal o en grupo formando repisas laterales superpuestas sobre un costado de los árboles. La carne es blanca, de olor algo fuerte, tierno al principio y después correosa. (Monterroso, 2012)



Fuente: Monterroso,2012

Figura 2.4: Partes del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*

2.6.1.4 Valor nutricional del hongo comestible

En la tabla 2.3, se muestra el valor nutricional del hongo ostra utilizada en la elaboración del jamón vegetariano tipo cocido.

Tabla 2.3

Valor nutricional del hongo comestible

Composición	Cantidad	Unidad
Energía	242,0	Kcal
Hidratos de carbono	3,4	g
Proteínas	25,8	g
Fibra	3,6	g
Grasas	13,9	g

Fuente: Reinoso, 2015

2.6.1.5 Composición mineralógica del hongo comestible

En la tabla 2.4, se muestra la composición mineralógica del hongo utilizado en la elaboración del producto cocido vegetariano tipo jamón.

Tabla 2.4

Composición mineralógica del hongo comestible

Minerales	Cantidad	Unidad
Calcio	35,0	mg
Hierro	3,3	mg
Fósforo	335,0	mg
Potasio	54,0	mg

Fuente: Reinoso, 2015

2.6.1.6 Vitaminas del hongo comestible

En la tabla 2.5, se muestra la cantidad de vitaminas presentes en el hongo utilizado en la elaboración del producto cocido vegetariano tipo jamón.

Tabla 2.5

Cantidad de vitaminas presentes en el hongo comestible

Vitamina	Cantidad	Unidad
Vitamina A	0,0	mg
Vitamina B1	0,1	mg
Vitamina B2	0,2	mg
Vitamina B3	1,5	mg
Vitamina B12	0,0	mg
Vitamina C	0,0	mg

Fuente: Reinoso, 2015

2.7 Caracterización de los insumos utilizados en la elaboración

La caracterización permitirá establecer cuáles son los atributos más importantes de los insumos que serán utilizados al momento de elaborar el producto.

2.7.1 Caracterización de la lenteja *Lens culinaris*

Las lentejas aportan nutrientes y vitaminas fundamentales para el organismo. Es un elemento muy respetado en las dietas debido a distintos beneficios para la salud de la población en general: embarazadas, deportistas y personas de todas las edades fortalecen su cuerpo al incorporar lentejas. (Francisco, 2002)

Las lentejas tienen un excelente valor nutricional, ya que nos proporcionan fibra, hierro, folato, proteína, magnesio y zinc (Benitez, 2019)

En la figura 2.5, se muestra la lenteja.



Fuente: Naturalista, 2020

Figura 2.5: Lenteja *Lens culinaris*

2.7.1.1 Beneficios del consumo de lentejas en la dieta alimentaria para el ser humano

Según (Benitez, 2019) los beneficios del consumo de lenteja en la dieta alimentaria para el ser humano son:

- Gracias a su alto contenido en fibra, las lentejas son un alimento excelente para regular el tránsito intestinal.
- Aquellas personas que se han sumado al mundo vegetariano o vegano deberían consumir esta legumbre, ya que les proporcionará una gran fuente de nutrientes.
- Debido a su contenido de vitaminas y minerales, contribuye al buen estado de las uñas, la piel y el cabello.
- Gracias a las vitaminas A y E tiene un efecto antioxidante.

2.7.1.2 Beneficios del consumo de la lenteja para la salud

Según (Francisco, 2002) los beneficios del consumo de la lenteja para la salud del ser humano son:

- Generan una sensación de saciedad durante más tiempo, lo que evita que se consuman otros alimentos calóricos.
- En las mujeres embarazadas sus minerales colaboran con el desarrollo del feto y la prevención de anemia.
- Mejoran la elasticidad de la piel y coadyuvan a la formación del músculo.
- La vista y la piel se protegen debido a la mejor absorción de vitamina A.

Se logra disminuir y controlar la presión arterial, la glucosa en sangre y el colesterol.

2.7.1.3 Valor nutricional de lenteja

En la tabla 2.6, se detalla el valor nutricional que proporciona esta legumbre.

Tabla 2.6

Valor nutricional de la lenteja

Composición	Cantidad	Unidad
Energía	351,0	kcal
Hidratos de carbono	54,0	g
Proteínas	23,8	g
Fibra	11,7	g
Grasas	1,8	g

Fuente: Perales,2013

2.7.1.4 Composición mineralógica de lenteja

En la tabla 2.7 se detalla la composición mineralógica de lenteja.

Tabla 2.7

Cantidad de minerales en la lenteja

Composición Mineal	Cantidad	Unidad
Hierro	7,1	g
Magnesio	78,0	g
Zinc	3,1	g
Potasio	737,0	g
Fósforo	240,0	g

Fuente: Perales,2013

2.7.2 Gluten

Según (Biesiekierski, 2017) el gluten es “Es una proteína que se encuentra presente en algunos cereales, estos son el trigo, cebada, centeno, espelta, sémola y kamut. Una de sus funciones es permitir que estos cereales puedan aglutinarse y formar masas.

2.7.2.1 Composición del gluten

El gluten se forma por la interacción entre la glutenina y las prolaminas (principalmente del trigo, y en menor medida del centeno, cebada y avena) en presencia de agua y energía mecánica. (Giménez, 2013)

2.7.2.2 Propiedades del gluten

Según (Biesiekierski, 2017) las propiedades del gluten son:

- Es un producto aglutinante. Por eso, es muy usado para preparar panes, tortas, pizzas, etc.
- Los cereales que contienen gluten aportan fibra, minerales y vitaminas que son necesarios para el funcionamiento del cuerpo.
- El gluten es capaz de atrapar el aire en la masa. Por esta razón, da una consistencia esponjosa a las tortas, panes y otros productos de panadería.
- Se trata de una fuente de proteína vegetal.
- Es una proteína termoestable. Esto significa que no cambia su composición cuando se somete al calor.
- Tiene usos fuera de la alimentación. Es un ingrediente muy común en la fabricación de productos cosméticos. Incluso, la industria está evaluando usarlo para la creación de bolsas biodegradables.

2.7.2.3 Valor nutricional del gluten

En la tabla 2.8, se detalla el valor nutricional que proporciona el gluten.

Tabla 2.8

Valor nutricional del gluten

Composición	Cantidad	Unidad
Energía	200,0	g
Hidratos de carbono	67,0	g
Proteínas	12,0	g
Fibra	15,0	g
Grasas	0,5	g

Fuente: Perales, 2013

2.7.2.4 Composición mineralógica del gluten

En la tabla 2.9, se detalla la composición mineralógica del gluten.

Tabla 2.9

Composición mineralógica del gluten

Composición Mineral	Cantidad	Unidades
Hierro	12,3	g
Magnesio	150,0	g
Zinc	7,9	g
Potasio	889,0	g
Fósforo	430,0	g

Fuente: Perales, 2013

2.7.3 Pimienta negra en polvo *Piper nigrum*

La pimienta negra se utilizó dentro de la elaboración del producto como un saborizante y sazónador. En la tabla 2.10, se detalla el valor nutricional de la pimienta negra en polvo.

Tabla 2.10

Valor nutricional de la pimienta negra en polvo

Composición	Cantidad	Unidad
Hidratos de carbono	38,3	g
Proteínas	11,0	g
Fibra	26,5	g
Grasas	3,3	g

Fuente: Cameroni, 2012

2.7.4 Ajo en polvo *Alium sativum*

El ajo en polvo fue utilizado dentro del proyecto como aromatizante y poderoso conservante.

En la tabla 2.11, se detalla el valor nutricional del ajo en polvo

Tabla 2.11

Valor nutricional ajo en polvo

Composición	Cantidad	Unidad
Carbohidratos	72,7	g
Proteínas	16,6	g
Fibra	26,5	g
Grasas	3,3	g

Fuente: Cameroni, 2012

2.7.5 Sal blanca

Sustancia cristalizada, friable e inodora, de sabor punzante, empleada como condimento y como agente de conservación. Compuesta por cloruro de sodio en estado puro, la sal es muy abundante en la naturaleza. Se distingue la sal marina, extraída del agua de mar por evaporación (30 kg por metro cúbico), y la sal gema, que existe en estado cristalino en la tierra. (Cameroni,2012)

En la tabla 2.12 se muestra el valor nutricional de la sal se utilizará como saborizante de la materia prima.

En el presente proyecto se utilizó la sal fina de mesa “Perla andina”

Tabla 2.12

Valor nutricional de la sal

Composición	Cantidad	Unidad
Carbohidratos	38,78	g
Proteínas	0,20	g

Fuente: Cameroni, 2012

2.7.6 Aceite de girasol

El aceite de girasol es rico en ácidos grasos poliinsaturados, el cual es de suma importancia en el correcto funcionamiento de nuestro corazón. Además, es beneficioso

para el sistema cardiovascular por contener grandes cantidades de colina y ácido fenólico. Puede llegar a tener un 80% de grasas monoinsaturadas, convirtiéndose en uno de los aceites más beneficiosos para la salud y reduciendo la posibilidad de padecer enfermedades cardiovasculares. (Escalante, 2018)

En la tabla 2.13, se muestra el valor nutricional del aceite de girasol utilizado en la elaboración del producto.

Tabla 2.13

Valor nutricional del aceite de girasol

Composición	Cantidad	Unidad
Kilocalorías	900	g
Grasas totales	100	g
Vitamina E	25	mg

Fuente: Arcor, 2020

2.7.7 Aromatizante artificial de panceta

En la tabla 2.14 se muestra el valor nutricional del aromatizante, que permitirá incrementar y mejorar el aroma de producto.

Tabla 2.14

Valor nutricional aromatizante panceta

Composición	Cantidad	Unidades
Energía	200,00	kcal
Hidratos de carbono	2,05	g

Fuente: Naturex, 2020

2.7.8 Extracto de pimentón líquido

La paprika es el colorante típico del pimiento rojo y del pimentón, que es utilizado para mejorar el sabor del producto que se desea realizar, su composición nutricional es la

siguiente Sus aplicaciones en la fabricación de embutidos son de sobra conocidas. (Flavorix, 2018).

En la tabla 2.15 se detalla el valor nutricional del extracto de pimentón líquido.

Tabla 2.15

Valor nutricional extracto de pimentón líquido

Composición	Cantidad	Unidad
Energía	300,00	g
Hidratos de carbono	34,84	g
Fibra	20,90	g

Fuente: Naturex, 2020

2.7.9 Comino en polvo

El comino es usado para sazonar, pues resalta la dulzura natural de los mismos. (Cameroni, 2012).

En la tabla 2.16 se detalla el valor nutricional del comino en polvo.

Tabla 2.16

Valor nutricional del comino

Composición	Cantidad	Unidades
Energía	375,00	g
Proteínas	17,81	g
Carbohidratos	44,20	g
Azúcar	2,25	g
Fibra	10,50	g
Sodio	168,00	g

Fuente: Cameroni, 2012

2.8 Proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de jamón vegetariano cocido

El proceso tecnológico que será utilizado para la elaboración de productos cocidos vegetarianos tipo jamón a base hongos ostra, lenteja y gluten, será la emulsificación múltiple a nivel experimental.

2.8.1 Emulsión

Las emulsiones pueden jugar un papel fundamental en los alimentos que consumimos diariamente. Desde los productos lácteos hasta los productos de panificación, las emulsiones pueden ayudar a formar la matriz sobre la que se construyen esos productos. En un sentido más restringido, podemos definir las emulsiones como combinaciones de al menos dos líquidos que no pueden mezclarse, lo que en alimentos suele significar aceite y agua. Al menos uno de éstos constituye la fase continua o externa, dentro de la que se encontrará la fase dispersa, también conocida como discontinua o interna. La industria alimenticia también incluye no líquidos en este concepto, productos como panes, emulsiones cárnicas y helado. Las emulsiones cárnicas son una matriz de aceite en agua con una proteína en forma de gel que incluye carne molida, emulsificantes y estabilizantes. Los productos de panificación son sin incluir a algunos rellenos y cremas matrices con aceite en agua de almidón y redes de proteínas que apoyan burbujas de aire. La mantequilla y la margarina son productos contruidos en redes de cristales de grasa con agua sobre aceite. (Herrera, 2019)

Es interesante comprender cómo se forma una emulsión. El tipo de emulsión se determina por la cantidad de energía aplicada cuanto mayor la energía más fina será la emulsión. Las emulsiones muy gruesas se pueden formar mediante una agitación o mezclado vigorosos. Obviamente, la mantequilla, el helado y los quesos han sido fabricados durante siglos sin necesidad de equipos sofisticados. Un ejemplo es la separación de la crema de la leche cruda al dejar que la crema se pose en la parte superior. De esta forma, se producen los cultivos de forma natural para elaborar la mantequilla. (Herrera, 2019)

Para desarrollar una emulsión muy fina, la emulsificación a alta presión, el mezclado con superficie de raspado, la inyección al vapor y el mezclado ultrasónico pueden proporcionar las turbulencias necesarias (Herrera, 2019).

La teoría de Aplicación a los coloides Liofóbicos (DLVO) afirma que la estabilidad de un sistema coloidal puede determinarse por la suma de las fuerzas repulsivas de doble capa eléctrica y las fuerzas de atracción, de van der Waals, alrededor de las partículas. La energía crea una barrera alrededor de las partículas que desarrollan una repulsión entre ellas a no ser que se produzca una colisión con la suficiente energía como para superar esta fuerza. El Potencial Zeta es la carga general que una partícula adquiere en un medio. Si el Potencial neto Zeta de la emulsión es mayor de 30 milivoltios o menor de -30 milivoltios, la emulsión es relativamente estable. Las partículas tienen suficiente carga como para repelerse entre ellas. Si la Potencial Zeta se sitúa entre esos dos valores, la estabilidad dejará mucho que desear. La Potencial Zeta se ve muy afectado por el pH ya que, por lo general, éste es negativo a un bajo pH y positivo a un alto pH. El punto al que un Potencial para Zeta iguala a cero es el punto isoeléctrico, el pH en el que el sistema es algo menos estable (Herrera, 2019).

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

El presente trabajo de investigación y las pruebas experimentales de “Jamón vegetariano cocido” se realizaron en el Laboratorio Taller de Alimentos “LTA” y Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos; dependientes del Departamento de Biotecnología y Ciencias de los Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Equipos de proceso, instrumentos, materiales de laboratorio y utensilios

Durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación, se utilizó los siguientes equipos de proceso, instrumentos, materiales de laboratorios y utensilios que se a continuación:

3.2.1 Mixer eléctrico manual

El mixer eléctrico manual figura 3.1, fue el artífice del mezclado y la homogenización de las materias primas e insumos. Se encuentra en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

	<p style="text-align: center;"><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Marca: Silver Crest▪ Modelo: ED-215(BU)-2▪ Voltaje: AC220V▪ Cuchilla rígida: Acero inoxidable▪ Potencia: 220W▪ Industria: China
---	---

Fuente: LCIA, 2021

Figura 3.1 Especificaciones técnicas del mixer eléctrico manual

3.2.2 Freezer

El freezer figura 3.2, se utilizó para refrigerar los hongos, la lenteja y el producto terminado. Se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos (LTA).

	<p><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Industria: Brasil▪ Fabricado por: Whirlpool S.A.▪ Marca: consul▪ Modelo: CHB53CBDEA▪ Potencia: 226 watts▪ Tensión: 220 V▪ Frecuencia: 50 Hz▪ Corriente: 2.1 A
---	---

Fuente: LCIA, 2021

Figura 3.2 Especificaciones técnicas del freezer Arctic King.

3.2.3 Cocina Industrial

Este equipo se utilizó como fuente de suministro de calor necesario para la etapa de cocción de la lenteja y el producto final. Las especificaciones técnicas de la cocina, se indica en la figura 3.3.

	<p><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Número de hornallas: 2▪ Consumo: 1500 Kcal/h▪ Dimensión: 127 x 304 mm▪ Material: Acero Inoxidable▪ Industria: Bolivia▪ Regulador: un nivel
---	--

Fuente: L.T.A, 2021

Figura 3.3 Especificaciones técnicas de la cocina industrial

3.2.4 Instrumentos de laboratorio

Los instrumentos de laboratorio que se utilizaron en el presente trabajo de investigación; se describen a continuación:

3.2.4.1 pH-metro digital

El pH-metro digital figura 3.4, se utilizó para determinar el pH en el producto terminado, este instrumento pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

	<p style="text-align: center;"><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Marca: Horiba➤ Industria: Japón➤ Pantalla: LCD➤ Parámetros: Ph/ORP/Ion/Temp(°C)➤ Rango de Ph: -2.00 a 19.99 pH➤ Precisión: 0.003 pH
---	---

Fuente: LCIA, 2021

Figura 3.4 Especificaciones técnicas pH-metro

3.2.4.2 Bureta digital

La bureta digital figura 3.5, se utilizó para determinar la acidez (ácido láctico), utilizando hidróxido de sodio (NaOH) y como indicador fenolftaleína líquida en el producto terminado, este instrumento pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

	<p style="text-align: center;"><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Marca: JENCONS➤ Modelo: Digitrate-PRO 50➤ Rango: 0,01-50 ml➤ Precisión: 0,2➤ Operacionalización: Manual➤ Industria: Española
---	--

Fuente: LCIA, 2021

Figura 3.5 Especificaciones técnicas de la bureta digital

3.2.4.3 Termobalanza digital

La termobalanza digital figura 3.6, se utilizó para determinar la humedad en el producto terminado, este instrumento pertenece al Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LCIA).

	<p style="text-align: center;"><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Marca: RADWAG BALANCE & SCALES➤ Modelo: PM 60.3Y.WH➤ Capacidad máxima: 60g d=0,1mg➤ Temperatura máxima: 250°C
---	---

Fuente: LCIA, 2021

Figura 3.6 Especificaciones técnicas de la termo balanza.

3.2.4.4 Balanza digital

Este equipo se utilizó para el pesaje de materia prima e insumos. Las especificaciones técnicas de la balanza digital, se muestran en la figura 3.7.

	<p style="text-align: center;"><u>Especificaciones técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Industria: Suiza➤ Marca: METTLER TOLEDO➤ Modelo: PB1502➤ Potencia: 5 W➤ Frecuencia: 50/60 Hz➤ Capacidad: Max. 1510g
---	---

Fuente: L.T.A, 2021

Figura 3.7 Especificaciones técnicas de la balanza digital

3.2.5 Material de laboratorio

En la tabla 3.1 se muestra los materiales de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación experimental para la obtención de jamón vegetariano cocido.

Tabla 3.1

Material de laboratorio

Materiales	Cantidad	Capacidad	Material
Termómetro	1	1 a 100 °C	Vidrio
Espátulas	2	Pequeñas	Acero Inoxidable
Pipetas volumétricas aforadas	2	5 ml-10 ml	Vidrio
Varilla	1	25 cm	Vidrio
Matraces aforados	6	200 ml	Vidrio
Piseta	1	200 ml	Plástico
Matraces elermeyer	6	200 ml	Vidrio
Matraces elermeyer	2	25 ml	Vidrio
Vernier	1	-	Metal
Vidrios reloj	4	250 mm	Vidrio

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Materia prima

En la tabla 3.2, se detalla la materia prima utilizada en la formulación del presente trabajo de investigación experimental.

Tabla 3.2

<i>Descripción de la materia prima</i>		
Materia prima	Procedencia	Marca
Hongo comestible	Bolivia	MiSeta

Fuente: Elaboración propia

3.2.7 Insumos alimenticios

En la tabla 3.3, se detallan los insumos alimenticios utilizados en la formulación el presente trabajo de investigación experimental.

Tabla 3.3***Insumos alimentarios***

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Lenteja	Sólido	Bolivia	-
Gluten	Sólido	Argentina	Sensorial
Sal fina	Sólido	Bolivia	Perla Andina
Ajo	Sólido	Bolivia	Sazón menú
Pimienta	Sólido	Bolivia	Sazón menú
Agua	Líquida	Bolivia	-
Comino	Sólido	Bolivia	Sazón menú
Aceite de girasol	Líquido	Argentina	Arcor

Fuente: Elaboración propia

3.2.8 Reactivos químicos de laboratorio

En la tabla 3.4, se detallan los reactivos químicos de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación experimental.

Tabla 3.4***Reactivos químicos***

Reactivos	Concentración	Procedencia
Hidróxido de sodio (NaOH)	0,1 N	Argentina
Fenolftaleína líquida	0,1 %	Argentina
Alcohol etílico	70 %	Bolivia

Agua desionizada	-	Bolivia
-------------------------	---	---------

Fuente: Elaboración propia

3.2.9 Aditivos alimentarios

En la tabla 3.5, se detallan los reactivos químicos de laboratorio utilizados en el presente trabajo de investigación experimental.

Tabla 3.5

Reactivos químicos en grado alimentario

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
Aromatizante panceta	Sólido	Bolivia	Essencial
Benzoato de sodio	Sólido	Bolivia	Essencial

Fuente: Elaboración propia

3.2.10 Utensilios de cocina

En la tabla 3.6, se muestra los utensilios utilizados en el presente trabajo de investigación experimental para la obtención de jamón vegetariano cocido.

Tabla 3.6

Utensilios de cocina

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Material
Mesa	1	Grande	Acero inoxidable
Jarras graduadas	2	Mediano	Plástico
Cuchillos	2	Mediano	Acero inoxidable
Cucharas y cucharillas	7	Grande	Metal
Tablas de cortar	2	Mediano	Madera

Fuente	1	Mediano	Acero inoxidable
Paletas	2	Medianas	Plástico
Ollas	2	Mediana	Acero inoxidable
Recipientes	4	Mediano	Acero inoxidable
Sartén	1	Pequeño	Teflón
Colador	1	Pequeño	Metal
Repasadores	2	Mediano	Algodón

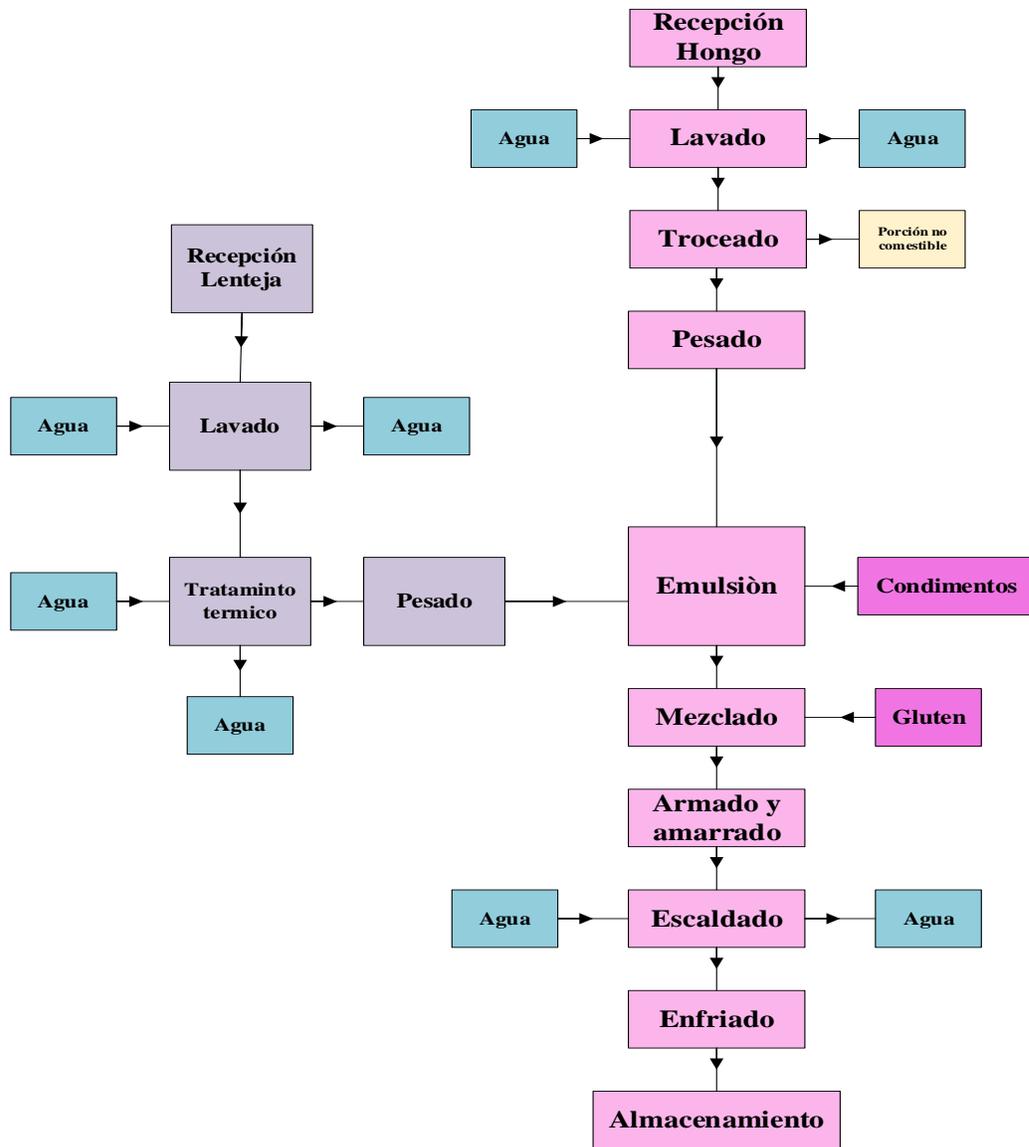
Fuente: Elaboración propia

3.3 Proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido

A continuación, se detalla el paso a paso del proceso de elaboración del jamón vegetariano cocido.

3.3.1 Diagrama del proceso elaboración de jamón vegetariano cocido

En la figura 3.8, se muestra el diagrama de proceso para la obtención de jamón vegetariano cocido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.8 Diagrama del proceso elaboración de jamón vegetariano cocido

3.3.2 Descripción del diagrama de proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido

Las operaciones implicadas en la elaboración del producto vegetariano cocido tipo jamón, se detallan a continuación.

3.3.2.1 Recepción del hongo ostra

Al momento de recepcionar el hongo se aprecia la textura, evitando adquirir alguno muy blando o de un color extraño. Para así garantizar un producto final de calidad.

3.3.2.2 Lavado del hongo comestible

El lavado del hongo ostra se hace a chorro de agua, con agua fría relación 2:1 (hongo/agua), para evitar dañar la capa superior del mismo. Con el objetivo de eliminar impurezas que podría contener la superficie como ser polvo, tierra y cualquier partícula extraña.

3.3.2.3 Troceado del hongo comestible

El troceado del hongo se hace con el fin de separar las ostras del tronco para facilitar el proceso del emulsificado se trocean las ostras en pedazos de aproximadamente dos centímetros y el tronco en pedazos de aproximadamente un centímetro.

3.3.2.4 Pesado del Hongo

El pesado del hongo ya troceado, se hace con la finalidad de dosificar la cantidad necesaria de hongos que necesito para el producto final.

3.3.2.5 Recepción de la lenteja

Las lentejas que se usaron para la elaboración del presente trabajo fueron adquiridas del mercado campesino, de productores locales. Al momento de recepcionar la lenteja se ve que carezcan de mohos y de algún cuerpo extraño.

3.3.2.6 Lavado de la lenteja

El lavado de la lenteja se hace a chorro de agua, con agua fría relación 2:1 (lenteja/agua), para evitar dañar la capa superior de las mimas. Con el objetivo de eliminar impurezas que podría contener la superficie como ser polvo, tierra y cualquier partícula extraña.

3.3.2.7 Tratamiento térmico de la lenteja

El tratamiento térmico de las lentejas se la hace con agua en relación 2,5:1 (agua: lenteja) a una temperatura de 80°C, por un tiempo de 25 minutos a fuego medio. En una olla de acero inoxidable. Esto con el fin de obtener textura más tierna.

3.3.2.8 Pesado de la lenteja acondicionada

Una vez acondicionada la lenteja se pesa la cantidad necesaria para elaborar el jamón vegetariano cocido.

3.3.2.9 Dosificación de condimentos

La dosificación de los condimentos se la realizó utilizando la balanza que se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos, con el objetivo de tener precisión al momento de incorporar cada uno de los insumos utilizados. Para la formulación del “Jamón vegetariano cocido” se utilizó; Ajo en polvo, Pimienta negra en polvo, aceite de girasol, comino en polvo, agua, aromatizante panceta, pimentón líquido y sal blanca.

3.3.2.10 Emulsificación

Al momento de realizar la emulsificación, se agregó las lentejas tratadas, hongo ostra troceado, ajo en polvo, pimienta negra en polvo, comino en polvo, agua, aceite de girasol, aromatizante panceta, pimentón líquido y sal. Con la ayuda del mixer eléctrico manual se pudo realizar la emulsión directa, entre la fase hidrofílica del medio y una fase dispersa (aceite vegetal). Este proceso se lo realizó por 10 minutos a velocidad 220 watts.

3.3.2.11 Mezclado

Una vez realizada la emulsificación, se procedió a mezclar esta con el gluten, de manera manual, con la ayuda de una cuchara con el fin de integrarlos y formar una masa.

3.3.2.12 Armado y amarrado

El armado del jamón vegetariano cocido se lo realizó manualmente, con la ayuda del papel film. Esto con el objetivo de darle una forma particular, que se vea bien visualmente y que sea práctico para consumirlo. Para amarrar el jamón se utilizó hilo de algodón y fue amarrado manualmente.

3.3.2.13 Escaldado

El escaldado del producto final se lo realizo por (60 minutos) en inmersión en agua, en una relación 0,403:1 (agua: jamón vegetariano) a una temperatura de 80°C.

3.3.2.14 Enfriado

El enfriado se lo realizó primero exponiendo el producto a temperatura ambiente, por (20 minutos) para lograr bajar la temperatura del producto. Una vez frio, se lo llevo al frizzer del Laboratorio Taller de Alimentos por (2 horas), antes de ser consumido.

3.3.2.15 Almacenamiento

El almacenamiento se lo realizo en el frizzer del Laboratorio del Taller de Alimentos, en su envoltura original.

3.4 Metodología experimental para la obtención de resultados

La metodología utilizada para la obtención de resultados experimentales del presente trabajo será la determinación de análisis físicos, físico químicos y microbiológicos del hongo, de la lenteja, del gluten y del producto final.

3.4.1 Caracterización de hongo comestible

Para caracterizar el hongo comestible se consideran tres parámetros importantes:

- ✓ Físico
- ✓ Físicoquímico
- ✓ Microbiológico

3.4.1.1 Parámetros físicos de hongo comestible

En la tabla 3.7, se muestran los análisis físicos de hongo comestible, realizados en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A) perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

Tabla 3.7

Análisis físico del hongo comestible

Características	Unidades
Altura	cm
Diámetro	cm
Peso	g
Porción comestible	%
Porción no comestible	%

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.2 Análisis fisicoquímicos del hongo comestible

En la tabla 3.8, se muestran las técnicas que se utilizarán para determinar la composición fisicoquímica de materia prima (Hongos ostra). Estos parámetros serán determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.8

Análisis fisicoquímico del hongo comestible

Parámetros	Técnica	Unidades
Ceniza	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	kcal/100 g

Fuente: CEANID, 2021

3.4.1.3 Análisis microbiológicos de los hongos comestible

En la tabla 3.9, se muestra las técnicas que se utilizaran para determinar los análisis microbiológicos de la materia prima (hongo comestible). Este parámetro será determinado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.9

Análisis microbiológicos del hongo comestible

Microorganismos	Técnica	Unidades
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Mohos y levaduras	NB 32007:03	P/A/25 g

Fuente: CEANID, 2021

3.4.1.4 Análisis fisicoquímicos de la lenteja

En la tabla 3.10, se muestran las técnicas que se utilizaran para determinar la composición fisicoquímica de la lenteja. Estos parámetros serán determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.10

Análisis fisicoquímico de la lenteja

Parámetros	Técnica	Unidades
Ceniza	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%

Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g
-------------------------	---------	------------

Fuente: CEANID, 2021

3.4.1.5 Análisis microbiológicos de las lentejas

En la tabla 3.11, se muestra las técnicas que se utilizarán para determinar los análisis microbiológicos de la lenteja. Este parámetro será determinado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.11

Análisis microbiológico de las lentejas

Micro organismos	Técnica	Unidades
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Mohos y levaduras	NB 32007:03	P/A/25 g

Fuente: CEANID, 2021

3.4.1.6 Análisis fisicoquímicos del gluten

En la tabla 3.12, se muestran las técnicas que se utilizarán para determinar la composición fisicoquímica del gluten. Estos parámetros serán determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.12

Análisis Fisicoquímico del gluten

Parámetros	Técnica	Unidades
Ceniza	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%

Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g

Fuente: CEANID, 2021

3.4.1.7 Análisis microbiológico del gluten

En la tabla 3.13, se muestra las técnicas que se utilizarán para determinar los análisis microbiológicos del gluten. Este parámetro será determinado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.13

Análisis microbiológico del gluten

Micro organismos	Técnica	Unidades
Coliformes totales	NB 32005:02	UFC/g
Mohos y levaduras	NB 32007:03	P/A/25 g

Fuente: CEANID, 2021

3.4.2 Caracterización del producto terminado

Para la caracterización del producto final, se realizó el control de dos aspectos importantes fisicoquímicos y microbiológicos de jamón vegetariano cocido.

3.4.2.1 Análisis fisicoquímicos del producto final

En la tabla 3.14, se muestran las técnicas que se utilizarán para determinar la composición fisicoquímica del producto final. Estos parámetros serán determinados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.14*Análisis fisicoquímicos del producto final*

Parámetros	Técnica	Unidades
Ceniza	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100 g

Fuente: CEANID,2021

3.4.2.2 Análisis microbiológicos del producto final

En la tabla 3.15, se muestra las técnicas que se utilizarán para determinar los análisis microbiológicos del producto final. Este parámetro será determinado en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.15*Análisis microbiológicos del producto final*

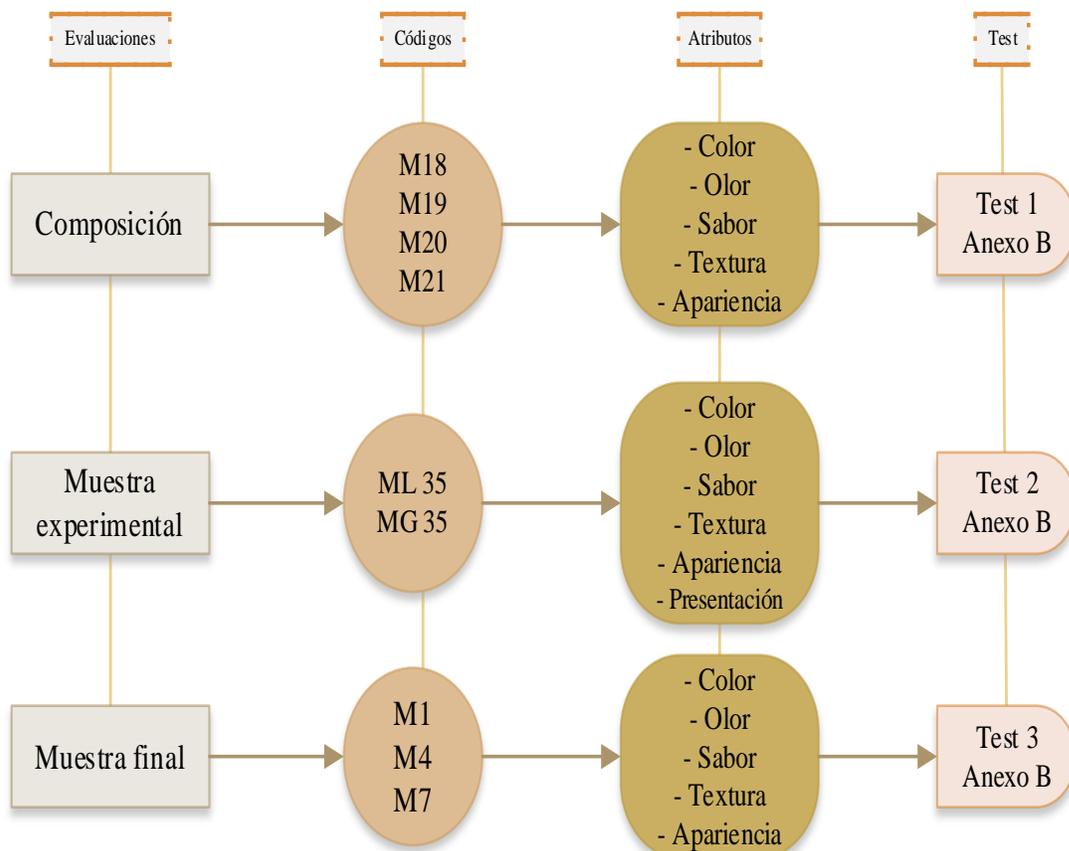
Microorganismos	Técnica	Unidades
Escherichia coli	NB 32005:02	UFC/g
Salmonella	NB 32007:03	P/A/25 g
Coliformes totales	NB 32007:04	UFC/g

Fuente: CEANID, 2021

3.5 Análisis organoléptico de los alimentos

La evaluación sensorial de los alimentos es una actividad que la persona realiza desde la infancia y que le lleva consciente o inconscientemente, a aceptar o rechazar los alimentos, de acuerdo con las sensaciones experimentarlos al observarlos o ingerirlos. Esta puede definirse como el método científico utilizado para evocar, medir, analizar e interpretar las respuestas a los productos que son percibidas por los sentidos de la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído. Surge como la disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. (Lotufo, 2019).

En la figura 3.9, se detallan las evaluaciones sensoriales realizadas en el presente trabajo de investigación para la elaboración de jamón vegetariano cocido, con el objeto de caracterizar las propiedades organolépticas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9 Evaluaciones sensoriales jamón vegetariano cocido

3.6 Diseño experimental

El diseño experimental es considerado parte del proceso científico siendo esta etapa el lugar donde se establece la forma en la que funcionan los procesos. Este aprendizaje se lo realiza a través de una serie de actividades donde se realizan conjeturas sobre el proceso, para realizar experimentos generando de esta manera datos del proceso específico utilizando estos para realizar nuevas conjeturas que permiten nuevos experimentos, siendo si comportamiento cíclico. (Montgomery, 2004)

3.6.1 Diseño Factorial 2^k

El diseño factorial más práctico en casos especiales es el de k factores teniendo cada uno solo 2 niveles, siendo que estos niveles pueden ser cuantitativos (temperatura, presión, tiempo, acidez, etc.) como cualitativos (Alto, bajo, ausente, etc.). Una réplica completa de este diseño requiere $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$ observaciones y se le llama diseño factorial 2^k . (Montgomery, 2004)

En la ecuación 3.1 se muestra el diseño factorial 2^k a ser utilizado en el presente trabajo:

$$2^k$$

(Ecuación 3.1)

Dónde:

2 = número de niveles
 k = número de variables

Según (Alvarez, Guerra, & Nestor, 2018) Debido al objetivo de la investigación se pueden plantear las siguientes hipótesis teniendo en cuenta el modelo de regresión, así, la ecuación 2 presenta la variable respuesta expresada en término de los efectos de los factores y sus interacciones.

Donde:

Y representa la variable respuesta.

β_0 es el promedio de las observaciones.

β_1 es la mitad del efecto del factor A.

β_2 es la mitad del efecto del factor B.

β_3 es la mitad del efecto del factor C.

β_{12} es la mitad del efecto de interacción entre los factores A y B sobre la variable respuesta.

β_{13} es la mitad del efecto de interacción entre los factores A y C sobre la variable respuesta.

β_{23} es la mitad del efecto de interacción entre los factores B y C sobre la variable respuesta.

$$Y = \beta + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_{12} + \beta_{13} x_{13} + \beta_{23} x_{23} + \beta_{23} x_{23} + \beta_{123} x_{123}$$

(Ecuación 3.2)

3.6.2 Diseño factorial 2^3 en el proceso de dosificación de jamón vegetariano cocido

El Diseño factorial en la etapa de dosificación para jamón vegetariano cocido, para esto se aplica la ecuación 3.2 con lo que el diseño factorial corresponde a la ecuación 3.3

$$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8 \text{ corridas/prueba}$$

(Ecuación 3.3)

En la tabla 3.16, se muestra los niveles de los factores (nivel superior y nivel inferior) aplicados en el proceso de maceración y concentración del mosto.

Tabla 3.16

Niveles de variación de los factores

Variablen	Unidades	Nivel superior	Nivel inferior
Cantidad de gluten	%	51	45
Cantidad de Agua	%	26	20
Cantidad de Lenteja	%	16	10

Fuente: Elaboración propia

 Gluten (%) (A) = 2 niveles

 Agua (%) (B) = 2 niveles

 Lenteja (%) (C) = 2 niveles

Donde:

Yi 1= Variable respuesta “contenido de humedad”

Yi 2 = Variable respuesta “porcentaje de acidez (ácido láctico)”

Yi 3 = Variable respuesta “pH”

En la tabla 3.17, se muestra la matriz de variables en la etapa de emulsificación, para la elaboración del producto cocido vegetariano tipo jamón, compuesta por tres variables: porcentaje (%) de gluten (A), porcentaje (%) de agua (B) y porcentaje (%) de lentejas (C).

Tabla 3.17

Diseño factorial de variación de los factores aplicados en la etapa de emulsificación

Corridas	Combinación de tratamientos	Variables			Interacción				Respuestas
		A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Yi
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁
2	A	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂
3	B	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃
4	Ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄
5	C	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅
6	Ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆
7	Bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇
8	Abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈

Fuente: Elaboración Propia

3.7 Operacionalización de variables

En el cuadro 3.1 se muestra la operacionalización de las variables independiente y dependientes del presente trabajo experimental obtención de jamón vegetariano cocido.

Cuadro 3.1

Operacionalización de variables

Hipotesis	Variables	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	
La metodología experimental de emulsión directa, a ser aplicada para obtener jamón vegetariano cocido, permitirá elaborar un producto de calidad nutricional para la provincia Cercado del departamento de Tarija.	Variable independiente	Proceso de emulsion	Proceso de maceración que se realiza en un bombo al vacío que rota sobre sí mismo (Vidal Lago Juan Luis, 1997)	Tiempo de emulsión	(min)
				Dosificación	(%)
				Temperatura de emulsión	(°C)
				Potencia	(w)
	Variable dependiente	Jamon vegetariano cocido	Producto libre de carne animal, que tiene como componentes lenteja y los hongos ostra "Pleurotus Ostreatus" (Bertha K, 2017)	Proteína	(%)
				Hidratos de Carbono	(%)
				Fibra	(%)
				Grasa	(%)
				Humedad	(%)
				Valor energetico	(Kcal/100g)
				Mohos y levaduras	(UFC/g)
				Echerichia coli	(UFC/g)
				Coliformens Totales	(UFC/g)
				Salmonella	(UFC/g)
				Contenido de humedad	(%)
Temperatura de cocción	(°C)				
Ph	(%)				
Acidez (acido lactico)	(%)				
Tiempo de cocción	(min)				
Análisis organoléptico	Color				
	Olor				
	Textura				
	Sabor				
	Presentación				

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Caracterización del hongo comestible

Para la caracterización del hongo comestible, se toman en cuenta los parámetros físicos, fisicoquímicos y microbiológicos.

4.1.1 Parámetros físicos del hongo comestible

La figura 4.1, se observan las muestras de hongo comestible en las cuales, se realizó la determinación de los parámetros físicos: Utilizando un vernier se pudo determinar la altura, diámetro del sombrero y diámetro del tallo; se determinó la porción comestible y porción no comestible y el peso total.



Figura 4.1: Propiedades físicas del hongo comestible

En el cuadro 4.1, se puede observar las ecuaciones aplicadas en la determinación de los parámetros físicos de porción comestible y no comestible del hongo comestible.

Cuadro 4.1

Ecuaciones para los análisis físicos del hongo comestible

Porción comestible	Porción no comestible	Media aritmética
$PC = \frac{P_{final}}{P_{inicial}} * 100$	$PNC = 100 - PC$	$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n}$
<p>PC = porción comestible (%) PNC = porción no comestible (%) P_{inicial} = peso inicial de la muestra (g) P_{final} = peso final de la muestra (g)</p>		<p>\bar{x} = media aritmética n = número de muestras</p>

Fuente: Villalba, 2010

En la tabla 4.1, se puede observar los parámetros físicos del hongo comestible

Tabla 4.1

Análisis físicos del hongo comestible

Muestra	Altura (cm)	Diámetro sombrero (cm)	Diámetro tronco (cm)	Peso (g)	PC(%)	PNC (%)
1	9,02	4,88	0,87	145,33	98,28	1,72
2	8,95	4,72	0,81	152,37	96,22	3,78
3	7,56	5,33	1,23	107,05	96,33	3,67
4	8,00	5,41	1,87	173,39	98,04	1,98
5	7,47	6,94	1,76	149,69	92,99	7,01
6	6,54	3,74	0,93	116,38	66,91	33,14
7	8,04	5,00	0,98	92,60	58,83	41,17
8	8,92	5,80	1,05	112,99	88,59	11,41
9	5,57	6,60	0,77	66,98	89,67	10,33
10	6,08	5,50	1,40	90,95	96,66	3,34
11	6,40	3,88	1,12	68,50	87,74	12,24
12	6,85	3,88	1,12	128,92	93,71	6,34
13	6,98	4,88	1,13	174,80	95,02	4,78
14	7,62	5,26	0,92	60,33	90,75	9,25
15	5,88	4,04	0,76	74,50	82,55	17,51
16	7,32	5,06	1,12	114,32	88,82	11,18
X _i	7,32	5,05	1,11	114,32	88,82	11,18
Σ	112,20	80,92	17,84	1829,10	1421,11	178,85

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.1, se puede observar el promedio de los resultados obtenidos del análisis físico del hongo comestible, que presenta: altura 7,32cm; diámetro del sombrero 5,05cm; diámetro del tronco 1,11cm; peso 114,32g; porción comestible (PC) 88,82%; porción no comestible (PNC) 11,18 %.

4.1.2 Análisis fisicoquímico del hongo comestible

En la tabla 4.2, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del hongo comestible de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.2

Análisis fisicoquímicos del hongo comestible

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	0,85
Fibra	%	0,26
Grasa	%	0,06
Hidratos de carbono	%	4,99
Humedad	%	91,72
Proteína total	%	2,12
Valor energético	Kcal/100 g	28,44

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.2, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del hongo comestible, que presenta: ceniza 0,85%, fibra 0,26%, grasa 0,06%, hidratos de carbono 4,99%, humedad 91,72%, proteína total (Nx6,25) 2,12% y valor energético 28,44 Kcal/100 g.

4.1.3 Análisis microbiológico del hongo comestible

En la tabla 4.3, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del hongo comestible de datos extraídos del Anexo A

Tabla 4.3

Análisis microbiológicos del hongo comestible

Micro Organismos	Unidades	Cantidad
-------------------------	-----------------	-----------------

Coliformes totales	UFC/g	4,1x10 ⁵
Mohos y levaduras	UFC/g	4,5x10 ⁴

Fuente: CEANID, 2021

Según la tabla 4.3, se puede observar los resultados del análisis microbiológico del hongo comestible que presenta: coliformes totales 4,1x10⁵ UFC/g, mohos y levaduras 4,5x10⁴ UFC/g.

4.2 Caracterización de la lenteja

Para la caracterización de la lenteja, se toman en cuenta los parámetros, fisicoquímicos y microbiológicos.

4.2.1 Análisis fisicoquímico de la lenteja

En la tabla 4.4, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la lenteja de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.4

Análisis fisicoquímicos de la lenteja

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	2,97
Fibra	%	6,53
Grasa	%	0,37
Hidratos de carbono	%	55,93
Humedad	%	10,48
Proteína total	%	23,72
Valor energético	Kcal/100 g	321,93

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.4, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico de la lenteja que presenta: ceniza 2,97%, fibra 6,53%, grasa 0,37%, hidratos de carbono 55,93%, humedad 10,48%, proteína total (Nx6,25) 23,72%, y valor energético 321,93 Kcal/100.

4.2.2 Análisis microbiológico de la lenteja

En la tabla 4.5, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la lenteja de datos extraídos de Anexo A.

Tabla 4.5

Análisis microbiológicos de la lenteja

Micro organismos	Unidades	Cantidad
Coliformes totales	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
Mohos y levaduras	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.5, se puede observar los resultados del análisis microbiológico de la lenteja a que presenta: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.3 Caracterización del gluten

Para la caracterización del gluten, se toman en cuenta los parámetros, fisicoquímicos y microbiológicos.

4.3.1 Análisis fisicoquímicos del gluten

En la tabla 4.6, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del gluten de datos extraídos Anexo A

Tabla 4.6

Análisis fisicoquímicos del gluten

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	0,83
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	3,69
Hidratos de carbono	%	39,51
Humedad	%	7,21
Proteína total	%	48,76
Valor energético	Kcal/100 g	386,29

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.6, se observan resultados del análisis fisicoquímico del gluten que presentan ceniza 0,83%, fibra n.d, grasa 3,69%, hidratos de carbono 39,51%, humedad 7,21%, proteína total (Nx5,70) 48,76%, valor energético 386,29 Kcal/100g.

4.3.2 Análisis microbiológico del gluten

En la tabla 4.7, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico de la lenteja de datos extraídos Anexo A.

Tabla 4.7

Análisis microbiológicos del gluten

Microorganismos	Unidades	Cantidad
Coliformes totales	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
Mohos y levaduras	UFC/g	$6,0 \times 10^1$

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.7, se puede observar los resultados del análisis microbiológico del gluten a que presenta: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $6,0 \times 10^1$ UFC/g.

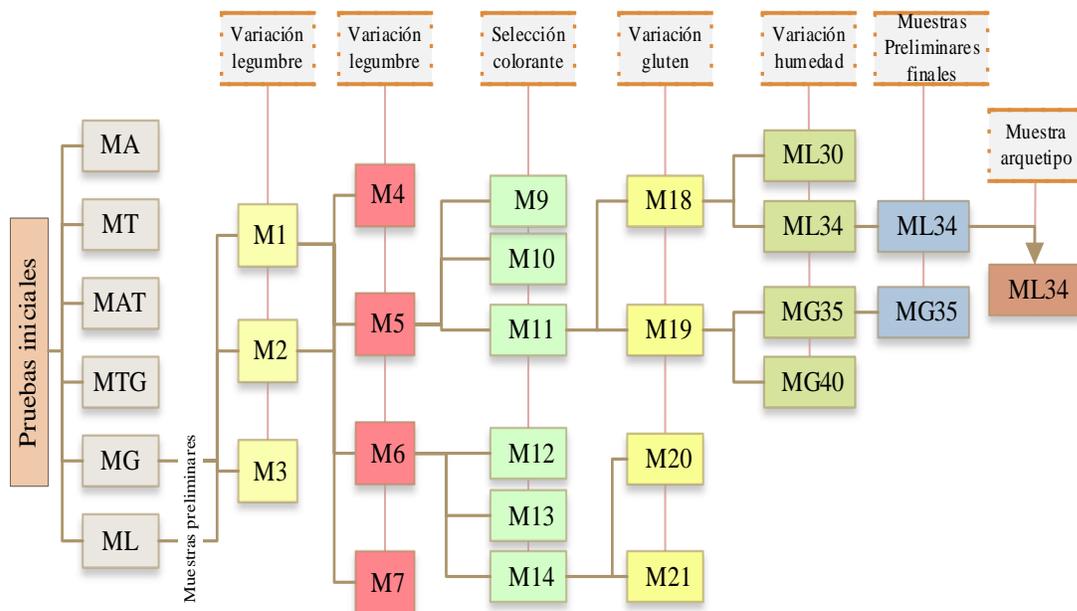
4.4 Caracterización de las variables de proceso para la elaboración de jamón vegetariano cocido

Para caracterizar las variables del proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

4.4.1 Pruebas preliminares para la obtención de jamón vegetariano cocido

Para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación de elaboración de jamón vegetariano cocido, inicialmente se realizaron seis pruebas iniciales (MA, MT, MAT, MTG, MG y ML); Se tomaron en cuenta las pruebas MG (con garbanzo) y ML (con lenteja). Se procedió a variar el porcentaje de legumbres en las muestras M1 (lenteja), M2 (lenteja) y M3 (garbanzo – lenteja). Posteriormente, se realizó la variación del porcentaje de legumbres en muestras M4, M5, M6 y M7. Así mismo, se seleccionaron el colorante a ser utilizado (pimentón líquido) entre las muestras M9, M10, M11, M12, M13 y M14. Posteriormente, se realizó una variación en el porcentaje de gluten en las muestras

M18, M19, M20 y M21. Donde se hizo la variación de porcentaje de humedad de las muestras ML30, ML34, MG35 y MG40, teniéndolas como muestras preliminares, obteniendo a partir de ellas las muestras ML34 y MG35 que son tomadas en cuenta, como pruebas preliminares finales; con la finalidad de obtener la muestra arquetipo ML34 para la elaboración de jamón vegetariano cocido, como se muestra en la figura 4.2.

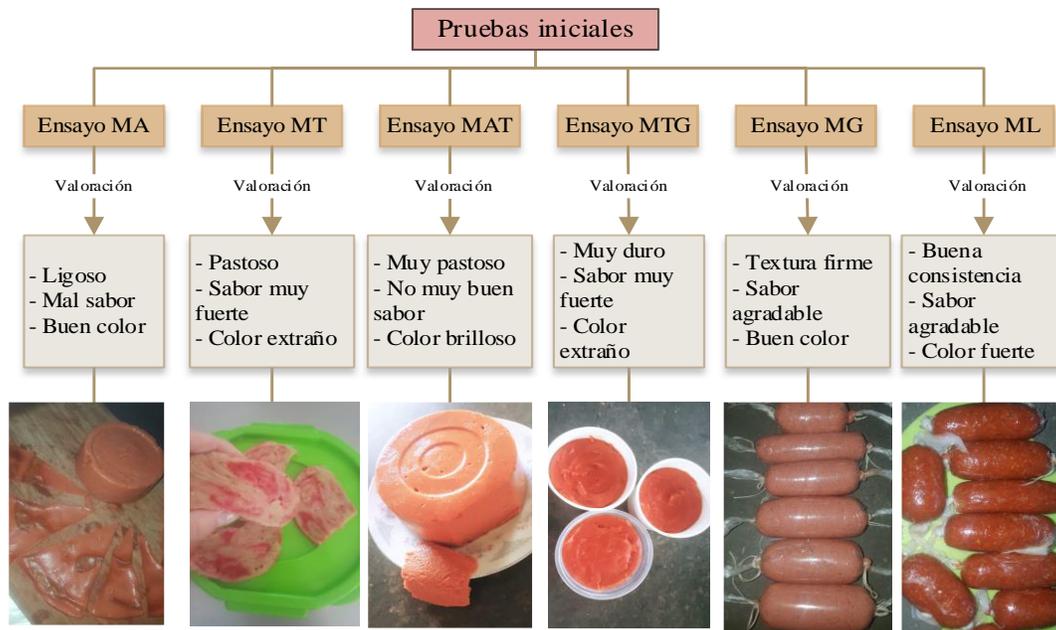


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2 Pruebas preliminares de jamón vegetariano cocido

4.4.2 Pruebas iniciales para la elaboración de jamón vegetariano cocido

Para la clasificación y elección de las pruebas iniciales en la elaboración de jamón vegetariano cocido, se realizaron seis pruebas (figura 4.2), teniendo como base hongo comestible, composiciones que se detallan en la figura 4.3.



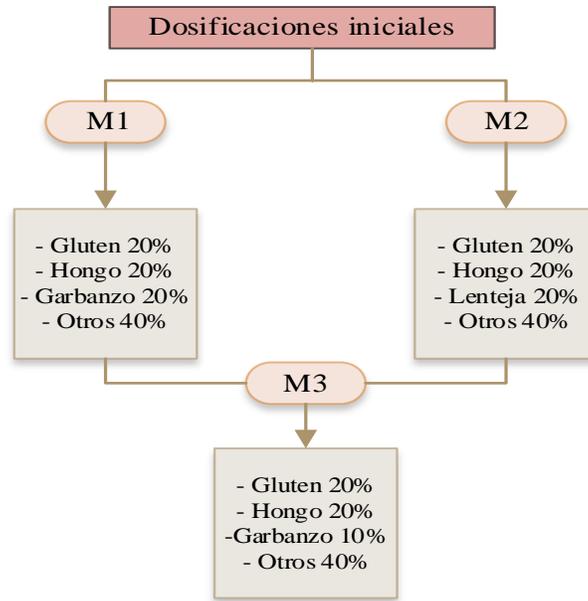
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4 Valoración de pruebas iniciales para jamón vegetariano cocido

Según la figura 4.4, en base a la valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, se pudo observar que las pruebas de jamón vegetariano cocido (ML y MG) fueron los de mayor preferencia por presentar textura más firme, sabores más definidos y color más atractivo; en comparación con los ensayos MA, MT, MAT, MTG, que presentaron textura ligosa y pastosa, sabor fuerte, color y aroma extraño.

4.4.3 Dosificación de muestras iniciales para la elaboración de jamón vegetariano **cocido**

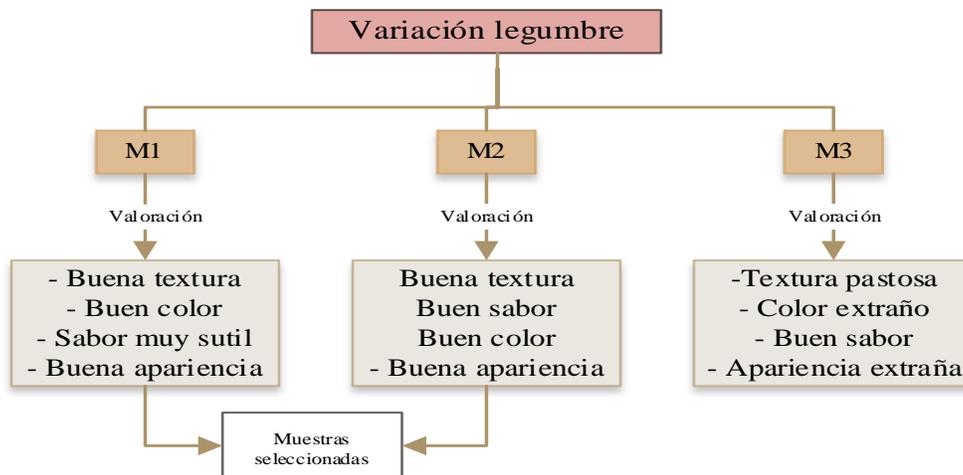
Una vez valoradas las muestras, en función a la (figura 4.2), procedió a seleccionar como muestras iniciales a las muestras ML y MG formulaciones que se muestran en la figura 4.5.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5 Dosificación para elaboración jamón vegetariano

Como se puede apreciar en la figura 4.5, las muestras seleccionadas como muestras preliminares fueron elaboradas con diferentes legumbres ML con lenteja y MG con garbanzo, se procedió a realizar una nueva valoración e incorporar una tercera muestra, MGL con lenteja y garbanzo en su formulación. Por motivo de pandemia Covid-19 las tres muestras elaboradas fueron evaluadas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, la valoración se muestra en figura 4.6.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6 Valoración de legumbre para la elaboración de jamón vegetariano

Según la figura 4.6, valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, se pudo confirmar que las muestras de jamón vegetariano cocido (ML y MG) fueron las de mayor preferencia por presentar textura más firme; en comparación con la muestra MGL que presentó una textura más pastosa.

4.4.4 Variación porcentual de legumbres en las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

A nivel experimental, se procedió a realizar la variación de porcentaje de legumbres (lenteja y garbanzo), en función a la (figura 4.2), para la formulación de jamón vegetariano cocido con la finalidad de establecer el porcentaje máximo y mínimo que podrían ser incorporados en la formulación, como se muestra en la tabla 4.8.

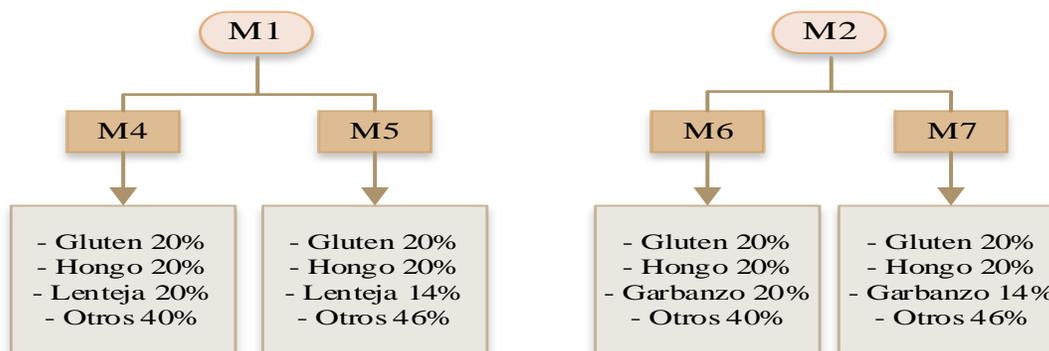
Tabla 4.8

Variación del porcentaje de legumbres

Legumbre	Rango	Unidad
Lenteja	20,00-14,00	%
Garbanzo	20,00-14,00	%

Fuente: Elaboración propia

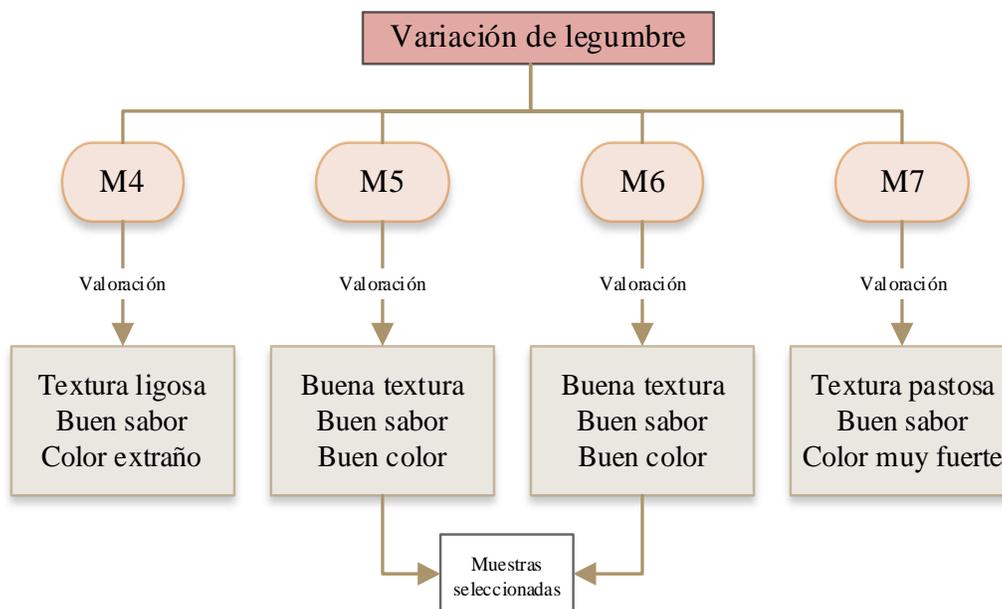
Partiendo de las muestras ML y MG, escogidas como preliminares detallados en la figura 4.6. En base a los datos de la tabla 4.8, se elaboraron cuatro muestras de jamón vegetariano cocido M4, M5, M6 y M7 figura 4.7, variando los porcentajes de lenteja y garbanzo en la dosificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 Variación del porcentaje de lenteja en las muestras preliminares para jamón vegetariano

Por motivo de pandemia Covid-19 las cuatro muestras M4, M5, M6 y M7, fueron evaluadas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, valoración que se muestra en figura 4.8.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8 Dosificación muestras preliminares para jamón vegetariano

Según la figura 4.8 en base a la valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, se pudo observar que la muestra de jamón vegetariano cocido M5 que contiene menor porcentaje (14%) de lenteja fue preferida, ya que presentaba mejor textura en comparación con la M4 que contiene mayor porcentaje de lenteja (20%) y Así mismo, la muestra M6 que contiene mayor porcentaje de garbanzo (20%) fue preferida ya que contaba color y sabor más suave, en comparación con la muestra M7 que contiene menor porcentaje de garbanzo (14%). Teniendo, así como muestras seleccionadas a la muestra M5 y a la muestra M6.

4.4.5 Variación del tipo de colorante vegetal en las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

A nivel experimental, se procedió a realizar la variación del tipo de colorante vegetal a ser utilizado en la formulación de jamón vegetariano cocido con la finalidad de establecer colorante para este tipo de alimento y los mismos se detallan en la tabla 4.9.

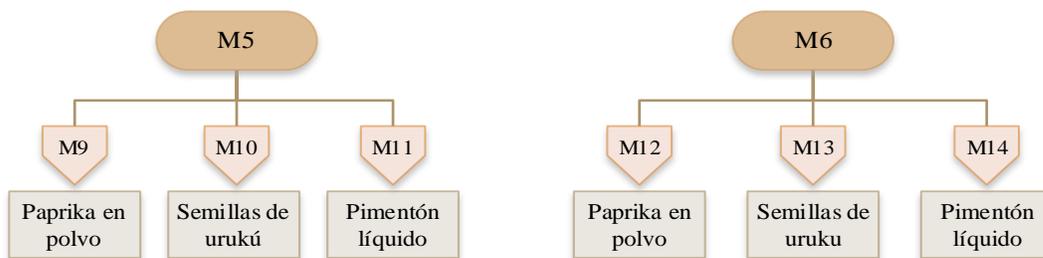
Tabla 4.9

Variación de colorantes

Colorante vegetal	Cantidad	Unidad
Paprika en polvo	0,88	%
Semillas de urucú	1,05	%
Pimentón líquido	0,64	%

Fuente: Elaboración propia

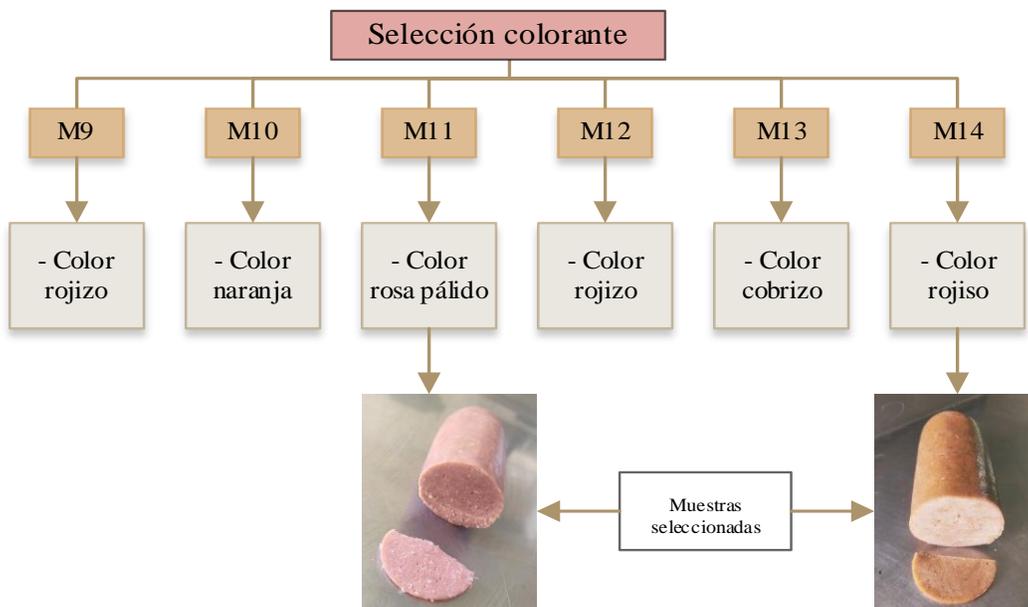
En base a los datos de la tabla 4.9, y partiendo de las muestras seleccionadas figura 4.7, se elaboraron seis muestras de jamón vegetariano cocido (figura 4.9), variando el tipo de colorante vegetal en la dosificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9 Variación del de colorante para jamón vegetariano cocido

Por motivo de pandemia Covid-19 las seis muestras elaboradas fueron evaluadas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos y la valoración se muestra en figura 4.10.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10 Valoración de la selección de muestras para jamón vegetariano cocido

Según figura 4.10 en base a la valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, se pudo observar que la muestra de jamón vegetariano cocido muestra M11 (pimentón líquido lenteja) y muestra M14 (pimentón líquido garbanzo) fueron las de mayor preferencia por presentar colores más suaves y pálidos; en comparación con las muestras, muestra M9 (paprika en polvo), muestra M10 (semillas de urucú), muestra M12 (paprika en polvo), muestra M14 (semillas de urucú) que presentaron colores más fuertes y brillantes.

4.4.6 Variación porcentual de gluten en las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

A nivel experimental, se procedió a realizar la variación del porcentaje de gluten a ser utilizado en la formulación de jamón vegetariano cocido con la finalidad de establecer el porcentaje máximo y mínimo que podrían ser incorporadas en dicha formulación, la misma se muestra en la tabla 4.10.

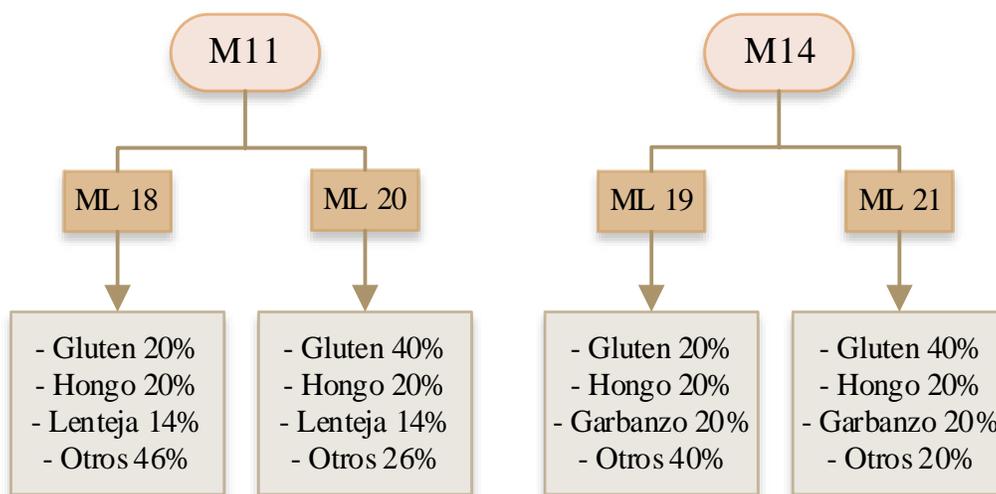
Tabla 4.10

Variación del porcentaje de gluten

Harina	Rango	Unidad
Gluten en lenteja	20-40	%
Gluten en garbanzo	20-40	%

Fuente: Elaboración propia

En base a los datos de los rangos de la tabla 4.10, se elaboraron cuatro muestras de jamón vegetariano cocido (figura 4.11), variando el porcentaje de gluten en la dosificación.



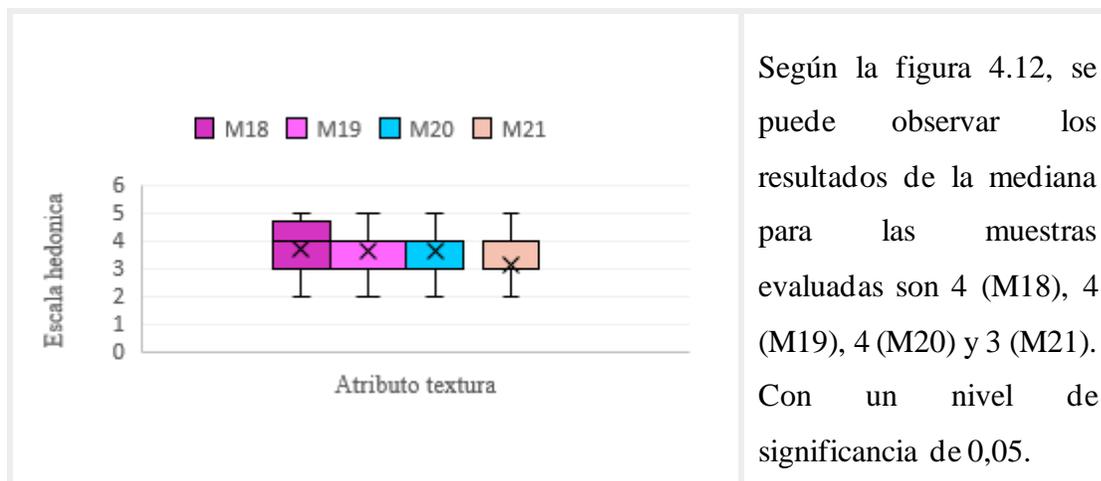
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11 Variación de gluten para jamón vegetariano cocido

Se llevaron las muestras preliminares M18, M19, M20 y M21 fueron sometidas a una evaluación sensorial escala hedónica de cinco puntos según el análisis estadístico de varianza para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

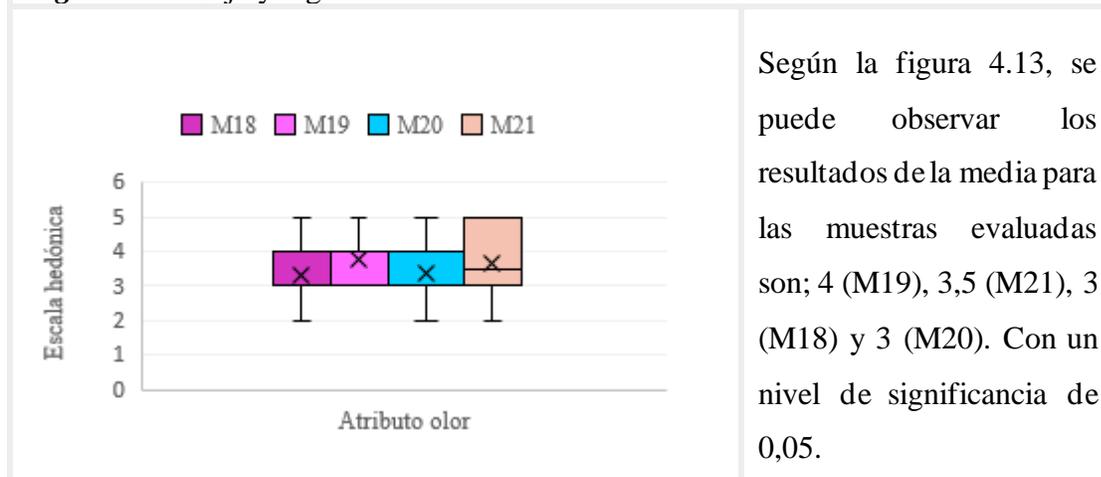
4.4.6.1 Estadístico caja y bigote para muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo para determinar las muestras preliminares del jamón vegetariano son extraídos de datos del Anexo C.



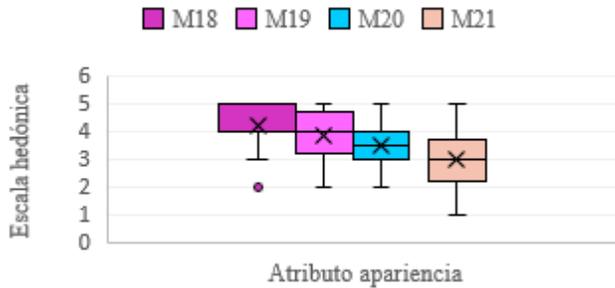
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12 Caja y bigote atributo textura



Fuente: Elaboración propia

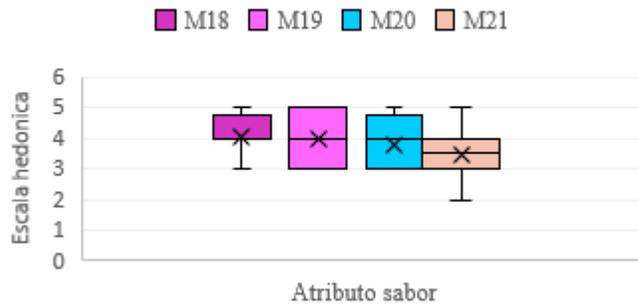
Figura 4.13 Caja y bigote atributo olor



Según la figura 4.14, se puede observar los resultados de la media para las muestras evaluadas son 4 (M18), 4 (M19), 3,5 (M20) y 3 (M21). Con un nivel de significancia de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

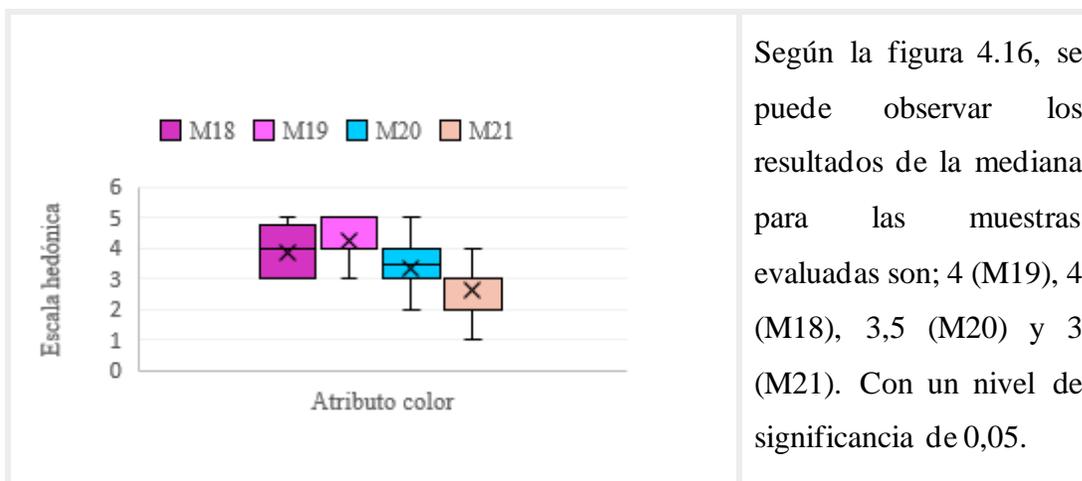
Figura 4.14 Caja y bigote atributo apariencia



Según la figura 4.15, se puede observar los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M18), 4 (M19), 4 (M20) y 3,5 (M21). Con un nivel de significancia de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15 Caja y bigote atributo sabor



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16 Caja y bigote atributo color

acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que la muestra M19 para los atributos sabor, olor, color, apariencia, textura tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4; por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4 o menos. En una escala de 5 puntos. Teniéndola, así como muestra seleccionada.

4.4.6.2 Estadístico de Tukey para determinar las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo color para determinar las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido tabla Anexo C.

Tabla 4.11

Estadístico Tukey para el atributo color de las muestras preliminares

Tratamientos	Medias	Comparación de medias con D.M.S	Significancia
M18-M21	4,25-3,00=0,38	0,38<0,847	No hay significancia
M18-M20	4,25-3,50=0,75	0,75<0,847	No hay significancia
M18-M19	4,25-3,87=1,25	1,25>0,847	Hay significancia
M19-M20	3,87-3,50=0,37	0,37<0,847	No hay significancia
M19-M21	3,87-3,00=0,87	0,87>0,847	Hay significancia
M20-M21	3,50-3,00=0,50	0,5<0,847	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11, se puede observar que entre los tratamientos (M18-M19), (M19-M21), si existe diferencia significativa, es decir que las muestras relacionadas no son idénticas en alguna parte del proceso. Sin embargo, para el resto de los tratamientos de las muestras evaluadas para un nivel de significancia de 0,05.

De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de las pruebas preliminares de jamón vegetariano cocido según el análisis estadístico de varianza para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, se pudo observar que los jueces eligieron las muestras M19 y M18, en base a su dosificación, en función de la tabla 4.12, ya que apreciaron sabor más acentuado, color más pálido característicos del jamón, en apariencia sobresalía la muestra M19 y los jueces indicaron que ambas tenían un olor apetecible.

Así mismo, se pudo observar que durante el proceso de elaboración de la prueba M19 presentó textura más agradable a comparación de la muestra M18 que presentó textura más pastosa.

4.4.7 Variación del contenido de humedad para la determinación de las muestras preliminares finales de jamón vegetariano cocido

A nivel experimental, se procedió a realizar la variación del porcentaje de agua a ser utilizado en la formulación de jamón vegetariano cocido con la finalidad de establecer el porcentaje máximo y mínimo que podrían ser incorporadas en dicha formulación y la misma se muestra en la tabla 4.12.

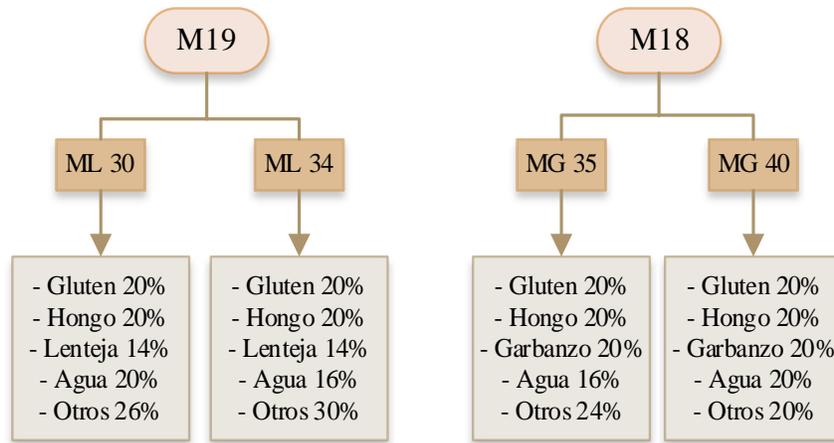
Tabla 4.12

Variación del porcentaje de agua

Agua	Rango	Unidad
Agua en lenteja	20-16	%
Agua en garbanzo	20-16	%

Fuente: Elaboración propia

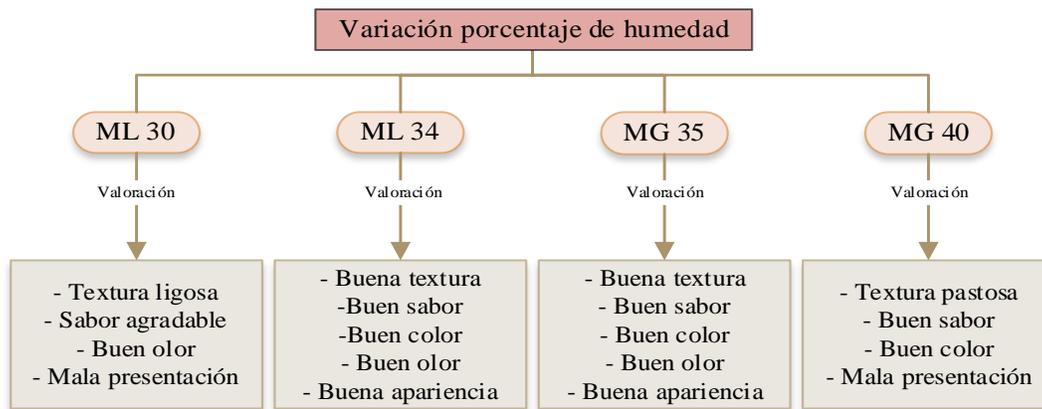
En base a los datos de la tabla 4.12, y partiendo de las muestras seleccionadas en la figura 4.10 se elaboraron cuatro muestras de jamón vegetariano cocido (figura 4.17), variando el porcentaje de humedad en la dosificación para así obtener las muestras preliminares.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17 Pruebas pilotos variación de humedad para jamón vegetariano cocido

Por motivo de pandemia Covid-19 las cuatro muestras elaboradas fueron evaluadas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos y la valoración se muestra en figura 4.18.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18 Valoración de muestras para jamón vegetariano cocido

Según la figura 4.18 en base a la valoración realizada por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos, se pudo observar que la muestra de jamón vegetariano cocido muestra ML34 y muestra ML35 fueron las de mayor preferencia por presentar textura agradable, buen olor, sabor, color y apariencia; en comparación con las muestras, ML30 y M40.

4.4.8 Selección muestra arquetipo de jamón vegetariano cocido

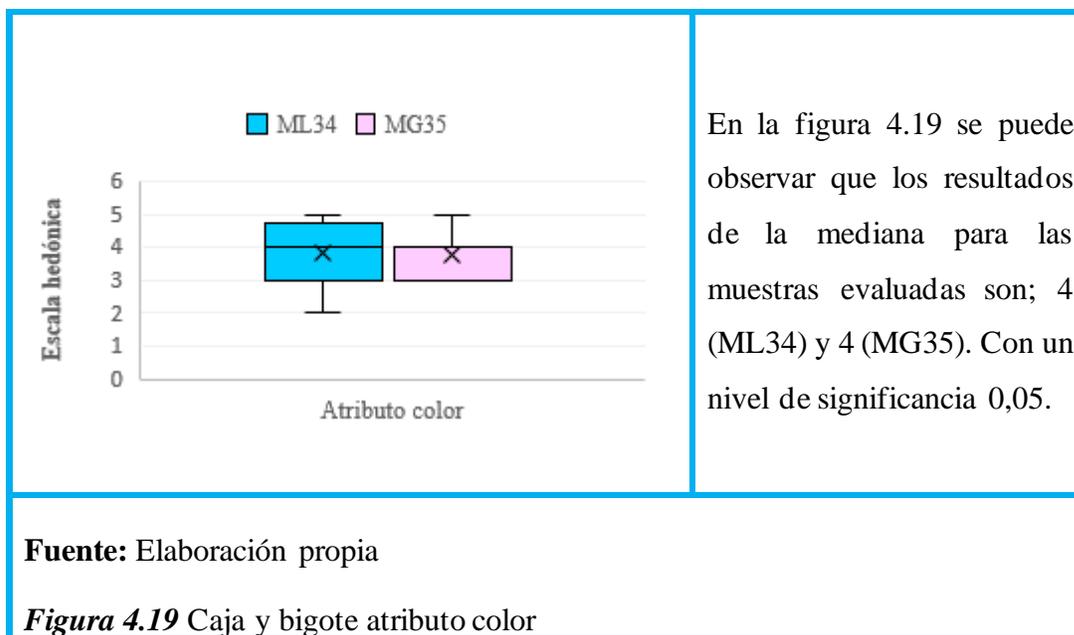
Se procedió a elaborar nuevamente las muestras ML34 y MG35 tomando en cuenta la dosificación de la figura 4.17, con el fin de obtener una muestra arquetipo de jamón vegetariano cocido.

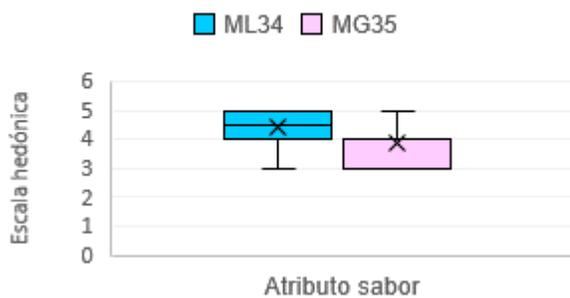
4.4.8.1 Selección de la muestra arquetipo jamón vegetariano cocido

Para realizar la evaluación sensorial se tomaron en cuenta dos muestras ML 34 y MG35, en base a la figura 4.18, para poder determinar la muestra arquetipo del jamón vegetariano cocido, para tal efecto se utilizaron 20 jueces no entrenados a los cuales se les aplicó el test de la escala hedónica, (Anexo B) para evaluar los atributos: color, sabor, textura, olor, apariencia y presentación.

4.4.8.2 Estadístico caja y bigote muestra arquetipo jamón vegetariano cocido

Los resultados obtenidos de caja y bigote para cada atributo de la muestra arquetipo de jamón vegetariano cocido son extraídos de datos del Anexo C.

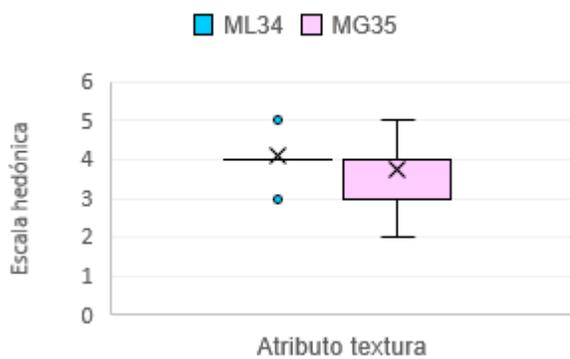




En la figura 4.20, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4,5 (ML34) y 4 (MG35). Con un nivel de significancia 0,05.

Fuente: Elaboración propia

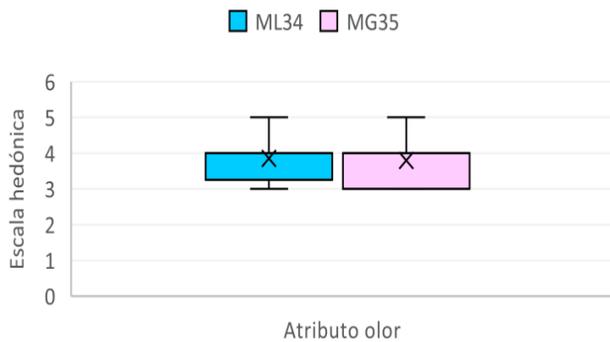
Figura 4.20 Caja y bigote atributo sabor



En la figura 4.21, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (ML34) y 4 (MG35). Con un nivel de significancia 0,05.

Fuente: Elaboración propia

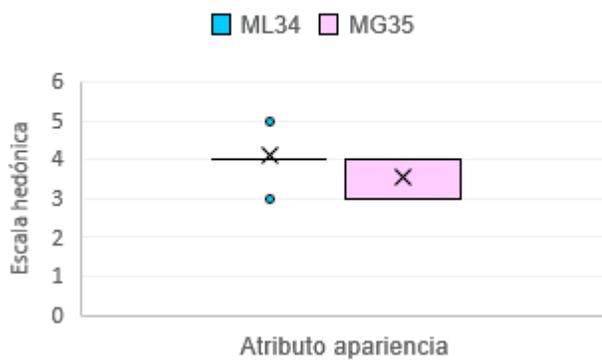
Figura 4.21 Caja y bigote atributo textura



En la figura 4.22, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (ML34) y 4 (MG35). Con un nivel de significancia 0,05.

Fuente: Elaboración propia

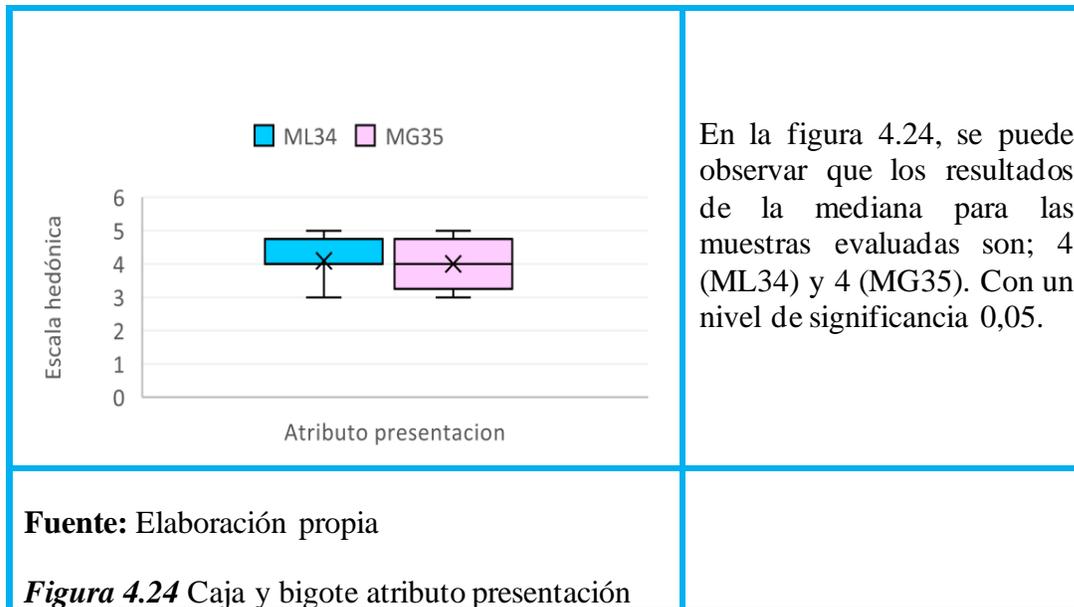
Figura 4.22 Caja y bigote atributo olor



En la figura 4.23, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (ML34) y 4 (MG35). Con un nivel de significancia 0,05.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23 Caja y bigote atributo apariencia



De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que la muestra ML34 para el atributo sabor, tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4,5; por lo tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4,5 o menos. En una escalada de 5 puntos. Teniéndola, así como muestra seleccionada.

Realizada la valoración de la muestra en función al atributo apariencia, se pudo establecer que la muestra arquetipo seleccionada es (ML34).

En el Anexo C, se puede observar que entre los tratamientos (ML34-ML35), si existe diferencia significativa, es decir que las muestras relacionadas no son idénticas en alguna parte del proceso. Sin embargo, para el resto de los tratamientos no existe diferencia significativa $\alpha = 0,05$.

La evaluación sensorial realizada para los atributos sensoriales de la prueba arquetipo de jamón vegetariano cocido según el análisis estadístico de varianza para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$, se pudo observar que los jueces eligieron la prueba ML34 (muestra con lenteja) como muestra arquetipo ya que su sabor era más agradable, tenía mejor olor, mejor presentación y su textura era más firme.

4.4.9 Influencia de parámetros fisicoquímicos en las pruebas preliminares finales del jamón vegetariano cocido

Para el presente trabajo de investigación, se realizó un control de parámetros fisicoquímicos (humedad, pH y acidez) en las muestras preliminares finales de jamón cocido vegetariano (ML, MG), con la finalidad de comparar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos e identificar si tienen alguna influencia sobre la elección de la muestra arquetipo en los jueces al momento de evaluar los atributos sensoriales.

4.4.9.1 Control contenido de humedad en el proceso de elaboración de las pruebas preliminares finales de jamón vegetariano cocido

Para poder realizar el control de humedad de las pruebas preliminares finales de jamón vegetariano cocido, se aplicó el método de la termobalanza detallado en el (Anexo E) mientras en la tabla 4.13, se muestran los resultados de humedad obtenidos para cada muestra.

Tabla 4.13

Diferencia de humedad en las muestras preliminares de jamón vegetariano cocido

Muestras	Humedad (%)
ML34	35,96
MG35	41,88

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las muestras preliminares finales de jamón vegetariano cocido ML34 y ML35 presentan valor de humedad de 35,963 y 41,883 respectivamente.

4.4.9.2 Control de pH en el proceso de elaboración de las pruebas preliminares finales de jamón cocido vegetariano

Para poder realizar el control del pH de las pruebas preliminares finales de jamón vegetariano cocido, se usó el método de análisis detallado en el Anexo E Mientras en la tabla 4.14, se muestran los resultados de pH obtenidos para cada muestra.

Tabla 4.14

Diferencia del pH en las muestras iniciales del jamón vegetariano cocido

Muestras	pH
ML34	6,908

MG35	6,915
-------------	-------

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las muestras preliminares finales de jamón cocido vegetariano ML34 y ML35 presentan valor de pH de 6,908 y 6,915 respectivamente.

4.4.9.3 Control de acidez en el proceso de elaboración de las pruebas preliminares finales de jamón vegetariano cocido

Para poder realizar el control del pH de las pruebas preliminares finales de jamón vegetariano cocido, se usó el método de análisis detallado en el Anexo E Mientras en la tabla 4.15, se muestran los resultados de pH obtenidos para cada muestra.

Tabla 4.15

Diferencia de la acidez en las muestras iniciales del jamón vegetariano cocido

Muestras	Acidez
ML34	0,113
MG35	0,211

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que las muestras preliminares finales de jamón vegetariano cocido ML34 y ML35 presentan valor de acidez de 0,113 y 0,211 respectivamente.

4.5 Diseño factorial en la etapa de dosificación del jamón cocido vegetariano

En base a la muestra arquetipo (ML34) se procedió a realizar de manera experimental el diseño factorial 2³ (tabla 3.12) en la etapa de dosificación para elaborar jamón vegetariano cocido, del cual se tomó como variables respuestas; contenido de humedad, pH, y acidez (ácido láctico).

4.5.1 Variable respuesta de contenido humedad en la etapa de dosificación de jamón vegetariano cocido

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de gluten (A), agua (B), lenteja (C) y como variable respuesta el contenido de humedad, para lo cual, se utilizó el método de termobalanza, y la metodología se expresa en el Anexo D.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta contenido de humedad tabla 4.16 en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windowg, los resultados obtenidos se detallan en el Anexo E.

Tabla 4.16

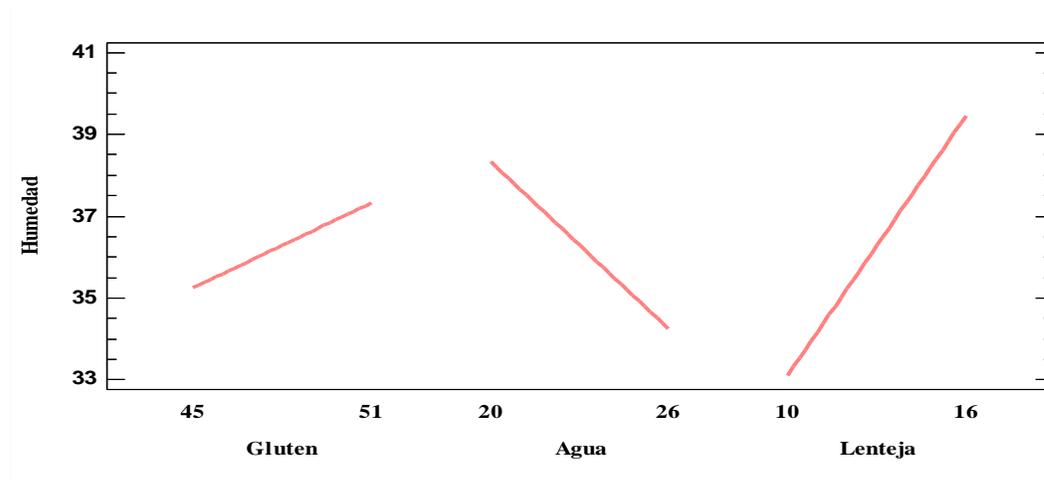
Análisis de varianza en función de la variable respuesta contenido de humedad

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (GL)	Cuadrado Medio (MC)	F _{tab}	Valor-P
A:Gluten	17,252	1	17,252	4,14	0,29
B:Agua	66,671	1	66,671	15,99	0,06
C:Lenteja	161,104	1	161,104	38,64	0,09
AB	5,381	1	5,381	1,29	0,55
AC	28,131	1	28,132	6,75	0,19
BC	8,8506E-06	1	8,8506E-06	18,62	0,99
ABC	5,203	1	5,203	1,25	0,55
Error total	110,978	8	13,872	4,14	
Total (corr.)	394,720	15			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza tabla 4,16, se puede observar que el factor A(gluten), interacción AB (gluten-agua) e interacción ABC (gluten-agua-lenteja) no existe significancia ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo, para los factores B (agua), C (lenteja), las interacciones AC (gluten-lenteja), BC (agua-lenteja), existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis plantada y se puede afirmar que factores B, C e interacciones AC, BC, son significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.25, se muestran los efectos principales para los factores; A (gluten), B (agua) y C (lenteja) con relación a la variable respuesta contenido de humedad (%).

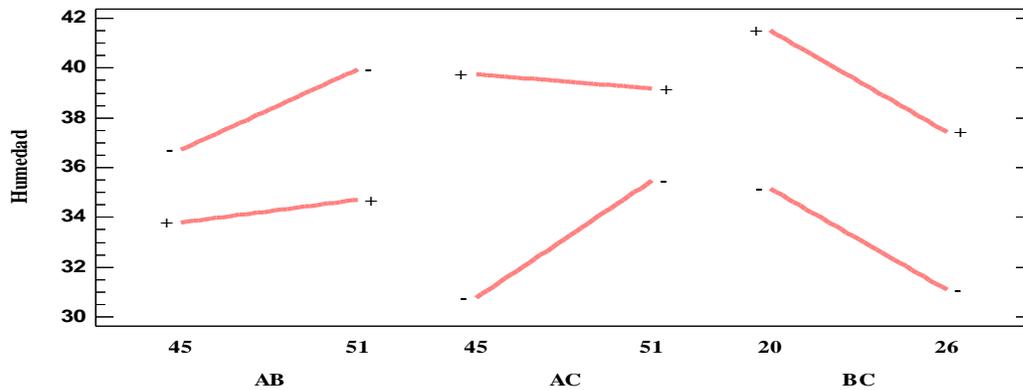


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25 Efectos principales para el contenido de humedad

Según la figura 4.25, se puede observar que el factor C (lenteja) influye significativamente sobre la variable respuesta contenido de humedad entre un rango de (33,00 – 39,00) %, por tanto, a nivel alto de factor C existe un mayor contenido de humedad; en comparación a los factores B (agua) ya que la variación de humedad se encuentra en un rango de (33,50 – 37,50) %. Así mismo, para el factor A (gluten) la variación de humedad no influye significativamente para un nivel alto (51,00%) y bajo (45,00%) ya que el valor de contenido de humedad se encuentra entre (35,00 – 37,00).

En la figura 4.26, se muestra la interacción para los factores AB (gluten-agua), AC (gluten-lenteja), BC (agua-lenteja), en función a la variable respuesta contenido de humedad.

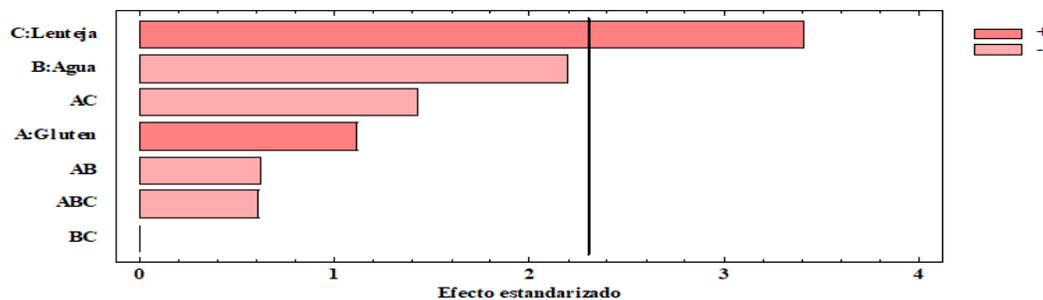


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26 Interacción de efectos para el contenido de humedad

Según la figura 4.26, se puede observar que el contenido de humedad para la interacción AC se ve afectado cuando el factor C (lenteja) se encuentra a nivel bajo (45,00%), mientras que para nivel alto entre (51,00%) la humedad disminuye. Así mismo, para la interacción AB cuando el factor B se encuentra en nivel bajo (45,00%) el contenido de humedad asciende, y para el nivel alto (51,00%) el contenido de humedad se mantiene. Para la intención BC se puede observar que no influye significativamente en el contenido de humedad.

En la figura 4.27, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor de 0, de tal c significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27 Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de humedad

Según la figura 4.26, se puede observar que los factores C (lenteja) sobrepasa la línea de referencia, por tanto, es estadísticamente significativo para un nivel de confianza

$\alpha = 0,05$; en comparación a los factores factores A (gluten) y B (agua) y las interacciones AB (gluten - agua), ABC (gluten – lenteja – agua) y BC (agua – lenteja) que no son significativos estadísticamente ya que no exceden la línea de referencia.

4.5.2 Variable respuesta pH de en la etapa de dosificación de jamón vegetariano cocido

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de gluten (A), agua (B), lenteja (C) y como variable respuesta el pH de jamón vegetariano cocido, para lo cual, se utilizó la norma que metodología que se expresa en el Anexo E.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta pH, tabla 4.17 en el programa estadístico Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el Anexo D.

Tabla 4.17

Análisis de varianza en función de la variable respuesta pH

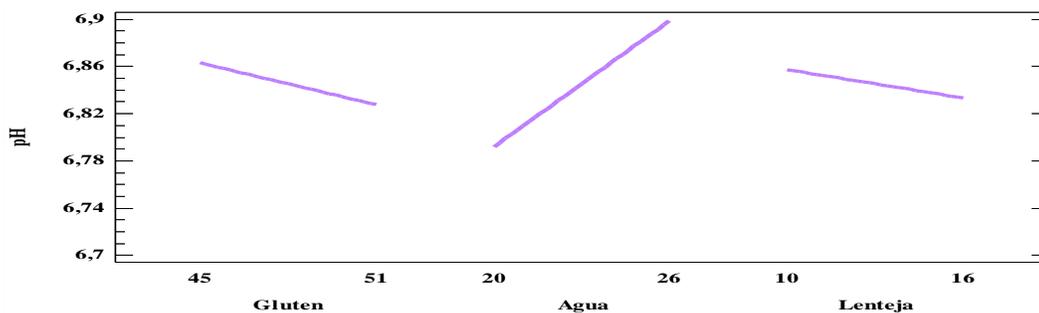
Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (GL)	Cuadrado Medio (MC)	Ftab	Valor-P
A:Gluten	0,005	1	0,500	2,48	0,030
B:Agua	0,045	1	0,045	2,48	0,000
C:Lenteja	0,002	1	0,022	4,16	0,115
AB	0,029	1	0,021	7,27	0,541
AC	0,054	1	0,005	3,06	0,415
BC	0,012	1	0,016	0,00	0,228
ABC	0,017	1	0,017	4,36	0,165
Error total	0,058	8	0,073		
Total (corr.)	0,062	15			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza tabla 4,17, se puede observar que para los factores A(gluten), B (agua), C (lenteja), para las interacciones AC (gluten-lenteja), BC (agua-lenteja) y ABC (gluten-agua-lenteja) no existe significancia ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo, para interacción AB (gluten-agua),

existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis plantada y se puede afirmar que la interacción AB es significativa para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

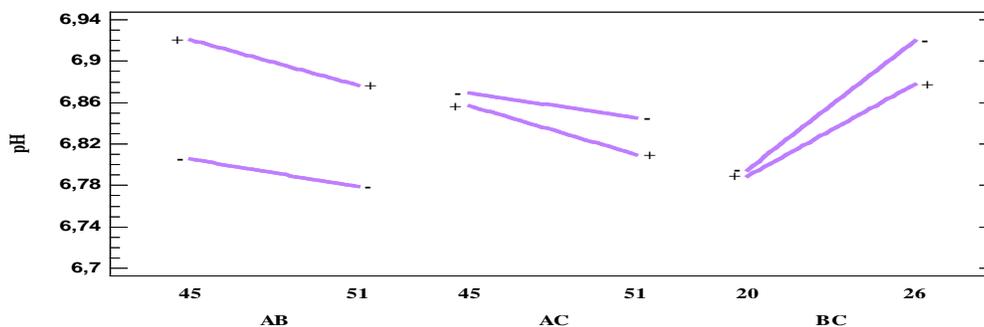
En la figura 4.28, se muestran los efectos principales para los factores; A (gluten), B (agua) y C (lenteja) con relación a la variable respuesta pH.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.28 Efectos principales para el pH

Según la figura 4.28, se puede observar que el factor B (agua) influye significativamente sobre la variable respuesta pH para un nivel alto (26,00%) y bajo 20,00%), en comparación con los factores A y C que no influyen significativamente en el pH, ya que el valor se encuentra entre 6,44 y 6,86.

En la figura 4.29, se muestra la interacción para los factores AB (gluten-agua), AC (gluten-lenteja), BC (agua-lenteja), en función a la variable respuesta contenido de humedad.

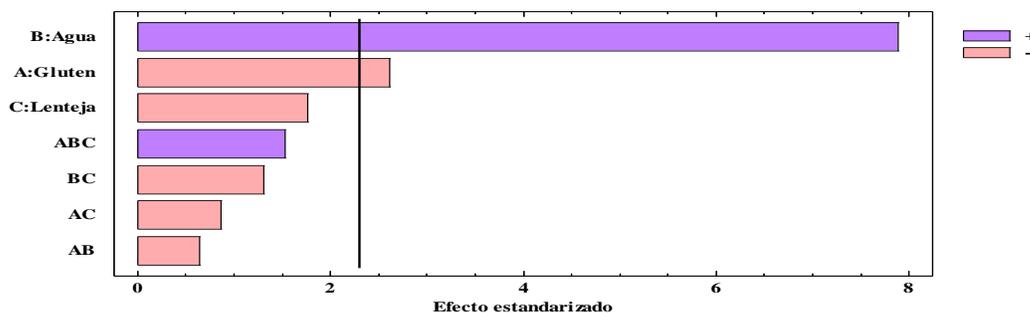


Fuente: Elaboración propia
Figura 4.29 Interacción de efectos para el pH

Según la figura 4.29, se puede observar que el pH para la interacción AC se ve afectado cuando el factor C (lenteja) se encuentra a nivel bajo (45,00%), mientras que para nivel alto entre (51,00%) el pH disminuye. Así mismo, para la interacción BC cuando el factor B se encuentra en nivel bajo (20,00%) el pH asciende y para el nivel alto (26,00%) el contenido

de humedad se mantiene. Para la intención AB se puede observar que no influye significativamente en el pH.

En la figura 4.30, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor de 0, de tal manera si las barreras graficas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.30 Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de pH

Según la figura 4.30, se puede observar que los factores B (agua) y A (gluten) sobrepasan la línea de referencia, por tanto, son estadísticamente significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$; en comparación con el factor C (lenteja) y las interacciones AB (gluten - agua), ABC (gluten - lenteja - agua) y BC (agua - lenteja) que no son significativos estadísticamente ya que no exceden la línea de referencia.

4.5.3 Variable respuesta acidez (ácido láctico) de en la etapa de dosificación de jamón vegetariano cocido

Para aplicar el diseño experimental se tomaron en cuenta como variables independientes; los porcentajes de gluten (A), agua (B), lenteja (C) y como variable respuesta la acidez (ácido láctico) de jamón vegetariano cocido, para lo cual, se utilizó la norma que se detalla la metodología que se expresa en el Anexo E.

En base al diseño experimental aplicando en la etapa de dosificación se realizó el análisis estadístico de la variable respuesta acidez (ácido láctico) tabla 4.18 en el programa estadístico

Statgraphics (Centurión XVI.I) para Windows, los resultados obtenidos se detallan en el Anexo D.

Tabla 4.18

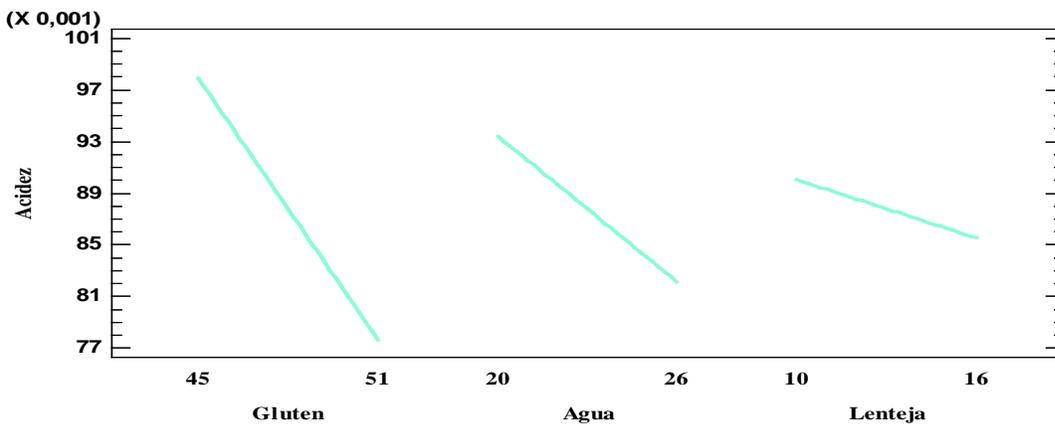
Análisis de varianza en función de la variable respuesta acidez (ácido láctico)

Fuente de varianza (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados libertad (GL)	Cuadrado Medio (MC)	F _{tab}	Valor-P
A:Gluten	0,064	1	0,001	0,23	0,046
B:Agua	0,050	1	0,005	0,11	0,226
C:Lenteja	0,081	1	0,081	1,13	0,614
AB	0,007	1	0,072	1,01	0,154
AC	0,002	1	0,002	0,25	0,454
BC	0,182	1	0,012	14,93	0,453
ABC	0,081	1	0,001	1,13	0,614
Error total	0,023	8	0,002	0,23	
Total (corr.)	0,057	15			

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza tabla 4,18 se puede observar que para los factores A(gluten), B (agua), C (lenteja), para las interacciones AC (gluten-lenteja), AB (gluten-agua) y ABC (gluten-agua-lenteja) no existe significancia ya que $F_{cal} < F_{tab}$, por tanto, se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo, para interacción BC (agua-lenteja), existe diferencia significativa ya que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis plantada y se puede afirmar que la interacción BC es significativa en la etapa de emulsión para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.31, se muestran los efectos principales para los factores; A (gluten), B (agua) y C (lenteja) con relación a la variable respuesta acidez (ácido láctico).

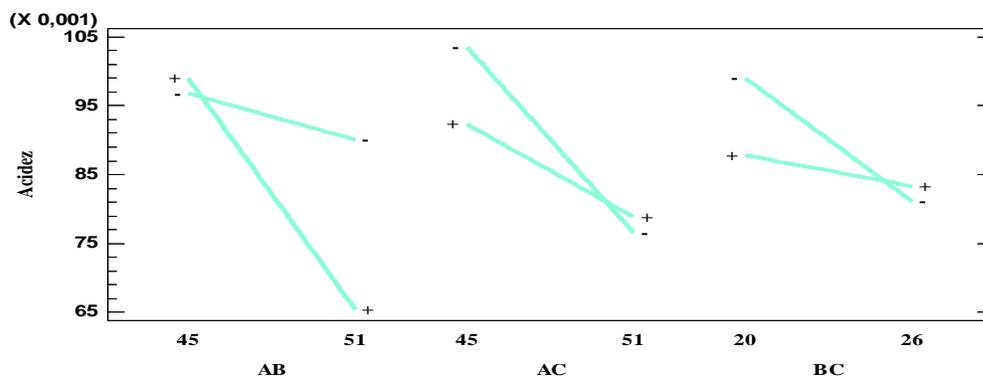


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31 Efectos principales para el contenido de acidez

Según la figura 4.31, se puede observar que el factor A (gluten) influye significativamente sobre la variable respuesta acidez (ácido láctico) para un nivel alto (98,00%) y bajo (77,00%), en comparación con los factores B y C que no influyen significativamente en sus valores de acidez (ácido láctico), ya que el valor se encuentra entre (82,00 – 92,00) %.

En la figura 4.32, se muestra la interacción para los factores AB (gluten-agua), AC (gluten-lenteja), BC (agua-lenteja), en función a la variable respuesta acidez (ácido láctico).

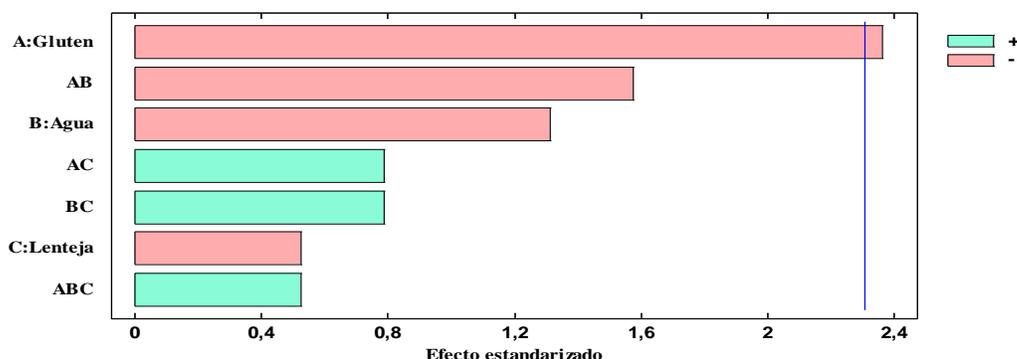


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32 Interacción de efectos de la acidez

Según la figura 4.32, se puede observar que el valor de acidez para la interacción AB (gluten – agua) AC (gluten – lenteja) y BC (agua-lenteja) se ve afectado cuando los tres están en sus niveles bajos – altos.

En la figura 4.33, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para los factores analizados en el diseño factorial. Para tal efecto, el nivel de significancia de los factores e interacciones se determinan con la línea vertical de referencia con valor de 0, de tal manera si las barreras graficas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33 Diagrama de Pareto estandarizado para el contenido de acidez

Según la figura 4.33, se puede observar que el factor A (gluten) sobrepasa la línea de referencia, por tanto, es estadísticamente significativo para un nivel de confianza

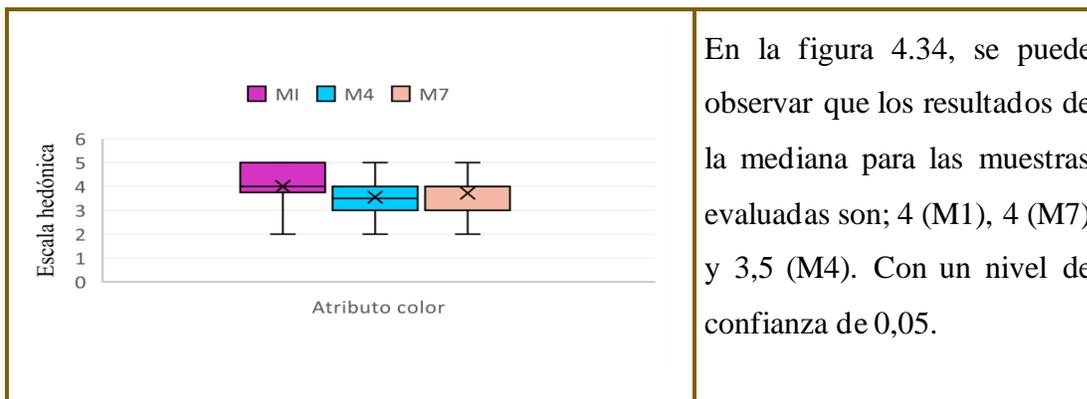
$\alpha = ,05$; en comparación con los factores B (agua), C (lenteja) y las interacciones AB (gluten - agua), ABC (gluten - lenteja - agua) y BC (agua - lenteja) que no son más significativos estadísticamente ya que no exceden la línea de referencia.

Realizando el diseño factorial en la etapa de dosificación para la elaboración de jamón vegetariano cocido, se pudo evidenciar que las variables respuestas (contenido de humedad y acidez) se ven afectados cuando las variables independientes (contenido de gluten, agua y lenteja) son manipuladas en sus niveles altos y bajos. Así mismo se tomaron en cuenta a las muestras (M4 y M7), que presentaron significancia según el análisis estadísticos para compararlas con la muestra arquetipo (M1) mediante el test

de escala hedónica con la finalidad de corroborar si los jueces detectan diferencia entre los atributos de las muestras comparadas, debido a los niveles de los factores e interacciones del diseño factorial.

4.5.4 Estadístico caja y bigote para comparar muestra arquetipo y muestras del diseño de jamón vegetariano cocido

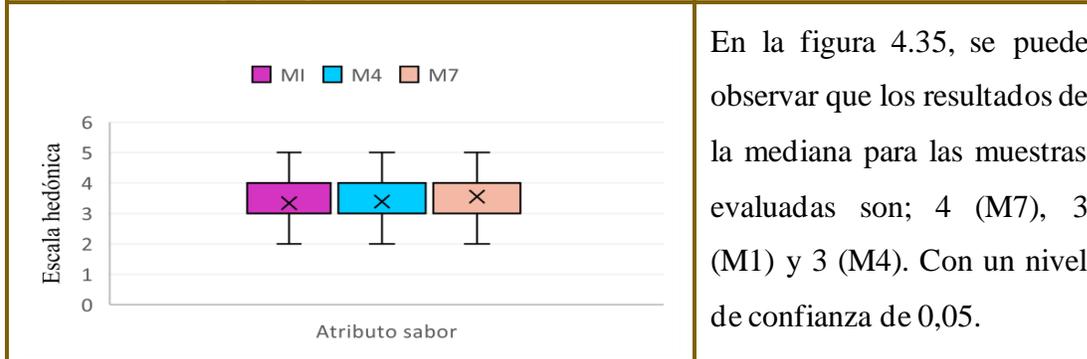
Se muestra el estadístico de caja y bigote extraído del (Anexo C) de las muestras evaluadas, en la cual se realizó una comparación entre las muestras experimentales (M4, M7) y la muestra arquetipo (M1). Para llevar a cabo dicha comparación, se hizo uso de un test de escala hedónica, con el objetivo de analizar si los jueces detectan diferencias entre los atributos de las muestras comparadas, debido a los niveles de factores e interacciones del diseño factorial.



En la figura 4.34, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M1), 4 (M7) y 3,5 (M4). Con un nivel de confianza de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

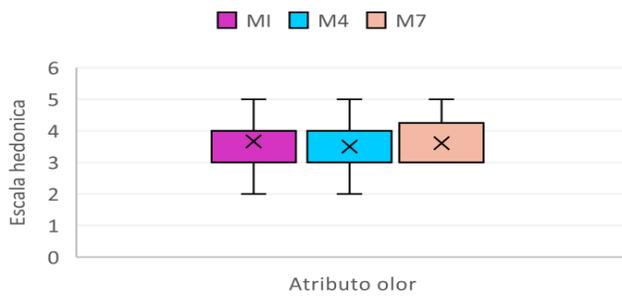
Figura 4.34 Caja y bigote atributo color



En la figura 4.35, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M7), 3 (M1) y 3 (M4). Con un nivel de confianza de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

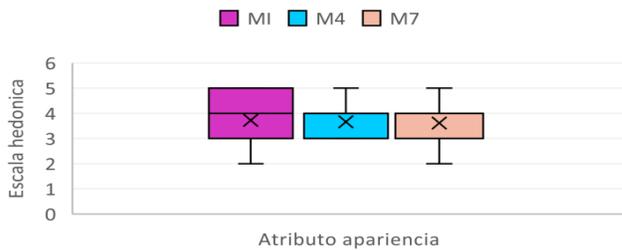
Figura 4.35 Caja y bigote atributo sabor



En la figura 4.36, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M7), 4 (M1) y 3,5 (M4). Con un nivel de confianza de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

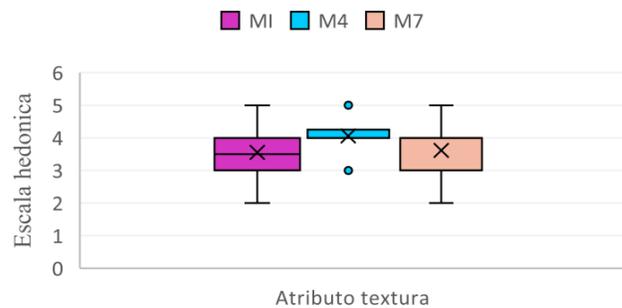
Figura 4.36 Caja y bigote atributo olor



En la figura 4.37, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M7), 4 (M1) y 4 (M4). Con un nivel de confianza de 0,05.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.37 Caja y bigote atributo apariencia



En la figura 4.38, se puede observar que los resultados de la mediana para las muestras evaluadas son; 4 (M4), 4 (M7) y 3,50 (M1). Con un nivel de confianza 0,05.

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.38 Caja y bigote atributo textura

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que la muestra M7 para los atributos sabor, color, olor, apariencia, textura, tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4; por lo

tanto, indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4 o menos. Teniéndola, así como muestra seleccionada.

4.5.4.1 Estadístico de Tukey para comparar muestra arquetipo y muestras del diseño de jamón vegetariano cocido

En la tabla 4.19, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey del atributo textura para para comparar muestra arquetipo y muestras del diseño de jamón vegetariano cocido tabla Anexo C.

Tabla 4.19

Estadístico Tukey para comparar muestra arquetipo y muestras del diseño de jamón vegetariano cocido

Tratamientos	Medias	Comparación de medias con D.M.S	Significancia
M4-M7	4,05-3,61=0,44	0,44<0,56	No hay significancia
M4-MI	4,05-3,56=0,49	0,49<0,56	No hay significancia
M7-MI	3,61-3,56=0,05	0,05<0,56	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se puede observar que entre los tratamientos (M4-M7), (M4-M1) y (M7-M1), Anexo C, sí existe diferencia significativa, es decir que las muestras relacionadas no son idénticas en alguna parte del proceso, muestras evaluadas para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$.

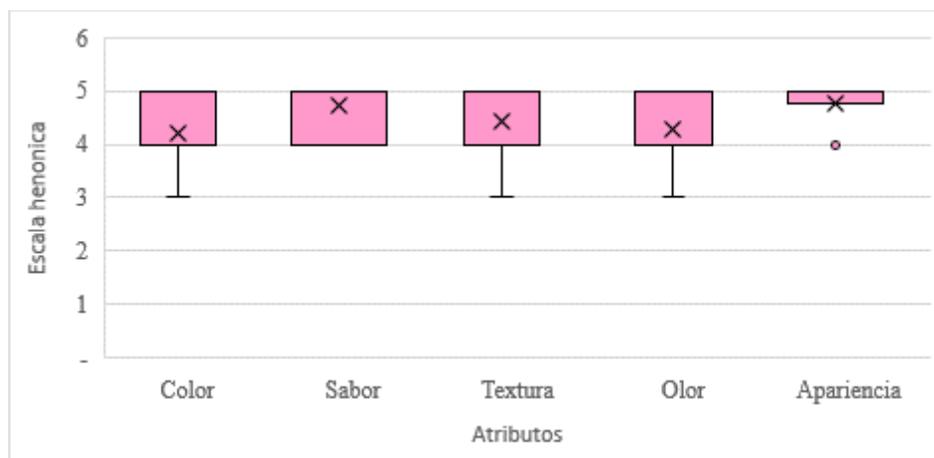
De acuerdo a la evaluación sensorial realizada para los atributos para comparar muestra arquetipo y muestras del diseño de jamón vegetariano cocido según el análisis estadístico de varianza para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$. Se determina qu, la muestra que presenta el mayor promedio de acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial (Anexo C) es la muestra M7, debido a que tiene mayor aceptación por los jueces en cuanto a los atributos evaluados.

Realizado el test de evaluación sensorial para comparar las muestras experimentales (M4, M7) y la muestra arquetipo (M1), según la apreciación de los jueces se determinó que la

muestra M7 cuenta con mejor color y sabor, textura más firme, olor más acentuado y buena presentación.

4.6 Estadístico caja y bigote producto final jamón vegetariano cocido

En la figura 4.39, se muestra el estadístico de caja y bigote extraído de la tabla C (color), tabla C (sabor), tabla C (olor), tabla C (textura) C (apariencia) de la muestra evaluada, (M7) Para llevar a cabo dicha valoración, se hizo uso de un test de escala hedónica, con el objetivo de analizar la muestra final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.39 Caja y Bigote para muestra final de jamón vegetariano cocido

Según la figura se puede observar que los resultados de las medianas en función a los atributos de la muestra evaluada son; color (4,00), sabor (5,00), textura (4,50), olor (4,50), apariencia (5,00).

4.7 Caracterización del producto final jamón vegetariano cocido

En la caracterización del producto terminado, se tomaron en cuenta los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del jamón cocido vegetariano.

4.7.1 Análisis fisicoquímico del jamón vegetariano cocido

En la tabla 4.20, se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del hongo comestible de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.20*Análisis fisicoquímicos del jamón vegetariano cocido*

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	2,54
Fibra	%	0,14
Grasa	%	5,14
Hidratos de carbono	%	10,65
Humedad	%	53,74
Proteína total	%	27,79
Valor energético	Kcal/100 g	200,02

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.20, se puede observar los resultados del análisis fisicoquímico del jamón vegetariano cocido, que presenta: ceniza 2,54%, fibra 0,14%, grasa 5,14 %, hidratos de carbono 10,65%, humedad 53,74%, proteína total (Nx6,25), 27,79% y valor energético 200,02 Kcal/100 g.

4.7.2 Análisis microbiológico del jamón vegetariano cocido

En la tabla 4.21, se detallan los resultados obtenidos del análisis microbiológico del jamón vegetariano cocido de datos extraídos del Anexo A.

Tabla 4.21*Análisis microbiológicos del jamón vegetariano cocido*

Micro organismos	Unidades	Cantidad
Coliformes termorresistentes	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
Coliformes totales	UFC/g	$<1,0 \times 10^1$
Salmonella	P/A/25g	Ausencia

Fuente: CEANID, 2021

Según la tabla 4.21, se puede observar los resultados del análisis microbiológico del jamón vegetariano cocido que presenta: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, coliformes

termorresistentes $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, salmonella P/A/25g ausencia

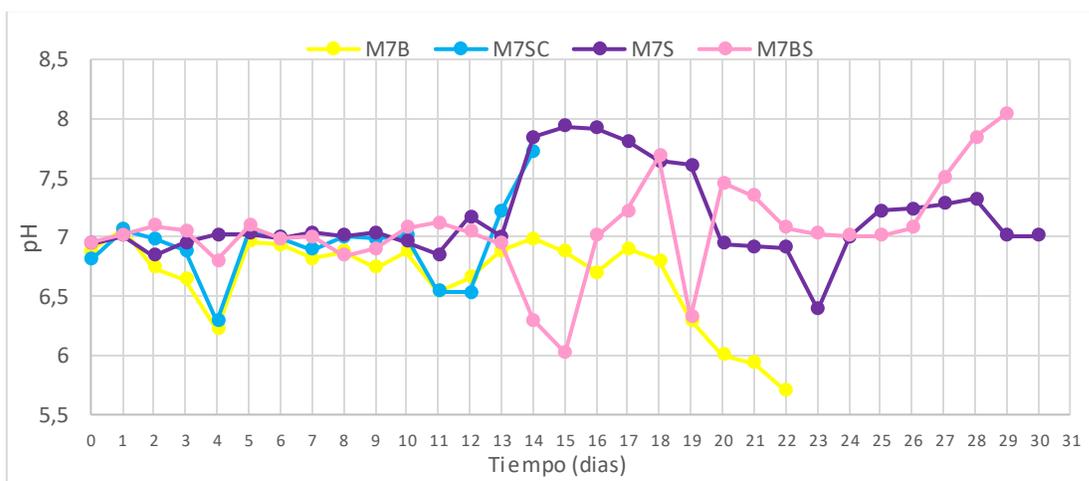
4.8 Control de pH y acidez en muestra final de jamón vegetariano cocido durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control de pH y acidez (ácido láctico), durante el almacenamiento, en base a la muestra final jamón vegetariano cocido (M7) se elaboraron cuatro replicas con la misma formulación; (M7B), con benzoato, (M7SC), sin conservante, (M7S) con sorbato de potasio y (M7BS) con una mezcla de benzoato y sorbato, para lo cual, se realizó el control diario de las muestras exceptuando feriados y fines de semana.

Para la obtención de los valores pH y acidez del jamón vegetariano cocido durante el control en el almacenamiento, se tomaron cuatro muestras M7SC, a la que no se le añadió ningún conservante, M7S, a la que se le añadió sorbato, M7B, a la que se le añadió benzoato, M7SB, a la que se le añadió benzoato y sorbato.

4.8.1 Control de (pH) en el jamón vegetariano cocido durante el almacenamiento

En la figura 4.40, se muestra el control de pH de las muestras; M7B (benzoato), durante 22 días, M7SC (sin conservante), durante 14 días, M7BS (sorbato y benzoato), durante 29 días y M7S (sorbato), durante 30 días, de datos extraídos de (Anexo D), para lo cual se realizó el control diario de las muestras exceptuando feriados y fines de semana, en base a las normas explicadas en el (Anexo E).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.40 Control pH jamón vegetariano cocido durante el almacenamiento

Se observa en la figura 4.40, como cambia el pH en función de los días. La muestra M7SC sufre leves fluctuaciones no significativas hasta el día 4, donde el pH desciende hasta 6,30, sigue sufriendo leves fluctuaciones, hasta que el día 10 sufre ascenso de pH llegando así hasta un valor de 7,65, terminando ahí su tiempo de almacenamiento.

La muestra M7B sufre leves fluctuaciones no significativas, hasta el día 4 donde el pH desciende hasta 6,20, continúa teniendo fluctuaciones no considerables hasta el día 18, donde comienza a descender de manera considerable, hasta el día 18, donde se tiene un valor de pH de 5,60, terminando ahí su tiempo de almacenamiento.

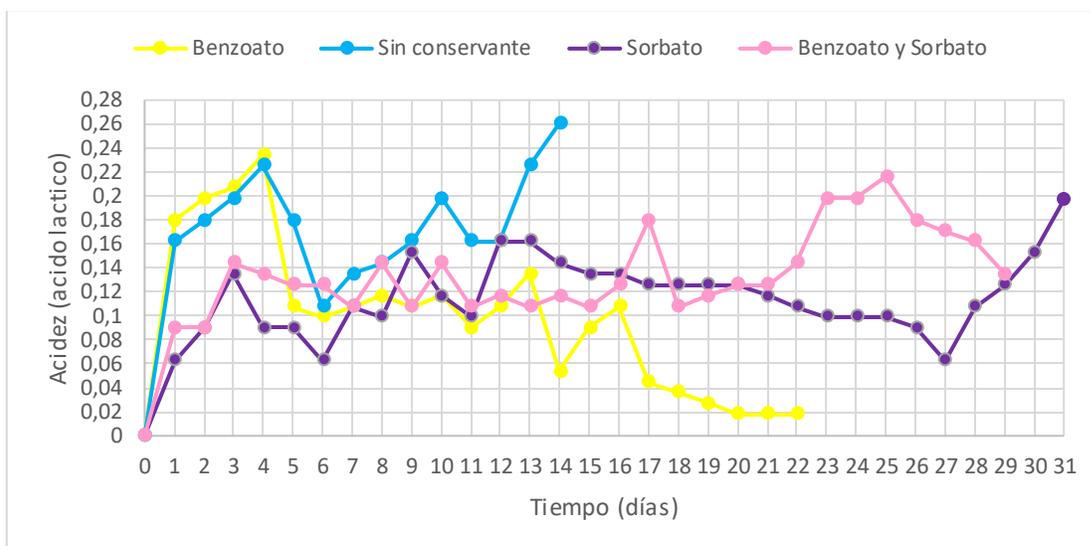
Así mismo para la muestra M7BS se observan leves fluctuaciones hasta el día 13, donde comienza a descender de manera considerable hasta el día 15, llegando a un valor de pH de 6,00, ese mismo día comienza a apreciarse el ascenso de estos valores hasta el día 18, que se ve un aumento muy significativo, llegando así a un pH de 7,60, el día 19, observa un descenso muy considerable, llegando así a un valor de 7,20 en el día 20, posteriormente se aprecia fluctuaciones no considerables y casi constantes hasta el día 26, en ese momento se aprecia un ascenso bastante considerable del pH hasta el día 29, llegando a un pH de 8,00, momento que termina su tiempo de vida útil.

Por último, podemos observar que la muestra M7S que mantiene fluctuaciones no considerables hasta el día 13, donde se observa un ascenso muy considerable llegando así a un valor de 7,90 en el día 16, posteriormente en el día 19 se observa un descenso de valor hasta el día 20, manteniéndose cuasi constante hasta el día 22, descendiendo hasta el día 23, ascendiendo el día 24, manteniéndose cuasi constante hasta el día 28, en ese momento se aprecia una leve descendencia que se mantiene constante hasta el día 30.

El tiempo de duración del almacenamiento de las muestras M7SC, M7B, M7SB, fueron consideradas en función a los valores del pH ya que se observaron ascensos y/o descendencias significativas. Así mismo, se apreció el crecimiento de colonias de mohos y levaduras en el alimento. Por otra parte, a medida que pasaron los días se observó cambio de color, textura y aroma. Mientras que para la muestra M7S al terminar el tiempo de almacenamiento no se observaron crecimiento de colonias, el color se mantuvo igual, pero si se observó cambio en el aroma.

4.8.2 Control de acidez (ácido láctico) en el jamón vegetariano cocido durante el almacenamiento

En la figura 4.41, se muestra el control de acidez (ácido láctico), datos extraídos del (Anexo F) de las muestras; M7B, M7S7, M7BSy M7S (sorbato), de datos extraídos de (Anexo C), para lo cual se realizó el control diario de las muestras exceptuando feriados y fines de semana en base a las normas explicadas en el (Anexo E).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.41 Control acidez (ácido láctico) jamón vegetariano cocido durante el almacenamiento

Se observa en la figura 4.41, como cambia la acidez (ácido láctico), en función de los días. La muestra M7SC el primer día desciende hasta un valor de 0,16 manteniendo fluctuaciones no considerables hasta el día 4, momento en el que su valor desciende llegando a 0,10 es en ese momento que comienzan a ascender los valores considerablemente hasta el día 10, que llega un valor de 0,20, posteriormente desciende el día 11 y se mantiene constante, hasta el día 12, que asciende considerablemente, teniendo un valor de 0,26 del día 14, terminando ahí su tiempo de almacenamiento.

La muestra M7B el primer día desciende hasta un valor de 0,18, manteniendo fluctuaciones no considerables hasta el día 4, momento en el que su valor desciende llegando a 0,24, es en ese momento que comienzan a ascender los valores considerablemente hasta el día 11, que llega a un valor de 0,09, posteriormente asciende el día 13 obteniendo un valor de 0,13, desciende de manera considerable el día 14 teniendo un valor de 0,05, el día 16 asciende hasta un valor

de 0,10 y en ese momento desciende de manera considerable hasta el día 22, teniendo un valor de 0,02, terminando ahí su tiempo de almacenamiento.

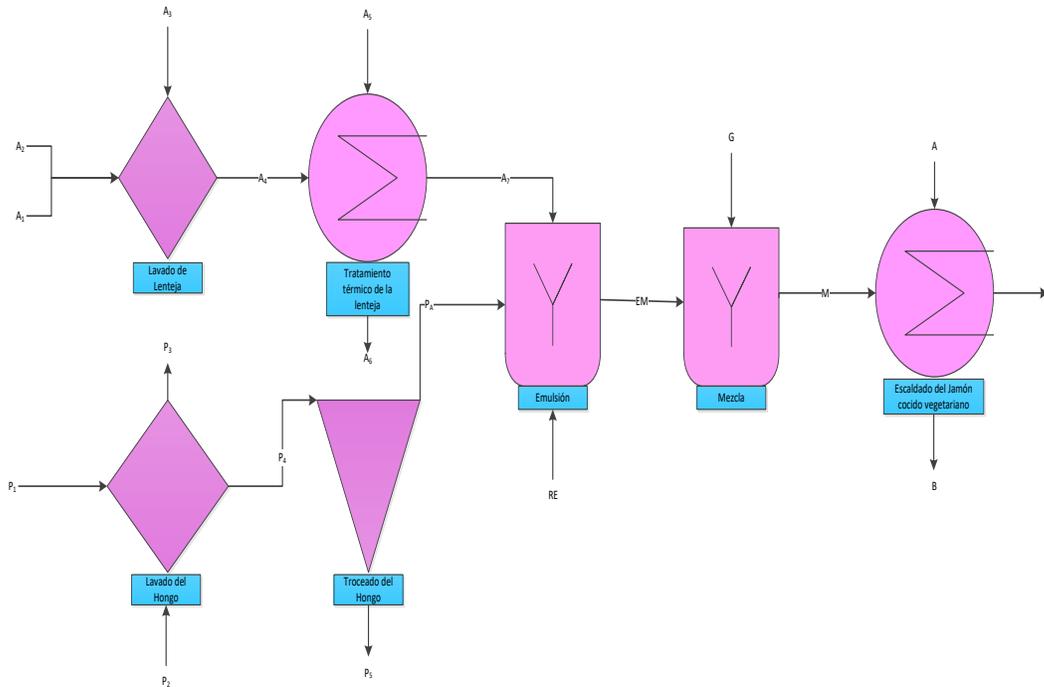
Así mismo la muestra MBS el primer desciende a 0,08 ascendiendo hasta 0,14 el día 3, teniendo fluctuaciones no significativas hasta el día 7 donde comienza a tener fluctuaciones cuasi constantes, pero de mayor rango (0,15-0,14) hasta el día 11 que existen fluctuaciones no significativas hasta el día 16, que se observa que los valores ascienden a 0,80, descendiendo a 0,15 el día 18, ascendiendo valores hasta el día 22 que además se aprecia un ascenso significativo el día 23, manteniendo valores cuasi constantes hasta el día 25, que los valores descienden hasta el día 29 hasta 0,12 terminando ahí el tiempo de almacenamiento.

Por último, se observa que la muestra M7S asciende considerablemente hasta 0,14 el día 4, desciende considerablemente hasta el día 6, teniendo un valor de 0,06, ascendiendo de manera considerable hasta el día 9, teniendo un valor de 0,150, descendiendo hasta 0,10 el día 11, ascendiendo el día 12 hasta 0,160, descendiendo considerablemente hasta el día 27, teniendo un valor de 0,06, ascendiendo considerablemente hasta el día 31, teniendo un valor de 0,20.

El tiempo de duración del almacenamiento de las muestras M7SC, M7B, M7SB, fueron consideradas en función a los valores de acidez (ácido láctico) ya que se observaron ascensos y/o descendemos significativos. Así mismo, se apreció el crecimiento de colonias de mohos y levaduras en el alimento. Por otra parte, a medida que pasaron los días se observó cambio de color, textura y aroma. Mientras que para la muestra M7S al terminar el tiempo de almacenamiento no se observaron crecimiento de colonias, el color se mantuvo igual, pero si se observó cambio en el sabor, teniendo así sabor más ácido los últimos días.

4.9 Balance de materia en el proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido

En la figura 4.42 se detallan las etapas donde se realizaron los balances de materia en el proceso de elaboración de jamón vegetariano cocido.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.42 Balance de materia en el proceso de obtención de jamón vegetariano cocido

Donde:

A_1 = Lenteja sin lavar (g)

A_2 = Agua para el lavado (g)

A_3 = Agua + impurezas (g)

A_4 = Lenteja lavada (g)

A_5 = Agua para tratamiento térmico (g)

A_6 = Vapor de agua (g)

A_7 = Lenteja tratada (g)

P_1 = Hongo (g)

P_2 = Agua para el lavado (g)

P_3 = Agua + impurezas (g)

P_4 = Hongo lavado (g)

g = Gramos

P_A = Porción comestible de hongo (g)

P_5 = Porción no comestible de hongo (g)

EM = Emulsión (g)

RE = Residuo de emulsión (g)

C = Condimentos (g)

G = Gluten (g)

M = Mezcla (g)

A = Agua para el escaldado (g)

J = Jamón vegetariano cocido (g)

B = Vapor de agua (g)

Kcal = Kilocalorias

°C = Grados Centigrados

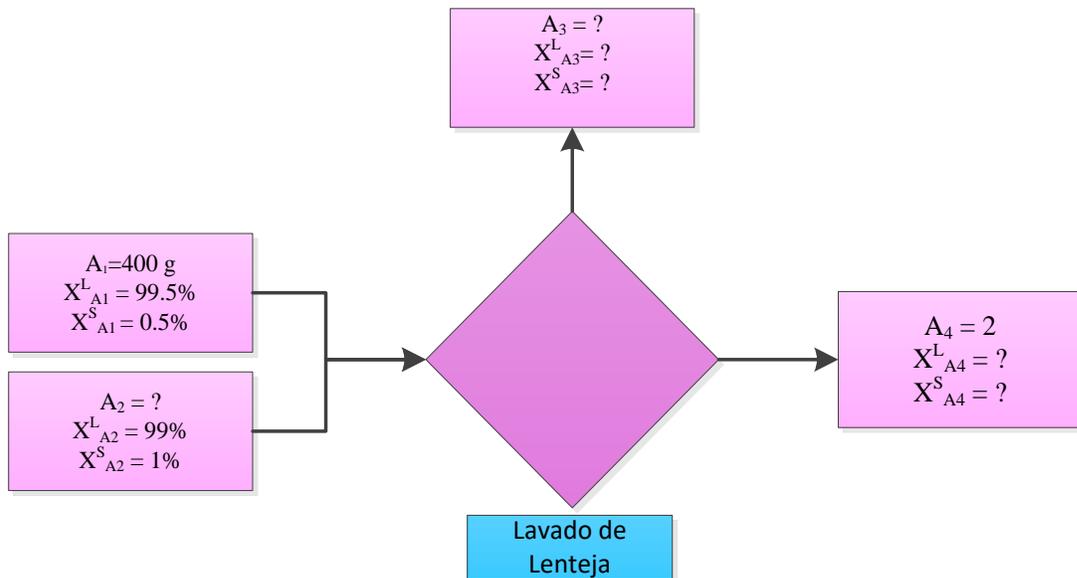
Kg = Kilogramos

hrs = Horas

min = Minutos

4.9.1 Balance de materia en la etapa de lavado de lenteja

En la figura 4.43, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de lavado de lenteja, relación de agua potable 2:1 Partiendo de 400g de lentejas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.43 Balance de materia en la etapa de lavado de lenteja

Balance general en la etapa de lavado

$$A_1 + A_2 = A_3 + A_4 \quad (\text{Ecuación 4.1})$$

Despejando A_4 :

$$A_4 = A_1 + A_2 - A_3 \quad (\text{Ecuación 4.2})$$

Para hallar el valor de las corrientes A_2 , A_3 y A_4 se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo de agua que ingresa en el lavado en relación agua: lenteja (2:1)

$$A_2 = 2(A_1)$$

$$A_2 = 2(400\text{g})$$

$$A_2 = 800\text{g de agua potable}$$

Cálculo de agua que sale en el lavado + impurezas (A_3)

$$A_3 = A'_3 + A''_3 \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

Cálculo de agua que sale en el lavado

$$A'_3 = 90\% A_2$$

$$A'_3 = 0,9 (800g)$$

$$A'_3 = 720g \text{ de agua de lavado}$$

Cálculo de impurezas que salen en lavado

$$A''_3 = 0,5\% (A_1)$$

$$A''_3 = 0,05 (400g)$$

$$A''_3 = 20g \text{ de impurezas}$$

Reemplazando A'_3 y A''_3 en (ecuación 4.3)

$$A_3 = A'_3 + A''_3$$

$$A_3 = 720g + 20g \quad A_3 = 740g \text{ de agua que sale + impurezas}$$

Reemplazando A_2 y A_3 en (ecuación 4.2)

$$A_4 = A_1 + A_2 - A_3$$

$$A_4 = 400g + 800g - 740g$$

$$A_4 = 460g \text{ de lenteja lavada}$$

Balance parcial de impurezas en la etapa de lavado

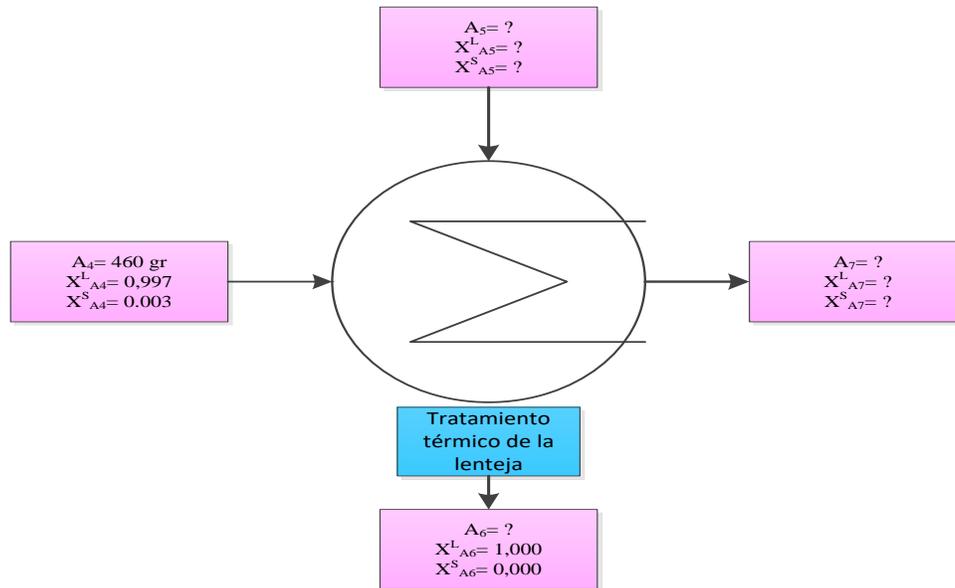
$$A_1(X_{A_1}^I) + A_2(X_{A_2}^I) = A_3(X_{A_3}^I) + A_4(X_{A_4}^I)$$

$$X_{A_4}^I = \frac{400g(0,05)}{760g}$$

$$X_{A_4}^I = 0,026$$

4.9.2 materia en la etapa de Balance de tratamiento térmico de lenteja

La figura 4.44, muestra el balance de materia en la etapa de tratamiento térmico de lenteja, realizado para 460 g de lenteja lavada y una entrada de (3:1) en relación; agua: lenteja.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.44 Balance de materia en la etapa de tratamiento térmico de lenteja

Balance general en la etapa de tratamiento termico de lenteja

$$A_4 + A_5 = A_6 + A_7 \quad (\text{Ecuación 4.4})$$

Despejando A₇:

$$A_7 = A_4 + A_5 - A_6 \quad (\text{Ecuación 4.5})$$

Para hallar el valor de las corrientes A₅, A₆ y A₇ se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo de agua que ingresa en la etapa de tratamiento térmico, en relación agua: lenteja (3:1)

$$A_5 = 3:A_4$$

$$A_5 = 3(460g)$$

A₅ = 1380g de agua que ingresa

Cálculo de vapor de agua que sale en la etapa de tratamiento térmico en relación al 25% A_5

$$A_6 = 0,25(A_5)$$

$$A_6 = 0,25(1380g)$$

$$A_6 = 345g \text{ de vapor de agua}$$

Reemplazando A_5 y A_6 en (ecuación 4.5)

$$A_7 = A_4 + A_5 - A_6$$

$$A_7 = 460g + 1380g - 345g$$

$$A_7 = 1495g \text{ de lenteja tratada}$$

Balance parcial de agua en etapa de tratamiento térmico

$$A_4(X_{A_4}^L) + A_5(X_{A_5}^L) = A_6(X_{A_6}^L) + A_7(X_{A_7}^L)$$

$$X_{A_7}^L = \frac{460g(0,30) + 1380g(1) - 345g(1)}{1495g}$$

$$X_{A_7}^L = 0,78$$

Balance parcial de sólidos en etapa de tratamiento térmico

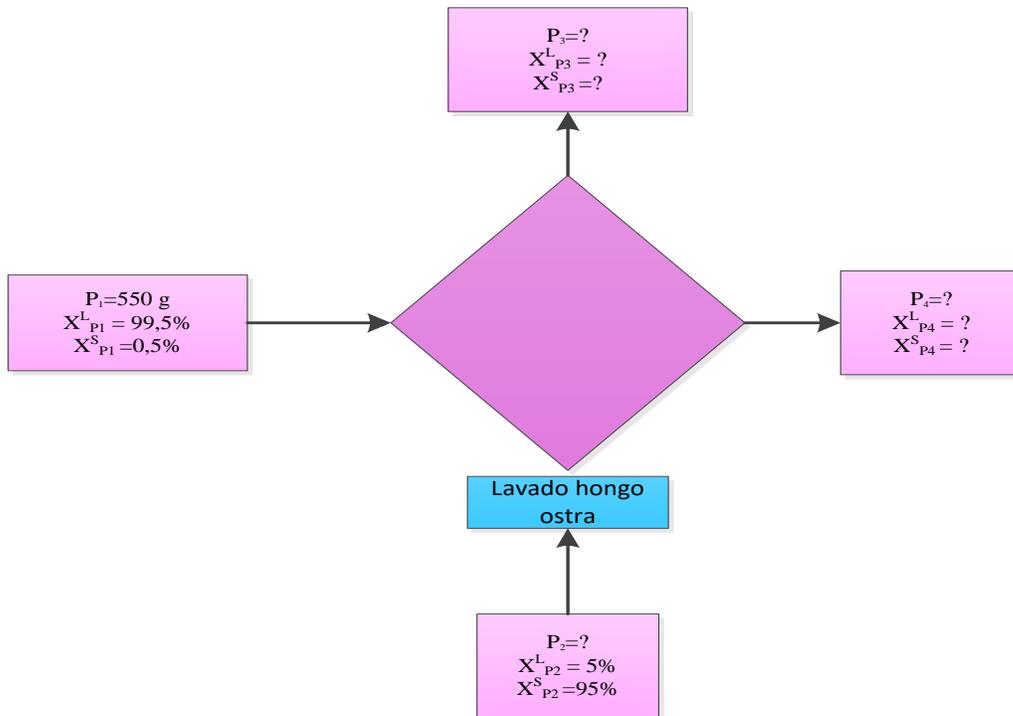
$$A_4(X_{A_4}^S) + A_5(X_{A_5}^S) = A_6(X_{A_6}^S) + A_7(X_{A_7}^S)$$

$$X_{A_7}^S = \frac{460g(0,70)}{1266,7g}$$

$$X_{A_7}^S = 0,27$$

4.9.3 Balance de materia en la etapa de lavado del hongo

En la figura 4.45, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de lavado del hongo, relación de agua 2:1. Partiendo de 550g de hongo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.45 Balance de materia en la etapa de lavado de hongo

Balance general en la etapa de lavado

$$P_1 + P_2 = P_3 + P_4 \quad (\text{Ecuación 4.6})$$

Despejando P_4 :

$$P_4 = P_1 + P_2 - P_3 \quad (\text{Ecuación 4.7})$$

Para hallar el valor de las corrientes P_2 , P_3 y P_4 se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo de agua que ingresa en el lavado en relación agua: hongo (2:1)

$$P_2 = 2(P_1)$$

$$P_2 = 2(550\text{g})$$

$$P_2 = 1100\text{g de agua potable}$$

Cálculo de agua que sale en el lavado + impurezas (P_3)

$$P_3 = P'_3 + P''_3 \quad (\text{Ecuación 4.8})$$

Cálculo de agua que sale en el lavado

$$P'_3 = 97\% P_2$$

$$P'_3 = 0,97 (1100g)$$

$$P'_3 = 1064g \text{ de agua de lavado}$$

Cálculo de impurezas que salen en lavado

$$P''_3 = 0,03\% (P_1)$$

$$P''_3 = 0,003 (550g)$$

$$P''_3 = 1,65g \text{ de impurezas}$$

Reemplazando P'_3 y P''_3 en (ecuación 4.8)

$$P_3 = P'_3 + P''_3$$

$$P_3 = 1064g + 1,65g$$

$$P_3 = 1065,65g \text{ de agua que sale + impurezas}$$

Reemplazando P_2 y P_3 en (ecuación 4.7)

$$P_4 = P_1 + P_2 - P_3$$

$$P_4 = 550g + 1100g - 1065,65g$$

$$P_4 = 584,35g \text{ de hongo lavado}$$

Balance parcial de impurezas en la etapa de lavado

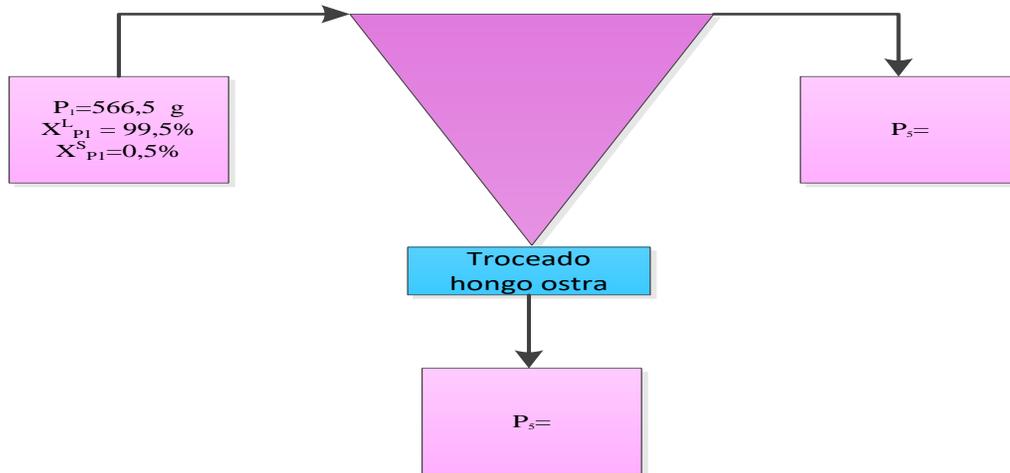
$$P_1(X_{P_1}^I) + P_2(X_{P_2}^I) = P_3(X_{P_3}^I) + P_A(X_{P_A}^I)$$

$$X_{P_3}^I = \frac{550g(0,005)}{584,35g}$$

$$X_{P_3}^I = 0,05$$

4.9.4 Balance de materia parcial en la etapa de troceado del hongo

En la figura 4.46, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de troceado del hongo. Partiendo de 566,5g de hongo lavado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.46 Balance de materia en la etapa de troceado del hongo

Balance de materia global en la etapa de troceado del hongo:

$$P_4 = P_5 + P_A \quad (\text{Ecuación 4,9})$$

Balance parcial para la porción comestible en la etapa de troceado del hongo:

$$P_4(X_4^{PC}) = P_5(X_5^{PC}) + P_A(X_A^{PC})$$

$$P_A = \frac{P_4(X_4^{PC})}{X_A^{PC}}$$

$$P_A = \frac{584,35\text{g} (0,97)}{1}$$

$$P_A = 549,50 \text{ g de hongo acondicionado}$$

Balance parcial para la porción no comestible en la etapa de acondicionado troceado del hongo:

$$P_4(X_4^{PC}) = P_5(X_5^{PC}) + P_A(X_A^{PC})$$

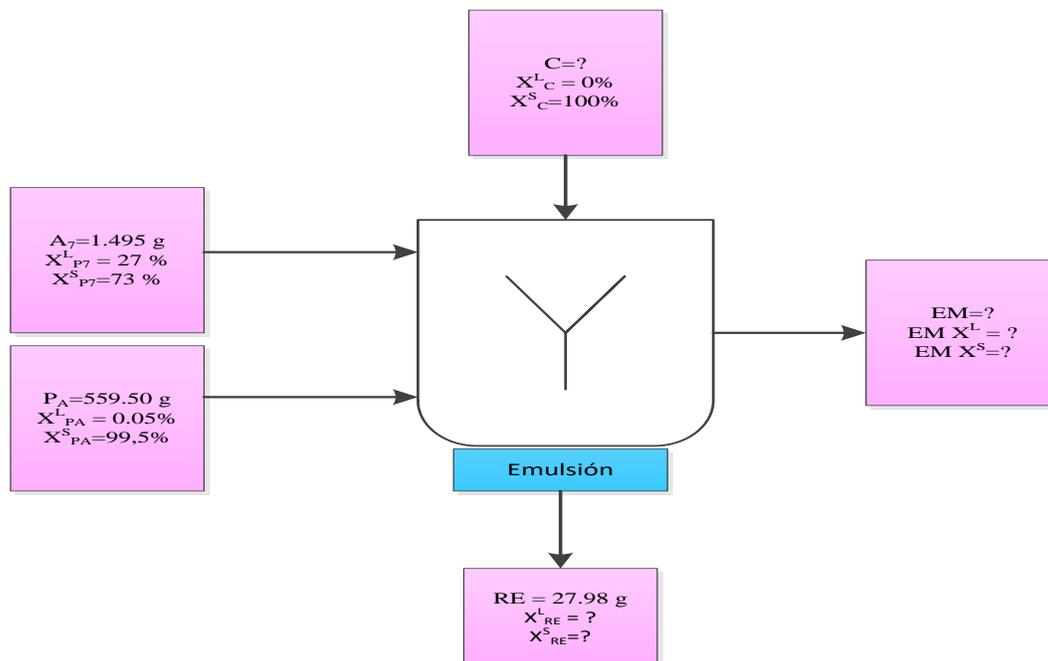
$$P_5 = \frac{P_4(X_4^{PNC})}{X_5^{PNC}}$$

$$P_5 = \frac{584,35(0,03)}{1}$$

$P_5 = 16,99$ g de porción no comestible del hongo

4.9.5 Balance de materia en la etapa de emulsión

En la figura 4.46, se muestra el proceso de balance de materia en proceso de emulsión



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.47 Balance de materia en la etapa de emulsión

Balance de materia global para la etapa de emulsión

$$A_7 + C + P_A = EM + RE \quad (\text{Ecuación 4,10})$$

Balance de materia de cantidad del producto emulsionado

$$EM = A_7 + C + P_A - RE \quad (\text{Ecuación 4,11})$$

$$EM = 1495,00\text{g} + 600,00\text{g} + 549,50 - 27,98$$

$$EM = 2627,48 \text{ g de producto emulsionado}$$

Balance parcial de componentes en etapa de emulsión

$$A_{A7}(X_{P_{A7}}^L) + P_A(X_{P_A}^L) + C = EM(X_{P_{EM}}^L)$$

$$A_7 \%A_7 + P_3 \%P_3 + C\%C = E\%E$$

$$\%EM = \frac{A_7 \%A_7 + P_3 \%P_3 + C\%C}{EM}$$

$$\%EM = \frac{A_7 (\%A_7) + P_3 (\%P_3) + C(\%C)}{EM}$$

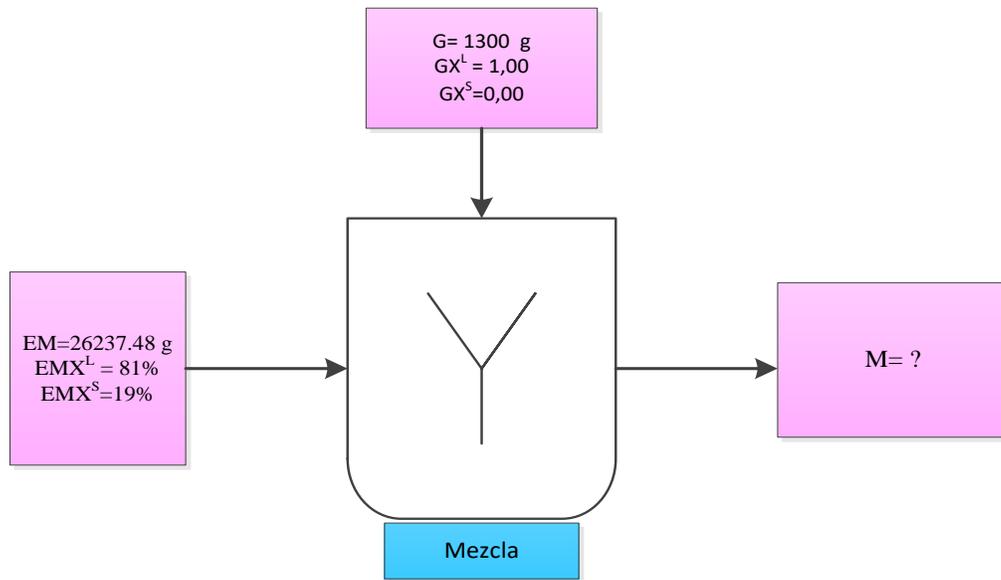
$$\%EM = \frac{1495,00(0,73) + 600(1,00) + 549,50(0,80)}{2627,48 \text{ g}}$$

$$\%EM = 0,81\% \text{ componente solido en la emulsión}$$

$$\%EM = 0,19\% \text{ componente liquido en la emulsión}$$

4.9.6 Balance de materia en la etapa de mezclado

En la figura 4.48, se muestra el proceso de balance de materia en proceso de mezclado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.48 Balance de materia en la etapa mezcla

Balance de materia global en la etapa de mezcla

$$EM + G = M \quad (\text{Ecuación 4,12})$$

Despejando M en ecuación 4,13

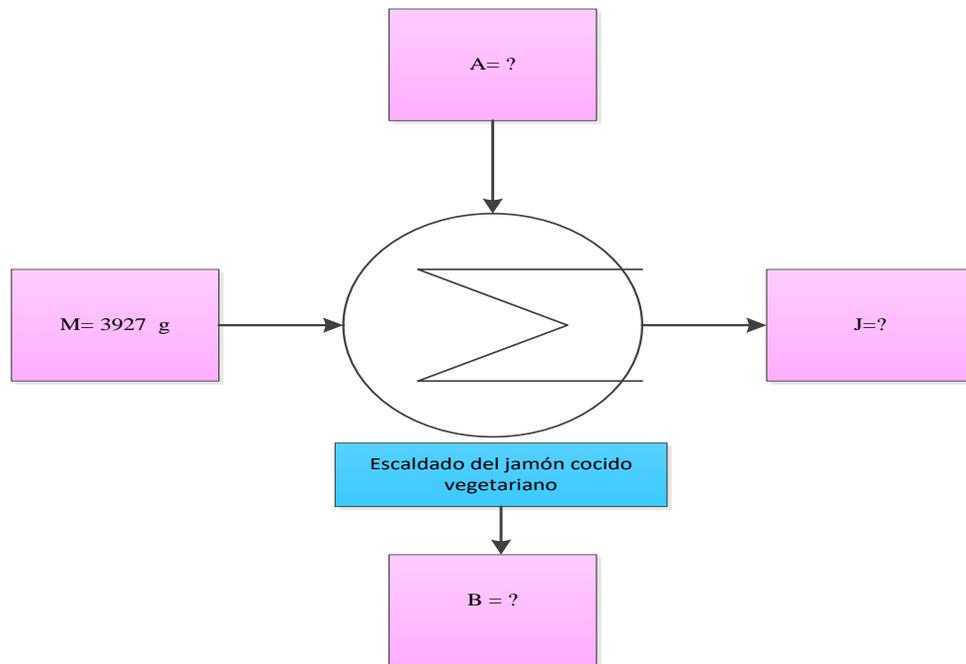
$$M = EM + G \quad (\text{Ecuación 4,13})$$

$$M = 2627,00\text{g} + 1300,00\text{g}$$

$$M = 3927,00\text{g mezcla total}$$

4.9.7 Balance de materia en la etapa de escaldado de jamón cocido vegetariano

La figura 4.49, muestra el balance de materia en la etapa de escaldado del jamón vegetariano cocido, realizado para 3927g de mezcla y una entrada de (0,403:1) en relación; agua : mezcla.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.49 Balance de materia en la etapa de escaldado del jamón vegetariano

Balance general en la etapa de escaldado de jamón vegetariano cocido

$$M + A = J + B \quad (\text{Ecuación 4.14})$$

Despejando J:

$$J = M + A - B \quad (\text{Ecuación 4.15})$$

Para hallar el valor de A se aplica el siguiente planteamiento:

Cálculo de agua que ingresa en la etapa de escaldado, en relación agua: mezcla (0,403:1)

$$A = 0,403:M$$

$$A = 0,403 (3927,000)g$$

A = 1582,580 g de agua que ingresa

Cálculo de vapor de agua que sale en la etapa de escaldado en relación al 32,22% A

$$B = 0,322(A)$$

$$B = 0,322(1582,580g)$$

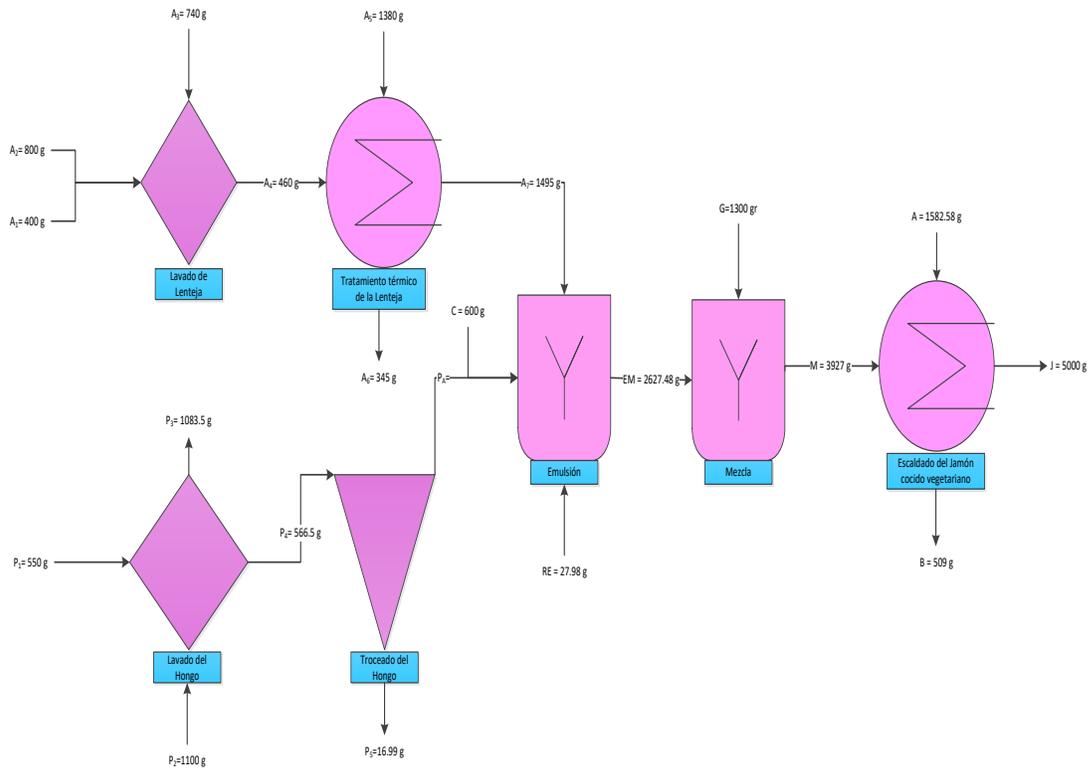
B = 509,000g de vapor de agua

Reemplazando en (ecuación 4.15)

$$J = M + A - B$$

$$J = 3927,00\text{g} + 1582,58\text{g} - 509,00$$

J = 5.000,00g de jamón vegetariano cocido



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.50 Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de jamón cocido vegetariano

4.10 Balance de energía

A continuación, se detallan las etapas donde se realizaron los balances energía en el proceso de obtención de jamón vegetariano cocido.

4.10.1 Balance de energía en la etapa de tratamiento térmico de la lenteja

Según (Lewis, 1993) se muestra la deducción del balance general de energía para procesos de transferencia de calor:

$$L_1(\cancel{\epsilon C_1} + \cancel{\epsilon P_1} + P_{v1}) + Q - L_2(\cancel{\epsilon P_2} + \cancel{\epsilon C_2} + \mu_2 + P_{v2}) = \cancel{T} + \cancel{2F} + \frac{d\theta \cancel{V^4}}{d\theta}$$

$$L_1(\mu_1 + P_{v1}) + Q = L_2(\mu_2 + P_{v2}) = 0$$

$$L_1(H_1) + Q - L_2(H_2) = 0$$

$$-L_1(H_1 - H_2) = -Q$$

$$Q = L_1 \Delta H$$

$$\Delta H = C_p \Delta H$$

$$Q = L_1 C_p \Delta H \quad (\text{Ecuación 4.16})$$

Según (Lewis, 1993), el principio de conservación de la energía está dado por:

$$Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- Q_{cedido} = Q_{ganado}$$

$$- \sum Q_{cedido} = \sum Q_{ganado}$$

$$Q_T = Q_{cedido} + Q_{ganado} \quad (\text{Ecuación 4.17})$$

Para calcular el calor latente en los cambios de fase según (Lewis, 1993) es:

$$Q_1 = \Delta H L = L * \lambda \quad (\text{Ecuación 4.18})$$

Para el cálculo del balance de energía en las diferentes etapas de la elaboración de jamón vegetariano cocido, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Según (Lewis, 1993), manifiesta que: si se conoce la composición fisicoquímica del alimento se puede utilizar para calcular las capacidades caloríficas, como se detalla en la ecuación

4.18. de la tal forma, en el presente trabajo se determinó el Cp de lenteja, hongo comestible, gluten y de jamón vegetariano cocido:

$$C_p = X_w C_w + X_c C_c + X_p C_p + X_f C_f + X_a C_a$$

(Ecuación 4.19)

Donde:

X_w = Fracción en peso del agua

C_w = Capacidad calorífica del agua

X_c = Fracción en peso de carbohidratos

C_c = Capacidad calorífica de carbohidratos

X_p = Fracción en peso de proteína

C_p = Capacidad calorífica de proteína

X_f = Fracción en peso de grasa

C_f = Capacidad calorífica de grasa

X_a = Fracción en peso de cenizas

C_a = Capacidad calorífica de cenizas

Las capacidades caloríficas en función a la composición fisicoquímica de los alimentos se detallan en la tabla 4.22.

Tabla 4.22

Capacidades caloríficas en función a la composición de los alimentos

Calor específico	Valor 1 KJ/Kg°C	Valor 2 KJ/Kg°C
C_w (agua)	4,18	4,18
C_c (carbohidratos)	1,40	1,22
C_p (proteína)	1,60	1,90
C_f (grasa)	1,70	1,90

C _A (ceniza)	0,80	1,90
	Para productos lácteos	Para alimentos

Fuente: Lewis, 1993

En la tabla 4.23, se observa los resultados de la composición fisicoquímica de la lenteja de datos extraídos de Anexo A.

Tabla 4.23

Resultados de la composición fisicoquímica de lenteja

Composición	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	2,97
Fibra	%	6,53
Grasa	%	0,37
Hidratos de carbono	%	55,93
Humedad	%	10,48
Proteína total	%	23,72
Valor energético	kcal/100 g	321,93

Fuente: CEANID, 2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 2,970/100 = 0,097$$

$$X_F = 0,370/100 = 0,003$$

$$X_P = 23,720/100 = 0,237$$

$$X_C = 321,930/100 = 3,219$$

$$X_W = 10,480/100 = 0,104$$

$$1 \text{ KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Calculando C_p para la lenteja resolviendo (ecuación 4.19)

$$C_{pL} = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

$$C_p L = 0,104(0,99904808) + 3,219(0,3346084) + 0,237(0,3824096) + 0,003(0,4063102) + 0,097(0,19122048)$$

$$C_p L = 0,390 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

En la tabla 4.24, se observa los resultados de la composición fisicoquímica del hongo de datos extraídos de Anexo A.

Tabla 4.24

Resultados de análisis fisicoquímicos del hongo comestible

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	0,85
Fibra	%	0,26
Grasa	%	0,06
Hidratos de carbono	%	4,99
Humedad	%	91,72
Proteína total	%	2,12
Valor energético	kcal/100 g	28,44

Fuente: CEANID, 2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 0,8500/100 = 0,0850$$

$$X_F = 0,0600/100 = 0,0006$$

$$X_P = 2,1200/100 = 0,0221$$

$$X_C = 28,4400/100 = 0,2844$$

$$X_W = 91,7200/100 = 0,9172$$

$$1 \text{ KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Calculando el Cp del hongo comestible resolviendo (ecuación 4.19)

$$C_p H = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

$$C_p H = 0,9172(0,99904808) + 0,2844(0,3346084) + 0,0221(0,3824096) + 0,0006(0,4063102) + 0,0850(0,19122048)$$

$$C_{pH} = 1,0300 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

En la tabla 4.25, se observa los resultados de la composición fisicoquímica del gluten de datos extraídos de Anexo A.

Tabla 4.25

Resultados de análisis fisicoquímicos del gluten

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	0,83
Fibra	%	n.d.
Grasa	%	3,69
Hidratos de carbono	%	39,51
Humedad	%	7,21
Proteína total	%	48,76
Valor energético	kcal/100 g	386,29

Fuente: CEANID, 2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 0,8300/100 = 0,0830$$

$$X_F = 3,6900/100 = 0,0369$$

$$X_P = 48,7600/100 = 0,4876$$

$$X_C = 39,5100/100 = 0,3951$$

$$X_W = 7,2100/100 = 0,0721$$

$$1 \text{ KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Calculando el Cp del gluten resolviendo (ecuación 4.19)

$$1 \text{ KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

$$C_{pG} = x_W C_W + x_C C_C + x_P C_P + x_F C_F + x_A C_A$$

$$C_{pG} = 0,0721(0,99904808) + 0,0369(0,3346084) + 0,0487(0,3824096) + 0,0369(0,4063102) + 0,0830(0,19122048)$$

$$C_p = 0,1400 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

Tabla 4.26

Resultados de análisis fisicoquímicos del jamón vegetariano cocido

Parámetros	Unidades	Cantidad
Ceniza	%	2,54
Fibra	%	0,14
Grasa	%	5,14
Hidratos de carbono	%	10,65
Humedad	%	53,74
Proteína total	%	27,79
Valor energético	kcal/100 g	200,02

Fuente: CEANID, 2021

Convirtiendo valores de los análisis en fracciones:

$$X_A = 2,4500/100 = 0,0245$$

$$X_F = 5,1400/100 = 0,0514$$

$$X_P = 27,7900/100 = 0,2779$$

$$X_C = 10,6500/100 = 0,1065$$

$$X_W = 53,7400/100 = 0,5374$$

$$1 \text{ KJ} = 0,239006 \text{ Kcal}$$

Calculando el C_p del jamón vegetariano cocido resolviendo (ecuación 4.19)

$$C_p = X_W C_W + X_C C_C + X_P C_P + X_F C_F + X_A C_A$$

$$C_p = 0,5374(0,99904808) + 0,1065(0,3346084) + 0,2779(0,3824096) + 0,5140(0,4063102) + 0,0254(0,19122048)$$

$$C_p = 0,9400 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$$

En la tabla 4.27, se puede observar la capacidad calorífica del agua y del acero inoxidable

Tabla 4.27

Capacidad calorífica del agua y el acero inoxidable

Capacidad calorífica	Unidad	Valor
Acero inoxidable	kcal/kg°C	0,12
Agua	kcal/kg°C	1,00

Fuente: Lewis,1993

En la tabla 4.28, se puede observar las entalpías de vaporización en función a la temperatura para el agua saturada

Tabla 4.28

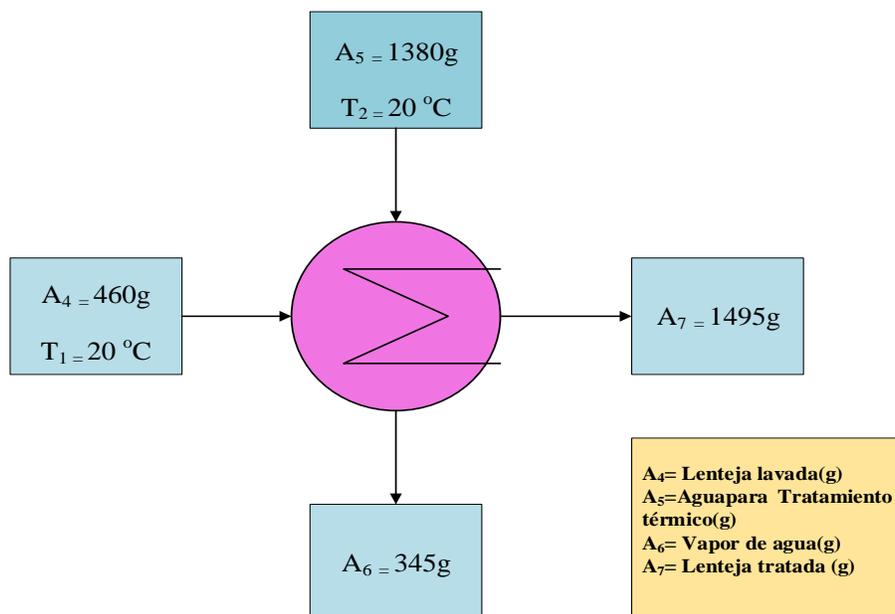
Entalpías de vaporización del agua saturada

Temperatura (°C)	Unidad	Entalpia de vaporización
90	kcal/kg	545,41
92	kcal/kg	544,21

Fuente: Colleuriu y Powney, 1977

4.8.3 Balance de energía para la etapa de tratamiento térmico de lenteja

En la figura 4.51, se muestra el proceso de balance de materia en la etapa de tratamiento térmico de la lenteja.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.51 Balance de energía para la etapa de tratamiento térmico lenteja

Peso de la olla:

$$m_{olla} = 0,8908 \text{ kg}$$

Para el cálculo del calor requerido para calentar la olla se utilizó resolviendo (ecuación 4.18)

Calculando Q

$$Q = M_o C_p \Delta H$$

$$Q = 0,8908 \text{ kg} \left(0,1200 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (92-20)^\circ\text{C} \right)$$

$$Q = 7,7000 \text{ kcal}$$

Para el cálculo del calor requerido para calentar la lenteja más el agua, reemplazando de (ecuación 4,18)

$$Q_2 = A_4 C_p \Delta H + A_5 C_p \Delta H + M_o C_p$$

$$Q_2 = 0,4600 \text{ kg} \left(0,3900 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (92-20)^\circ\text{C} \right) + 1,3800 \text{ kg} \left(1,0000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (92-20)^\circ\text{C} \right) + 0,8908 \text{ kg} \left(544,2100 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right)$$

$$Q_2 = 484,2000 \text{ kcal}$$

Para el cálculo del requerimiento total de calor se utilizó (ecuación 4,17)

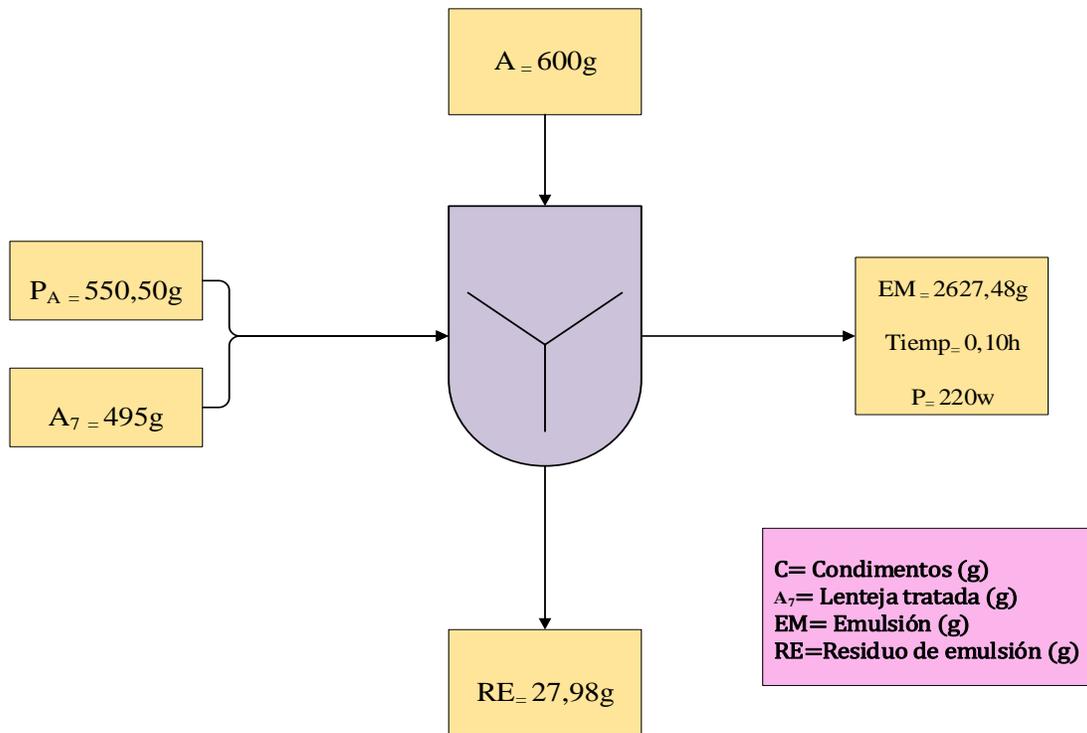
$$Q_T = Q + Q_2$$

$$Q_T = 7,7000 \text{ kcal} + 484,2000 \text{ kcal}$$

$$Q_T = 491,9000 \text{ kcal}$$

4.10.2 Balance de energía en el proceso de emulsión

En la figura 4.51, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de emulsión



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.52 Balance de energía en el proceso de emulsión de jamón vegetariano cocido

Para la etapa de emulsión se utilizó un mixer eléctrico manual (figura 3.1) con una potencia de 220W por un tiempo 0,10 horas.

$$P = \frac{\text{Energía (E)}}{\text{Tiempo } (\Theta)} \quad (\text{Ecuación 4.20})$$

Despeje y cálculo de la energía eléctrica

$$E = P (\Theta) \quad (\text{Ecuación 4.21})$$

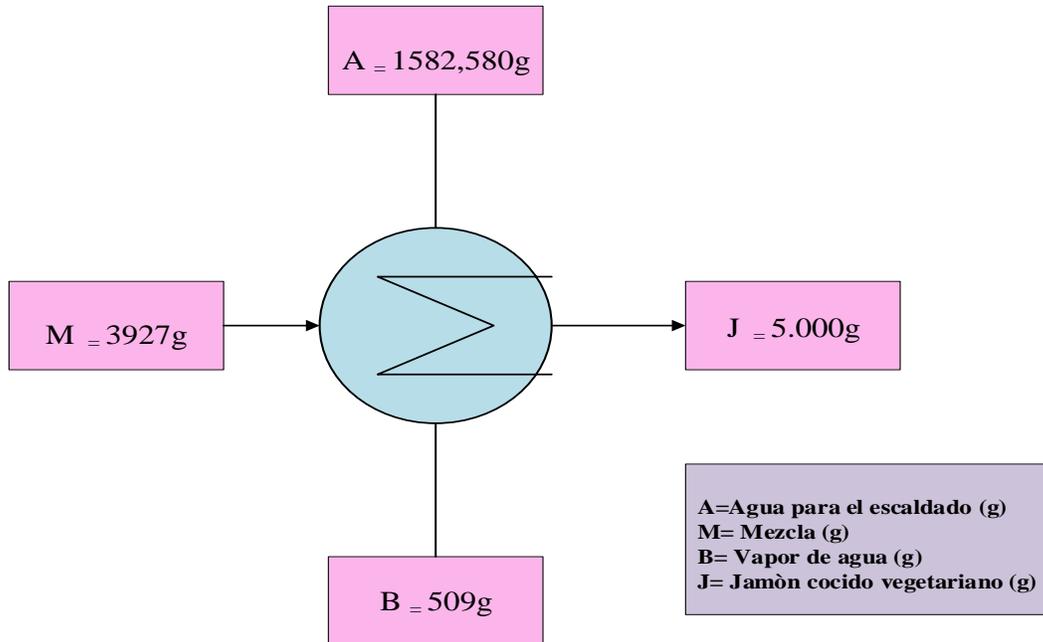
$$E = 220W \left(\frac{1,0000 \text{ kcal/h}}{1,1630 \text{ W}} \right) (0,1000 \text{ h})$$

$$E = 25,5900 \text{ kcal}$$

La cantidad de energía eléctrica requerida para llevar a cabo la emulsión durante un tiempo de 0,1000 horas es de 25,5900 kcal.

4.10.3 Balance de energía para la cocción de jamón vegetariano cocido

En la figura 4.53, se muestra el proceso de balance de energía en la etapa de cocción del producto final.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.53 Balance de energía para la etapa de escaldado de jamón vegetariano cocido

Cálculo del calor requerido para escaldar el jamón vegetariano reemplazando de (ecuación 4,18)

$$Q_3 = J C_p \Delta H + A C_p \Delta H + M_o C_p$$

$$Q_3 = 5,0000 \text{ kg} \left(0,9400 \frac{\text{cal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (92-20) ^\circ\text{C}\right) + 0,1582 \text{ kg} \left(1,0000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (92-20) ^\circ\text{C}\right) + 0,1465\text{kg}$$

$$\left(544,2100 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}\right)$$

$$Q_3 = 942,5500\text{kcal}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✚ Determinando los análisis físicos del hongo comestible presenta: altura 7,32cm; diámetro del sombrero 5,05cm; diámetro del tronco 1,11cm; peso 114,32g; porción comestible (PC) 88,82%; porción no comestible (PNC) 11,18 %. Los análisis fisicoquímicos presentaron: ceniza 0,85%, fibra 0,26%, grasa 0,06%, hidratos de carbono 4,99%, humedad 91,72%, proteína total (Nx6,25) 2,12% y valor energético 28,44 Kcal/100 g. Los análisis microbiológicos del hongo comestible presento: coliformes totales $4,1 \times 10^5$ UFC/g, mohos y levaduras $4,5 \times 10^4$ UFC/g.
- ✚ Realizando los análisis fisicoquímicos de lenteja presento: ceniza 2,97%, fibra 6,53%, grasa 0,37%, hidratos de carbono 55,93%, humedad 10,48%, proteína total (Nx6,25) 23,72%, y valor energético 321,93 Kcal/100. Los análisis microbiológicos presentan: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $<1,0 \times 10^1$ UFC/g.
- ✚ Realizando los análisis fisicoquímicos de gluten presento: ceniza 0,83%, fibra n.d, grasa 3,69%, hidratos de carbono 39,51%, humedad 7,21%, proteína total (Nx5,70) 48,76%, y valor energético 386,29 Kcal/100g. Los análisis microbiológicos presentan: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, mohos y levaduras $6,0 \times 10^1$ UFC/g.
- ✚ Realizadas las pruebas iniciales, se obtuvo como muestra preliminar de jamón vegetariano cocido a la muestra M19 para los atributos color, olor, sabor, textura, apariencia y presentación tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4; por tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4 o menos, en una escala de 5 puntos.
- ✚ Realizadas las variaciones, se obtuvo como muestra preliminar final de jamón vegetariano cocido a la muestra ML34 para el atributo sabor, tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4,5; por tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4,5 o menos, en una escala de 5 puntos.
- ✚ Realizadas las variaciones, se obtuvo como muestra arquetipo de jamón vegetariano cocido a la muestra M7 para los atributos color, olor, sabor, textura, apariencia y presentación tiene una mediana de puntuaciones mayor a 4; por tanto, esto indica que el 50% de los jueces que evaluaron dieron una puntuación de 4 o menos, en una escala de 5 puntos.

- ✚ Aplicando el diseño factorial 2^3 en el análisis de varianza para las variables respuesta humedad, acidez (ácido láctico) y pH en la dosificación, el factor B lenteja influye significativamente $\alpha=0,05$.
- ✚ Realizando una evaluación sensorial comparando la muestra arquetipo ML34 y la muestra del diseño M1, los jueces determinaron que la muestra final es la muestra M1, proveniente del diseño.
- ✚ Los análisis fisicoquímicos del jamón vegetariano cocido presentaron: ceniza 2,54%, fibra 0,14%, grasa 5,14 %, hidratos de carbono 10,65%, humedad 53,74%, proteína total (Nx6,25), 27,79% y valor energético 200,02 Kcal/100 g. Los análisis microbiológicos presentaron: coliformes totales $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, coliformes termorresistentes $<1,0 \times 10^1$ UFC/g, salmonella P/A/25g ausencia.
- ✚ Los controles de acidez y pH durante el almacenamiento, evidenciaron que el jamón vegetariano cocido tiene un tiempo de almacenamiento de 14 días si este no cuenta con conservante, teniendo así un valor de acidez de (0,26) y de pH de (7,65). Utilizando benzoato como conservante tuvo una duración de 22 días teniendo un valor de acidez de (0,02) y pH de (5,60). Utilizando benzoato y sorbato el tiempo de almacenamiento fue de 29 días, teniendo un valor de acidez (0,12) y (8,00) de pH. Por último, se observó que usando sorbato como conservante el tiempo de almacenamiento es mayor a 30 días, teniendo una acidez de (2,00) y un pH de (7,00).
- ✚ Realizando el balance de materia y energía se evidencio que, partiendo de 130g de gluten, 550g de hongo comestible, 478g de lenteja se llegó a obtener 5000g de jamón vegetariano cocido.

5.2 Recomendaciones

- ✚ Se recomienda implementar una pequeña planta piloto de elaboración de embutidos vegetales en la provincia Cercado, para poder ofrecer productos innovadores a la población, coadyuvar al consumo y producción de los mismos.
- ✚ Se recomienda realizar trabajos de investigación que involucre la incorporación de los hongos comestibles con el fin de aprovechar sus componentes nutricionales en beneficio de la salud.

✚ Se recomienda seguir trabajando en el estudio de la elaboración de productos libres de derivados animales, con el fin de poder ofrecer más variedad a la población