

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La Coturnicultura es la ciencia que estudia la cría y mejora de codornices, para fomentar su producción, con el fin económico de gozar de sus productos como carne y huevos. China y Japón iniciaron con la producción de codornices comercialmente, en el continente americano la cría de codornices se ha extendido gradualmente, países como Argentina, Brasil, México y Estados Unidos son los que poseen mayor práctica.

(citado por: Flores 2019)

La coturnicultura o crianza de codornices, se encuentra muy bien establecida en el país y a pesar de ser un sector que recibe muy poca o casi ninguna ayuda de las autoridades, ha sabido abrirse camino en el mercado local, llegando a abastecer al 100% del mercado, que cada año hay una creciente demanda. (Revista Campo Agropecuario, 2017)

La producción de carne y huevo de codorniz en Bolivia, se centra en los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz; con algunas granjas en Tarija y Chuquisaca (ambas regiones al sur del país). En Santa Cruz la Avícola Jars, se dedica a la producción de pichones y huevos de codorniz. Es la mayor granja productora de codornices. Tiene una producción diaria de 25000 huevos y 3500 aves. (Maldonado, 2015)

La actividad avícola de las codornices en Tarija se encuentra bien establecida, se estima que hay 80 mil aves en todo el departamento, solo ofrecen al mercado local huevitos de codorniz en su estado natural (crudos); pero la población no lo tiene como un producto de primera necesidad.

1.2 Justificación

- ✓ En Tarija la actividad avícola de las codornices se encuentra bien establecida, pero los huevitos de codorniz solo son comercializados en su estado natural (crudos) y consumidos por algunas personas, debido a la falta de conocimiento sobre sus cualidades nutricionales como ser: bajo contenido de colesterol y mayor contenido de proteínas, hierro y aminoácidos; que podrían ser aprovechados para uso culinario y eventos sociales a nivel regional.

- ✓ Actualmente en el mercado local no existe una conserva de huevitos de codorniz, y este trabajo de investigación daría lugar a constituirse una alternativa novedosa para ofrecer de un encurtido a la población tarijeña.
- ✓ Debido al creciente interés de la población por consumir alimentos saludables. El presente trabajo de investigación tiene la finalidad de poder incorporar en el mercado local un producto funcional que contribuya al consumo de alimentos saludables.
- ✓ Al elaborar huevitos de codorniz en escabeche permitirá de alguna forma el consumo de los mismos por niños, jóvenes y adultos; ya que es una fuente rica en proteína que ayuda a nuestro organismo a crear nuevas proteínas responsables de construir tejido y masa muscular y su contenido de vitamina A que ayuda en la función del sistema nervioso.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados en el presente trabajo son los siguientes:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar huevitos de codorniz en escabeche, mediante el proceso de conservación por escabechado; con el fin de obtener un producto de calidad nutricional para la población Tarijeña.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar las características físicas del huevo de codorniz, con el fin de conocer la porción comestible y no comestible.
- ✓ Determinar las propiedades fisicoquímicas del huevo de codorniz, con el fin de conocer la composición química.
- ✓ Realizar el diseño experimental para determinar las variables que influyen en el proceso de escabechado.

- ✓ Realizar el control de pH y acidez de los huevitos de codorniz en escabeche durante el proceso de escabechado.
- ✓ Realizar el control de pH y acidez en el líquido de cobertura de los huevitos de codorniz en escabeche durante el proceso de escabechado.
- ✓ Determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto terminado para establecer la calidad del producto.
- ✓ Realizar el balance de materia y energía a nivel experimental en el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche.

1.4 Variable dependiente e independiente

- **Variable dependiente:** Huevitos de codorniz en escabeche
- **Variable independiente:** Proceso de escabechado

1.5 Planteamiento del problema

Debido a que los huevos de codorniz a nivel regional son un producto muy poco difundidos por sus bondades nutricionales y se comercializa en los mercados de forma natural (crudo) y al tratarse de un producto perecedero, se los debe transformar de alguna manera de poder alargar su vida útil. Por este motivo el presente trabajo pretende elaborar huevitos de codorniz en escabeche, ya que poseen nutrientes beneficiosos para la salud, por su alto valor biológico que ayudan al desarrollo y buen funcionamiento del organismo. Por lo tanto, el proceso de conservación por escabechado permite obtener un producto a partir del vinagre para incorporarlo a los huevitos de codorniz con el fin de obtener un producto de calidad y que pueda ser una alternativa para la dieta alimentaria de niños, jóvenes y adultos.

1.6 Formulación del problema

¿Cómo elaborar huevitos de codorniz en escabeche mediante el proceso de conservación por escabechado para obtener un producto de calidad nutricional para la población Tarijeña?

1.7 Formulación de hipótesis

El proceso de conservación por escabechado a ser aplicado para la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche permitirá obtener un producto de calidad nutricional para la población Tarijeña.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Origen del huevo de codorniz

A pesar de llamarse japonesa, las aves de esta sub especie son originarias de China, desde donde fueron llevadas a Japón a través Corea en el siglo XI. Inicialmente eran ornamentales y apreciadas por su belleza. Se considera que fueron domesticadas a partir del siglo XII en el Japón. Sin embargo, existen registros de ellas en países como Israel o Egipto, pero como pájaros migratorios y, en ningún caso destinadas a su cría. Fue en Japón que comenzó esta costumbre, a raíz de la armonía de su canto, donde los machos eran encerrados en jaulas ricamente adornadas, dentro de las viviendas. Esto cambio cuando el emperador del Japón aparentemente se curó de una tuberculosis gracias a una dieta basada en carne de codorniz. (Martínez & Ballester, 2009)

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, la codorniz empezó a ser seleccionada con el propósito de producir carne y huevos. Durante la primera década del siglo XIX, la crianza de la codorniz ya estaba extendida en Japón y era parte de su esencia cultural. El periodo comprendido entre 1910 y 1940, coincidió con la expansión imperial de Japón, por lo que las codornices domesticadas se establecieron en Corea, China, Hong Kong y todo el sureste de Asia. Esta especie paso a Europa y Estados Unidos, donde se disemino por casi todos los países del mundo. (Vargas, 2009)

En la figura 2.1, se puede observar a la Codorniz china (*Coturnix chinensus*) macho y hembra



Fuente: Avicultura, 2012

Figura 2.1: Codorniz china (*Coturnix chinensus*) macho y hembra

2.2 Definición de huevo de codorniz

El huevo es un cuerpo redondeado, de tamaño y dureza variable, que producen las hembras de las aves o de otras especies animales. (Norma Técnica Colombiana, 2012)

2.3 Estructura del huevo de codorniz

En la tabla 2.1, se muestra la estructura del huevo de codorniz y sus partes expresadas en porcentaje.

Tabla 2.1

Estructura del huevo de codorniz

Estructura	Composición expresada en porcentaje
Cáscara	10,2
Albumina (clara)	46,1
Yema	42,3
Membranas	1,4

Fuente: Ballesteros, 2011

2.3.1 Características de la estructura del huevo de codorniz

En la tabla 2.2, se muestra las características de la estructura del huevo de codorniz

Tabla 2.2

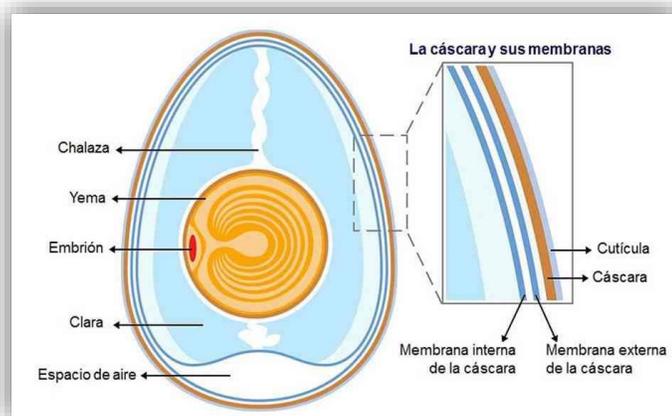
Características de la estructura del huevo de codorniz

Estructura	Características
Cáscara	Elemento de protección formado por carbonato de calcio, magnesio, citrato sódico y el intercambio gaseoso entre el huevo y el exterior.
Albumina (clara)	Rodea completamente la yema, es transparente, ligeramente amarillenta y de consistencia gelatinosa; sirve de alimento al embrión.
Yema	Es una esfera de color amarillo situada en el centro del huevo, es menos densa que la clara, aquí se encuentra el disco embrionario en donde se desarrolla el embrión.
Membranas	Separan las estructuras mencionadas.

Fuente: Ballesteros, 2011

2.3.2 Partes del huevo de codorniz

En la figura 2.2, se muestran las partes del huevo de codorniz



Fuente: Valverde, 2015

Figura 2.2: Partes del huevo

2.3.3 Morfología del huevo de codorniz

Forma: ovoide, ligeramente irregular en el 80% de los casos, dando excepciones alargadas, redondeadas o tubulares. (Vázquez et al., 2007). En la tabla 2.3, se presentan las principales deformaciones del huevo de codorniz.

Tabla 2.3

Deformaciones del huevo de codorniz

Forma	Características
Redondeada	Huevos con poco desarrollo de la clara, manteniendo la forma de la yema.
Alargada	Huevos de peso superior al normal.
Tubular	Formas poco frecuentes con una morfología extremadamente alargada, obedeciendo tal vez a inflamaciones del oviducto. Con frecuencia les falta yema y, en otros casos, la relación yema/clara se encuentra totalmente alterada.

Fuente: (Vázquez et al., 2007)

2.3.4 Peso del huevo de codorniz

Es muy importante pues le da el valor comercial al producto y además determina su incubabilidad; el rango del peso esta entre (9,6 y 10) g (citado por: Mamani, 2011).

2.3.5 Color del huevo de codorniz

Depende del pigmento ofrecido en la ración, correspondiendo a una fina película que integra la cutícula de la cáscara, por lo general con manchas de color marrón oscuro distribuidas por toda la superficie de la cáscara. (citado por: Mamani, 2011). En la tabla 2.4, se presentan algunos tipos de tonalidad y su posible causa.

Tabla 2.4

Tipos de pigmentación del huevo de codorniz

Pigmentación	Características
Intensa	Huevos normales
Puntiforme	
Des pigmentada	Huevos correspondientes a ciclos ovulares y de ovoposición excesivamente acelerados.

Fuente: (citado por: Mamani, 2011).

2.4 Composición química del huevo de codorniz

En la tabla 2.5, se muestra la composición química del huevo de codorniz en 100 g de porción comestible.

Tabla 2.5

Composición química del huevo de codorniz

Compuestos	Unidades	Valor
Grasas	g	11,20
Vitamina A	mg	15,00
Proteínas	g	13,05
Hidratos de carbono	g	0,41
Colesterol	mg	8,44
Calcio	mg	64,00
Potasio	mg	132,00
Calorías	kcal	155,00
Fosforo	mg	226,00
Vitamina B12		1,58 mg

Fuente: (Escalante, 2019)

2.4.1 Calorías

La cantidad de calorías que hay en 100 gramos de huevos de codorniz son 155 esto le proporciona a nuestro cuerpo un aproximado de 6% de la cantidad que se recomienda

diariamente a un adulto de edad y estatura media que tenga una actividad física moderada, estas proporcionan a nuestro cuerpo la energía necesaria para realizar las actividades diarias es una fuente de energía. (Araneda, 2017)

2.4.2 Proteínas

Las proteínas que poseen los huevos de codorniz ayuda a nuestro organismo a crear nuevas proteínas estas serán las responsables de construir tejido y masa muscular también regula los fluidos del organismo están formadas por aminoácidos como ácido aspártico, ácidos glutámico, alanina, arginina, cistina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptofano y valina estas son las responsable de crear las proteínas de los huevos de codorniz. (Araneda, 2017)

2.4.3 Colina y vitamina A

Incluir huevos de codorniz en la dieta aumentará el consumo de vitamina A, así como de colina. Nuestro cuerpo necesita colina para ayudar a mantener saludables las membranas celulares y ayudar a la función del sistema nervioso. La vitamina A tiene su propio conjunto de beneficios para la salud, como la mejora del sistema inmune y una visión saludable. Cada porción de estos huevos tiene 119 miligramos de colina y 244 unidades de vitamina A. Esto proporciona el 22% de la colina al día y el 8% de la ingesta diaria de vitamina A para los hombres, según el Instituto de Medicina, así como el 28% y 10% de la ingesta diaria en las mujeres, respectivamente. (Araneda, 2017)

2.4.4 Hierro y selenio

Los huevos de codorniz también sirven como una gran fuente de algunos minerales esenciales. Son ricos en selenio y ofrecen aún más hierro que los de gallina. El hierro te permite crear el trifosfato de adenosina, un químico que alimenta las funciones celulares diarias, mientras que el selenio activa las enzimas que la tiroides necesita para funcionar. El hierro también ayuda en la función de los glóbulos rojos y el selenio sirve en el metabolismo muscular y para nutrir los vasos sanguíneos. Cada porción te proporciona 1,6 miligramos de hierro, el 20% y el 9% de la ingesta diaria recomendada

para hombres y mujeres, respectivamente; y también contiene el 26% de la ingesta diaria recomendada de selenio, según el Instituto de Medicina. Un huevo de gallina grande, en contraste, contiene sólo 0,9 miligramos de hierro. (Araneda, 2017)

2.5 Usos y aplicaciones del huevo de codorniz

Entre los principales usos que se otorgan el huevo de codorniz, se pueden destacar los siguientes (Sayar, 2015):

- ✓ En la salud: se pueden utilizar para diversas enfermedades como: anemia, presión arterial alta o baja, dolores de cabeza severos, puede aumentar la inmunidad, tratar enfermedades del tracto intestinal, úlceras, gastritis y pancreatitis.
- ✓ En niños: los niños que comen huevos de codorniz son menos propensos a sufrir enfermedades infecciosas que los niños que no lo comen.
- ✓ En gastronomía: debido a su pequeño tamaño, suelen ser empleados en canapés y aperitivos, y resultan excelentes tanto cocidos como fritos.
- ✓ Cosmético: en las mujeres mejora el color de la piel y fortalece el cabello.
- ✓ Dieta: los huevos de codorniz junto con nutrición dietética ayudan a fortalecer la inmunidad, restaurar y mejorar el metabolismo.

2.6 Conserva de huevo de codorniz

Se llama conserva al proceso de manipulación de los alimentos de tal forma que evite o ralentice su deterioro, pérdida de calidad y valores nutricionales. Esto se logra evitando el crecimiento de levaduras, hongos y otros microorganismos y retrasando la oxidación de las grasas que provocan el enrarecimiento. (Paredes, 2014)

2.6.1 Principales métodos de conservas

Pueden ser de origen natural (vinagre, aceite, azúcar, sal, alcohol) o bien de origen industrial debidamente autorizados que son añadidos al producto para mantener sus cualidades de consumo. (Cárdenas, 2015)

Salazón; La sal penetra en los tejidos y a todos los efectos, fija el agua inhibiendo así el desarrollo de las bacterias que deterioran los alimentos. (Cárdenas, 2015)

Acidificación; Debido a su elevado grado de acidez, el vinagre actúa como conservante en los encurtidos y otros productos calentados con antelación. (Cárdenas, 2015)

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos para mantener o mejorar su inocuidad, su frescura, su sabor, su textura o su aspecto, (O.M.S, 2018)

2.7 pH

El pH es la medida de acidez o alcalinidad de un alimento, un factor determinante para controlar el crecimiento bacteriano. Con un pH bajo (condiciones ácidas) se detiene el desarrollo de bacterias. Los valores de pH en los alimentos van desde el 1 al 14, y se considera el 7 como valor neutro. Si el nivel de pH en un alimento es superior a 7, se dice que este es alcalino; en cambio, un valor inferior a 7 indica un alimento ácido. Se considera que la mayoría de los microorganismos patógenos crecen a un pH más bien neutro, entre 5 y 8. En alimentos ácidos y, por tanto, con un pH bajo como el limón y el vinagre, la acción conservadora es mayor y, en consecuencia, disminuye el riesgo de contaminación por bacterias patógenas. (Chavarías, 2013)

2.8 Proceso de acidificación de un alimento

La [acidificación](#) de los alimentos es un proceso que consiste en reducir el pH del alimento para impedir el desarrollo de los microorganismos patógenos. Este método puede llevarse a cabo de manera natural o artificial. En productos como el pescado se puede utilizar el ácido cítrico y láctico, dos compuestos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes capaces de mejorar la conservación de alimentos perecederos. Entre los principales correctores del pH destaca el carbonato de sodio, el potasio y el magnesio. La acidificación constituye, pues, una manera de conservación de los alimentos que controla la proliferación de bacterias y mantiene la calidad del alimento. (Chavarías, 2013)

2.9 Porcentaje de pérdida de peso (%pp)

Una alternativa para prolongar la vida útil de los productos cortados, es la deshidratación osmótica (DO), la cual reduce parcialmente el agua en el producto, disminuyendo la actividad acuosa y la posibilidad de deterioro fisicoquímico y microbiológico. La DO involucra procesos en los cuales tienen lugar la pérdida de agua y la ganancia de soluto, simultáneamente. En dicho proceso la transferencia de masa depende de factores como la presión, la temperatura y la concentración de la solución osmodeshidratante, la relación jarabe /producto, el grado de agitación del medio, entre otros. (Zapata et al, 2012)

Según Cárdenas (2015) el cálculo de porcentaje de pérdida de peso(%pp) se describe en la (ecuación 2.1)

$$\%PP = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} * 100 \quad \text{(Ecuación 2.1)}$$

Donde:

P_i = peso inicial

P_f = peso final

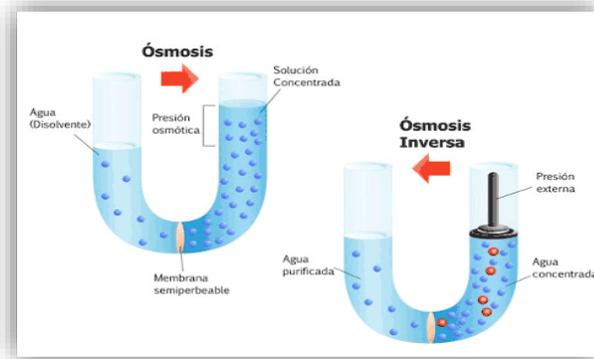
2.10 Proceso de ósmosis

La osmosis es un proceso físico-químico que hace referencia al pasaje de un disolvente, aunque no por una membrana con características de semipermeabilidad. Una membrana semipermeable es aquella que contiene pares de dimensión de moléculas. Como el tamaño de estos es muy reducido, solo pueden atravesar la membrana las moléculas más pequeñas, no así las de mayor tamaño. (Arriaga, 2019)

2.10.1 Osmosis inversa

La ósmosis inversa (OI) es un proceso en el cual se reduce el caudal a través de una membrana semipermeable y se ejerce una fuerza de empuje superior a la presión osmótica en dirección opuesta al proceso de ósmosis. De esta forma se logra separar las sustancias que se encuentran en el agua en un lado de la membrana (concentrado)

y del otro lado se obtiene una solución diluida baja en sólidos disueltos (permeado). (Crittenden, 2020). En la figura 2.3, se muestra el proceso de osmosis y osmosis inversa en alimentos en alimentos.



Fuente: Costas, 2019

Figura 2.3: Proceso de osmosis y osmosis inversa en alimentos

2.10.2 Conservación por ósmosis inversa

Cuando dos soluciones acuosas con diferente concentración de soluto se encuentran separadas por una membrana semipermeable, se genera un trasvase de agua desde la zona de más baja concentración o hipónica, hacia la de alta concentración o hipertónica, buscando el equilibrio. (Costas, 2011)

2.11 Insumos utilizados en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Los insumos para la elaboración de huevos de codorniz en escabeche son los siguientes:

2.11.1 Vinagre de alcohol

La acción conservadora se consigue por la acidez que induce. Este hecho impide que muchos microorganismos puedan crecer en condiciones óptimas, pero no los mata. Como consecuencia, se va a enlentecer la alteración durante mucho más tiempo que el producto crudo. (Montoya, 2007)

Función del vinagre: Su misión como conservante se efectúa penetrando en los alimentos, reemplazando los líquidos naturales que estos contienen y que son los

responsables de su deterioro. Debe contener un mínimo de 6% de ácido acético para que actúe como agente conservador. (JUVASA, 2018)

2.11.2 Cloruro de sodio (sal)

La sal retira el contenido acuoso de los alimentos reduciendo al límite el factor conocido como actividad de agua y detiene el crecimiento de bacterias patógenas (Chavarría, 2013).

La utilización de sal se explica por las siguientes razones (Sánchez, 2012):

- 1) El sabor es más atractivo debido al sodio que contiene la sal. El producto presenta un sabor intenso, aunque el grado puede variar dependiendo de la industria que lo haga.
- 2) Un efecto adicional es que aumenta la retención de agua, acción sobre los microorganismos: la sal no mata a los microorganismos, pero frena el desarrollo de muchos de ellos, al reducir la disponibilidad del agua (A_w).

La eliminación osmótica de agua del alimento reduce la actividad acuosa a un nivel de acuerdo con la cantidad de sal añadida. El efecto de sal en bajar la actividad acuosa no explica por sí solo su acción antimicrobiana. Algunas cepas de *Clostridium*, por ejemplo, se desarrollan en presencia de sal sólo si la actividad acuosa es de 0,96 o más, pero en presencia de glicerina, estas cepas pueden continuar desarrollándose aún si la actividad acuosa es menor a 0,93 (Baird-Parker & Freame, 1967).

2.11.3 Agua (actividad del agua en un alimento)

La actividad de agua es la relación entre la presión de vapor del agua del alimento y la del agua pura a la misma temperatura (mide el agua disponible en un alimento). Y como la sal reduce el valor por debajo de un 0,6 no permite crecer prácticamente nada, porque muy pocos microorganismos y ningún patógeno crecen a una actividad de agua menor a 0,7. (Gimferrer, 2008).

CAPÍTULO III

DISEÑO

METODOLÓGICO

3.1 Desarrollo de la parte experimental

El desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación “Elaboración de huevos de codorniz en escabeche”, se realizó en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

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

Durante la realización de la parte experimental, se utilizaron diferentes materiales, equipos e instrumentos del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); como ser:

3.2.1 Equipos de proceso

Los equipos utilizados en el presente trabajo de investigación son:

3.2.1.1 Cocina industrial (GLP)

La cocina industrial (GLP) (figura 3.1), se utilizó para realizar el tratamiento térmico del huevo de codorniz y preparación del líquido de cobertura para los huevos de codorniz. Además, la esterilización de los frascos de vidrio y pasteurización del producto final.



Fuente: LCIA, 2020

Figura 3.1: Cocina industrial (GLP)

Las especificaciones técnicas de la cocina industrial, se indican en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1

Especificaciones técnicas de la cocina industrial (GLP)

Número de hornallas	2
Medidas	0,88 x 0,79 x 0,94 m
Material	Acero inoxidable
Industria	Bolivia

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Instrumentos y material de laboratorio

El material de laboratorio que se utilizó en el proceso de elaboración de huevos de codorniz en conserva, se detalla a continuación:

3.2.2.1 Balanza analítica digital

La balanza analítica digital (figura 3.2), se utilizó para pesar la materia prima e insumos en el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche.



Fuente: LCIA, 2020

Figura 3.2: Balanza analítica digital

Las especificaciones técnicas de la balanza analítica, se muestran en el cuadro 3.2;

Cuadro 3.2

Especificaciones técnicas de la balanza analítica

Marca	RADWAG	
Capacidad	Máx. 310g	e=1mg
	Min. 10mg	d=0.1mg
Rango de temperatura	10°C a 40°C	
Frecuencia	50/60 Hz	
Industria	Poland (EU)	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 pH – metro digital de mesa

El pH – metro digital de mesa (figura 3.3), se utilizó para realizar los controles de pH durante el proceso y posterior de la elaboración del producto.



Fuente: LCIA, 2020

Figura 3.3: pH – metro digital de mesa

Las especificaciones técnicas del pH- metro digital, se detallan en el cuadro 3.3;

Cuadro 3.3

Especificaciones técnicas del pH – metro de mesa

Marca	LAQUA
Rango	pH:-2 a 20 pH
Resolución	pH:0,1 T°:0,5°C pH:0,01 T°:0,1°C
Precisión	pH:±0,1 T°:±0,5°C pH:±0,01 T°:±0,5°C
Calibración	Hasta 5 puntos
Dimensiones	170 (L)x 174(D)x 73(H)mm

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 Bureta digital

La bureta digital (figura 3.4), se utilizó para realizar la titulación del líquido de cobertura, utilizando hidróxido de sodio 0,1 N y fenolftaleína para poder determinar el porcentaje de acidez.



Fuente: LCIA, 2020
Figura 3.4: Bureta digital

Las especificaciones técnicas de la bureta digital, se detallan en el cuadro 3.4;

Cuadro 3.4

Especificaciones técnicas de la bureta digital

Marca	VWR
Industria	Francia
Capacidad	50 ml
Precisión	$\pm 0,2\%$
Dimensión del platillo	127x304

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4 Salimómetro analógico

El salimómetro (figura 3.5), se utilizó para determinar el porcentaje de sal en el líquido de cobertura.



Fuente: LCIA, 2020

Figura 3.5: Salimómetro analógico

Las especificaciones técnicas del salimómetro, se detallan en el cuadro 3.5;

Cuadro 3.5

Especificaciones técnicas del salimómetro

Marca	KERN
Modelo	Refractómetro analógico
Tipo	ORA 25A
Rango de escala	Salinidad 0-28%
S/N	ORB18A0049

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Material de laboratorio utilizado en el proceso de elaboración de huevos de codorniz en escabeche

El material de laboratorio que se utilizó durante el desarrollo del presente trabajo, se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Material de laboratorio

Materiales	Cantidad	Tamaño/ capacidad	Tipo
Probetas	2	100 ml	Vidrio
Termómetro de alcohol	2	100 °C	Vidrio
Erlenmeyer	2	50 ml	Vidrio
Vasos de precipitación	3	50 ml	Vidrio
Papel filtro	16	15x15cm	Papel
Mortero	1	Mediano	Vidrio
Embudo	1	Mediado	Vidrio
Varilla	1	Grande	Vidrio
Pipeta	1	10 ml	vidrio
Espátula	2	Mediano	Plástico
Piseta	1	200 ml	Plástico

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina que se utilizaron en la elaboración del presente trabajo se detallan en la tabla 3.2;

Tabla 3.2

Utensilios de cocina

Utensilios	Cantidad	Tamaño	Tipo
Fuentes	3	Mediano	Acero inoxidable
Jarras	2	Mediano	Plástico
Espumadores	1	Mediano	Acero inoxidable
Envases	16	Pequeño	Vidrio
Ollas	2	Mediano	Teflón
Olla	1	Grande	Acero inoxidable
Platillos	2	Pequeño	vidrio
Cucharas	2	Mediano	Madera
Raspador	1	Pequeño	Acero inoxidable

Fuente: Elaboración propia

3.3 Insumos alimentarios

Los insumos alimenticios que se utilizaron para la elaboración de huevos de codorniz en escabeche, se detallan a en el cuadro 3.8;

Cuadro 3.8

Insumos alimentarios

Ingredientes	Estado	Procedencia	Marca
NaCl (sal común)	Sólido	Bolivia	SOLQUIFAR
Vinagre de alcohol	liquido	Bolivia	Menoyo

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Reactivos químicos

Los reactivos químicos necesarios para la determinación de la acidez titulable en el producto terminado, se detallan en el cuadro 3.9;

Cuadro 3.9

Reactivos químicos utilizados en la determinación de acidez

Reactivos	Estado	Marca	Procedencia	Concentración
Hidróxido de sodio	Liquido	Anedra	Argentina	0,1 N
Fenolftaleína	Liquido	Anedra	Argentina	5%
Agua destilada	Liquido	SOLQUIFAR	Bolivia	-

Fuente: Elaboración propia

3.4 Materia prima

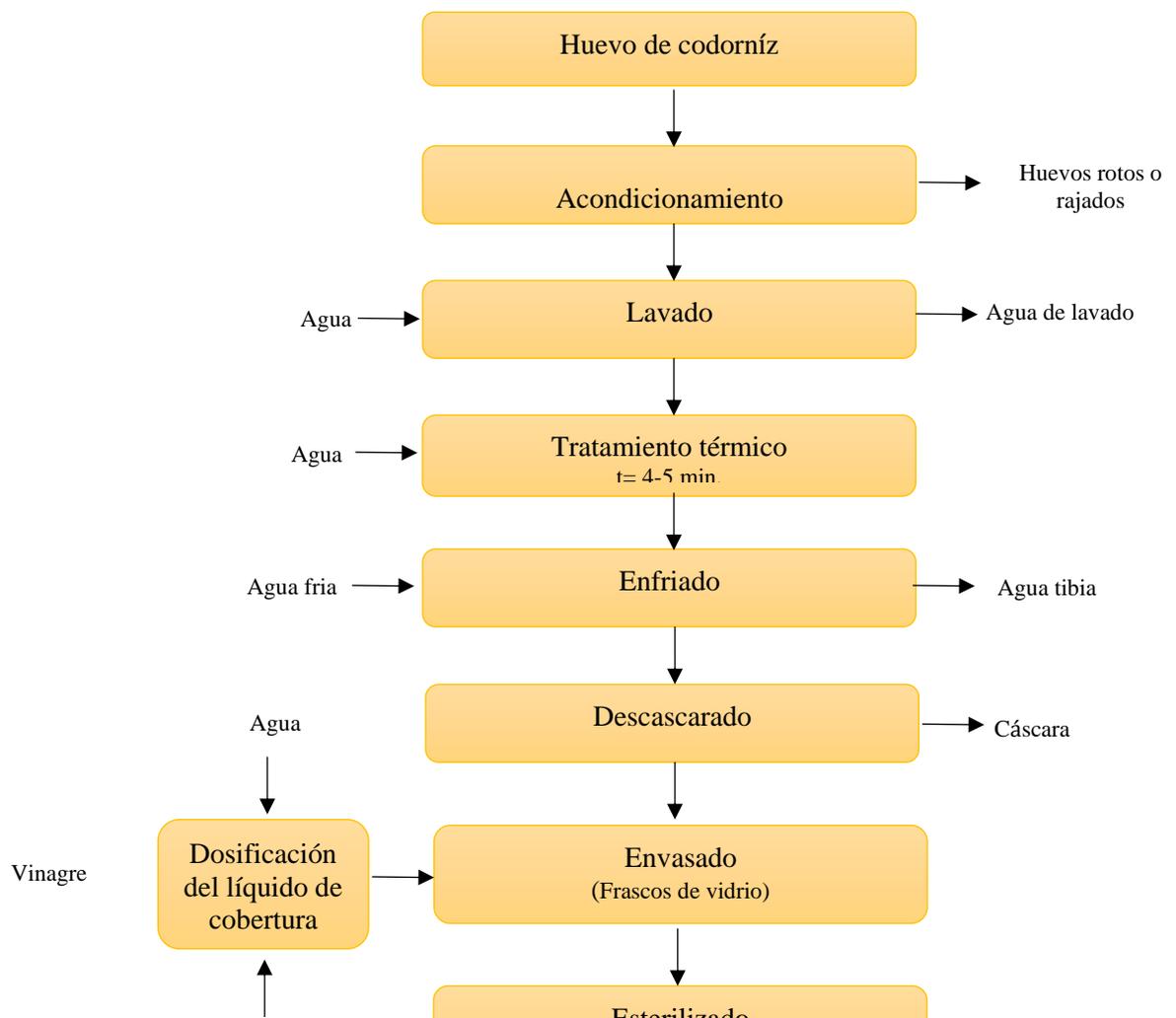
Se utilizo como materia prima huevitos de codorniz, provenientes de la granja "La Chapaquita " que se encuentra en el barrio San Gerónimo del departamento de Tarija.

3.5 Diagrama de flujo del proceso en la elaboración de huevos de codorniz en escabeche

En la figura 3.6, se muestra el diagrama de flujo del proceso de la elaboración de huevos de codorniz en escabeche.

Figura 3.6

Diagrama del proceso de elaboración de huevos de codorniz en conserva





Fuente: Elaboración propia

3.5.1 Descripción del diagrama de bloques para elaboración de huevos de codorniz en escabeche

Las operaciones realizadas en la elaboración de huevos de codorniz en escabeche, se detallan a continuación:

3.5.1.1 Huevo de codorniz

El recibimiento del huevo de codorniz fue en mallitas de fibra orgánica aproximadamente 15 x 10cm y cada una con 25 huevitos.



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.2 Acondicionamiento

Para realizar el acondicionamiento, se seleccionaron los huevos de acuerdo a su función como ser: desechando aquellos que estuvieron quebrados o rajados. Con la finalidad de facilitar el tratamiento térmico.



Fuente: Elaboracion propia

3.5.1.3 Lavado

Una vez realizado el acondicionamiento, se colocaron los huevos de codorniz en fuentes de acero inoxidable y se procedió a lavar con chorros de agua potable; realizando un poco de fricción con los dedos de las manos. Con la finalidad de eliminar cualquier impureza (tierra, plumas, etc.) que se encuentren en los huevos.



Fuente: Elaboracion propia

3.5.1.4 Tratamiento térmico

En esta etapa, se realizaron dos tiempos de tratamiento térmico de 4 minutos y 5 minutos en una cocina industrial se colocaron en una olla de acero inoxidable con agua potable y se esperó hasta que hierva el agua a una temperatura de 90°C. Posteriormente, se colocaron los huevos de codorniz manteniendo la temperatura de (90°C) y los tiempos entre (4-5min.).



Fuente: Elaboracion propia

3.5.1.5 Enfriado

Se procedió a enfriar los huevos en una fuente de acero inoxidable con agua potable fría a (18°C), con la finalidad de evitar el oscurecimiento de la yema y facilitar el proceso de descascarado.



Fuente: Elaboracion propia

3.5.1.6 Descascarado

En esta etapa, se procedió a quitar la cáscara de los huevos de codorniz de forma manual, dando pequeños golpecitos entre ellos para facilitar el proceso de quebrado de la cáscara, y teniendo cuidado que los huevos terminen completamente enteros; y sanos que no estén dañados en la parte externa de los mismos.



Fuente: Elaboracion propia

3.5.1.7 Preparación del líquido de cobertura

Se preparó el líquido de cobertura colocando agua en dos ollas de teflón y llevándolo a la cocina industrial hasta que llegue al punto de ebullición de (90°C). Así mismo se adicionó el vinagre de alcohol en distintas cantidades (6% y 12%) y sal (cloruro de sodio) (2% y 3%) y se agitó con la ayuda de una espátula de plástico durante tres minutos, para que se disuelva la sal y se mezclen todos los ingredientes.



Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

3.5.1.8 Envasado

Se realizó el envasado en frascos de vidrio de 29 ml para realizar la conserva de huevitos de codorniz en escabeche, previamente esterilizados; colocando primero los huevos precocidos y seguidamente el líquido de cobertura dejando un pequeño espacio de cabeza para ayudar a la transferencia de calor.



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.9 Esterilizado

Esta etapa consistió en colocar el producto envasado en una olla de acero inoxidable con agua fría hasta tapar completamente los frascos, luego se colocaron en la cocina industrial hasta que la temperatura alcance los 90°C, manteniendo la misma por un tiempo de quince minutos aproximadamente, con la finalidad de garantizar la estabilidad del producto en el almacenamiento.



Fuente: Elaboración propia

3.5.1.10 Almacenado

El producto fue almacenado durante 14 días a temperatura ambiente (23–25) °C cuidando que no le dé la luz solar.



Fuente: Elaboración propia

3.6 Metodología para la obtención de resultados

Las técnicas que se utilizaron para la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima fueron realizadas en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.6.1 Materia prima

La metodología utilizada para obtener los resultados experimentales de la materia prima en el presente trabajo de investigación, se detallan a continuación:

3.6.1.1 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del huevo de codorniz hervido

En la tabla 3.3, se detallan los principales parámetros analizados para la caracterización fisicoquímica del huevo de codorniz hervido, estos análisis se realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID); dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 3.3*Métodos de análisis fisicoquímicos del huevo de codorniz hervido*

Parámetros	Métodos	Unidades
Ceniza	NB 39034:10	%
Fibra	Gravimétrico	%
Grasa	NB 313019:06	%
Hidratos de carbono	Cálculo	%
Humedad	NB 313010:05	%
Proteína total (Nx6,25)	NB/ISO 8968-1:08	%
Valor energético	Cálculo	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2020

3.6.1.2 Análisis de las propiedades físicas del huevo de codorniz

En la tabla 3.4, se detallan los principales parámetros analizados para las propiedades físicas del huevo de codorniz, y los mismos se realizaron en el Laboratorio Taller de Alimentos.

Tabla 3.4*Propiedades físicas del huevo de codorniz*

Parámetros	Unidades
Peso	(g)
Altura	(mm)
Diámetro	(mm)
Porción comestible	(%)
Porción no comestible	(%)

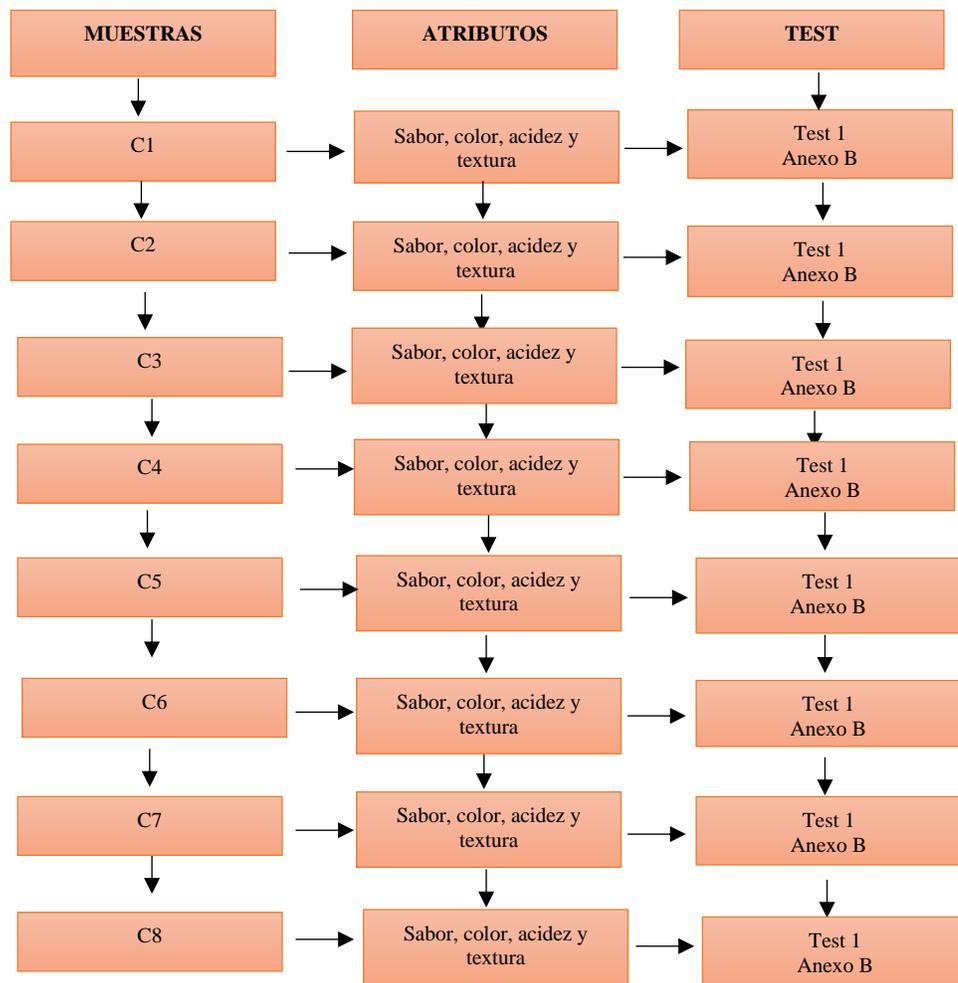
Fuente: Elaboración propia

3.7 Análisis sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del ser humano. Este, desde su infancia, y de forma más o menos consciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con la sensación que experimenta al observarlos y/o ingerirlos. De una forma general, el Análisis Sensorial puede definirse como el conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos por uno o más de los sentidos humanos (Tilgner, 1971).

Debido a la pandemia no se pudo realizar las evaluaciones sensoriales necesarias, ya que al no contar con la presencia de alumnos solo se pudo realizar ocho muestras extraídas del (Anexo H), calificadas por 20 jueces no entrenados de las cuales se eligió una muestra final.

En la figura 3.7, se muestra las pruebas de análisis sensorial que se realizaron con veinte jueces no entrenados y escala hedónica de cinco puntos para caracterizar las pruebas organolépticas de la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.7: Diagrama de pruebas sensoriales en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

3.8 Diseño experimental

El diseño experimental estudia procesos; considerando a un proceso como una caja negra a la cual ingresan diversas variables de entrada, éstas interactúan para producir un resultado, variable de salida óptima, la busca de combinaciones óptimas de las variables de entrada da lugar al diseño experimental; en un experimento diseñado se realizan cambios sistemáticos y controlados a las variables de entrada de un proceso o sistema de manera que sea posible obtener e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (Quiñones & Popovsky, 2004).

3.8.1 Diseño factorial 2^3

En muchos experimentos interviene el estudio de los efectos de dos o más factores. En general, los diseños factoriales son los más eficientes para este tipo de experimentos, por diseño factorial se entiende que en cada ensayo o replica completa del experimento se investigan todas las combinaciones de los factores. Por ejemplo, si el factor A tiene a niveles, el factor B tiene b niveles, cada replica contiene todas las ab combinaciones de los tratamientos. Cuando los factores están incluidos en un diseño factorial, es común decir que están cruzados. (Montgomery, 2004)

3.8.1.1 Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevos de codorniz en escabeche

Para realizar el diseño experimental en la etapa de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevos de codorniz en escabeche se aplicó el diseño factorial 2^3 de acuerdo a la ecuación 3.1.

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

Ecuación 3.1

Donde los niveles de variación de cada factor son los siguientes:

- Porcentaje de sal (a) = 2 niveles
- Porcentaje de vinagre (b) = 2 niveles
- Tiempo de tratamiento térmico (c) = 2 niveles

En la tabla 3.5, se muestra la matriz del diseño experimental 2^3 a ser aplicado en la etapa de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevos de codorniz en escabeche, conformado por tres variables: porcentaje de vinagre, porcentaje de sal y tiempo de tratamiento térmico.

Tabla 3.5

Matriz del diseño factorial 2^3 para el proceso de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Corridas	Factores			Interacciones				Total	
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y _i	Y _i
1	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁
2	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂
3	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃
4	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄
5	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅
6	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆
7	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇
8	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Y_i = Porcentaje de acidez (expresado en ácido acético)

En la tabla 3.6, se muestran los niveles de variación de los factores (nivel superior y nivel inferior), a ser aplicado en la etapa de preparación del líquido de cobertura, conformado

por tres variables: porcentaje de vinagre, porcentaje de sal y tiempo de tratamiento térmico.

Tabla 3.6

Niveles de variación de los factores durante la dosificación del líquido de cobertura del huevo de codorniz

Variables	Nivel inferior	Nivel superior
Porcentaje de vinagre (A)	-	+
Porcentaje de sal (B)	-	+
Tiempo de tratamiento térmico (C)	-	+

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y
RESULTADOS

4.1 Caracterización de la materia prima

Para realizar la caracterización de la materia prima se tomaron en cuenta los análisis fisicoquímicos y las propiedades físicas.

4.1.1 Parámetros de pH en el huevo de codorniz crudo y hervido

En la tabla 4.1, se muestran los resultados de los análisis de pH en el huevo de codorniz crudo y hervido, realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.1

Análisis de pH en el huevo de codorniz crudo y hervido

Parámetros	Valores
pH (huevo crudo)	9,29
pH (huevo hervido)	8,68

Fuente: CEANID, 2020

4.1.2 Parámetros fisicoquímicos en el huevo de codorniz hervido

En la tabla 4.2, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos del huevo de codorniz hervido extraídos (Anexo A), realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.2

Composición fisicoquímica del huevo de codorniz hervido

Parámetros	Valores	Unidades
Ceniza	1,35	%
Fibra	n.d.	%
Grasa	12,47	%
Hidratos de carbono	0,20	%
Humedad	70,73	%
Proteína total (Nx6.25)	15,25	%
Valor energético	174,03	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2020

En la tabla 4.2, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del huevo de codorniz hervido donde contiene ceniza 1,35 %; no detectada fibra; grasa 12,47%;

hidratos de carbono 0,20%; humedad 70,73%; proteína total 15,25% y valor energético 174,03 Kcal/100g.

4.1.3 Análisis microbiológico del huevo de codorniz cocido

En la tabla 4.3, se muestran los resultados del análisis microbiológico del huevo de codorniz cocido extraídos del (Anexo A), realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.3

Análisis microbiológico del huevo de codorniz hervido

Parámetros	Valores	Unidades
Escherichia coli	<1,0 x 10 ¹	UFC/g
Salmonella	Ausencia	P/A/25g

Fuente: CEANID, 2020

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico del huevo de codorniz hervido los cuales presentan: Escherichia coli <1,0 x 10¹ UFC/g y ausencia de Salmonella P/A/25g.

4.1.4 Propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 4 minutos

En la tabla 4.4, se muestran los resultados de las propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 4 minutos, realizadas en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, para un total de 16 muestras, para determinar la media (\bar{x}) la ecuación 4.1; desviación estándar (σ), ecuación 4.2 la varianza (S^2) ecuación 4.3.

- **Media**

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad \text{Ecuación4.1}$$

- **Desviación estándar**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}} \quad \text{Ecuación4.2}$$

- **Varianza**

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Ecuación4.3

- **Porcentaje de porción comestible**

$$\%PC = \frac{Pi - PNC}{Pi} * 100$$

Ecuación4.4

- **Porcentaje de porción no comestible**

$$\% PNC = \frac{Pi - PC}{Pi} * 100$$

Ecuación4.5

Tabla 4.4

Propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 4 minutos

Muestras	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso huevo (g)	Peso huevo limpio (g)	Peso huevo cocido (g)	%PC	%PNC
1	33,30	26,70	12,05	12,03	11,79	86,72	13,28
2	32,65	25,75	11,10	11,08	11,19	96,49	3,51
3	31,95	23,05	8,98	8,97	8,80	86,86	13,14
4	33,90	27,55	12,59	12,58	12,35	88,72	11,28
5	34,50	25,35	11,83	11,81	11,61	88,42	11,58
6	35,35	25,30	11,85	11,83	11,88	85,23	14,77
7	35,70	26,50	12,52	12,50	12,23	87,86	12,14
8	32,35	26,90	12,22	12,21	12,23	89,12	10,88
9	31,30	24,30	10,01	10,06	9,97	88,81	11,19
10	32,50	26,90	11,57	11,56	11,62	91,18	8,82
11	33,15	26,75	11,80	11,79	11,92	91,02	8,98
12	34,75	26,35	12,89	12,88	12,65	88,29	11,71
13	30,40	24,60	8,89	8,88	8,98	91,68	8,32
14	33,20	25,25	11,54	11,52	11,26	87,09	12,91
15	32,30	26,80	11,69	11,68	11,66	89,48	10,52
16	35,15	27,75	13,79	13,78	13,76	90,72	9,28
\bar{x}	33,28	25,99	11,58	11,57	11,49	89,23	10,77
σ	1,52	1,27	1,32	1,31	1,29	2,64	2,64
S^2	2,30	1,62	1,73	1,72	1,65	6,95	6,95

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4, se observa los resultados obtenidos de las propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 4 minutos donde la altura promedio es de 33,28mm; diámetro 25,99mm; peso promedio 11,58 g; peso huevo limpio 11,57 g; peso huevo cocido 11,49 g; porción comestible 89,23% y porción no comestible 10,77%, la desviación estándar promedio para la altura es de 1,52mm; diámetro 1,27mm; desviación estándar promedio del peso del huevo 1,32g; peso huevo limpio 1,31g; peso huevo cocido 1,29g; porción comestible 2,64%; porción no comestible 2,64%, la varianza promedio para la altura 2,30mm; diámetro 1,62mm; la varianza promedio para el peso del huevo 1,73g; peso huevo limpio 1,72g; peso huevo cocido 1,65g; porción comestible 6,95g y porción no comestible 6,95g.

4.1.5 Propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 5 minutos

En la tabla 4.5, se muestran los resultados de las propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 5 minutos; realizadas en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos, para un total de 16 muestras, para determinar la media (\bar{x}) ecuación 4.1; desviación estándar (σ), ecuación 4.2 y la varianza (S^2) ecuación 4.3.

Tabla 4.5***Propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 5 minutos***

Muestras	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso huevo (g)	Peso huevo limpio (g)	Peso huevo cocido (g)	%PC	%PNC
1	32,10	25,90	10,63	10,62	10,67	88,99	11,01
2	33,90	25,85	10,81	10,79	10,56	86,12	13,88
3	33,65	26,70	10,89	11,87	11,61	94,03	5,97
4	36,40	27,25	13,77	13,75	13,51	92,59	7,41
5	31,40	25,90	10,53	10,51	10,39	87,84	12,16
6	33,70	26,80	12,25	12,23	12,01	90,37	9,63
7	32,20	26,35	12,46	12,45	12,49	97,43	2,57
8	32,60	25,90	10,82	10,81	10,85	87,80	12,20
9	35,65	27,70	13,19	13,18	13,19	91,13	8,87
10	33,50	27,60	12,71	12,70	12,80	90,95	9,05
11	34,40	26,85	12,08	12,07	12,24	90,98	9,02
12	33,10	25,90	11,07	11,06	11,13	90,70	9,30
13	33,95	27,80	12,24	12,22	12,29	91,09	8,91
14	34,50	25,20	11,42	11,41	11,22	89,40	10,60
15	31,90	27,70	11,24	11,89	11,68	91,81	8,19
16	31,95	25,05	10,02	10,38	10,17	90,42	9,58
\bar{x}	33,43	26,53	11,63	11,75	11,68	90,73	9,27
σ	1,39	0,90	1,07	1,00	1,03	2,63	2,63
S2	1,95	0,82	1,13	1,01	1,05	6,93	6,93

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se observa los resultados obtenidos de las propiedades físicas del huevo de codorniz con tratamiento térmico de 5 minutos donde la altura promedio es de 33,43mm; diámetro 26,53mm; peso promedio 11,63 g; peso huevo limpio 11,75 g; peso huevo cocido 11,68g; porción comestible 90,73% y porción no comestible 9,27%, la desviación estándar promedio para la altura es de 1,39mm; diámetro 0,90mm; desviación estándar promedio del peso del huevo 1,07g; peso huevo limpio 1,00g; peso huevo cocido 1,03g; porción comestible 2,63g; porción no comestible 2,63g, la varianza promedio para la altura 1,95mm; diámetro 0,82mm; la varianza promedio para el peso del huevo 1,13g; peso huevo limpio 1,01g; peso huevo cocido 1,05g ; porción comestible 6,93% y porción no comestible 6,93%.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de huevo de codorniz en escabeche

Para caracterizar las variables del proceso de elaboración de huevos de codorniz en escabeche, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

4.2.1 Desarrollo de las pruebas preliminares para la obtención de la elaboración de huevos de codorniz en escabeche

Por efecto de la pandemia no se pudieron realizar pruebas para las evaluaciones sensoriales y al no contar con estudiantes en la Universidad fue muy difícil de realizar las evaluaciones sensoriales. Para el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo, inicialmente se realizaron ocho dosificaciones para realizar el ajuste de pH en el líquido de cobertura figura (D-1) del (Anexo D), donde se muestran los ensayos aplicados en base a la metodología de (Cárdenas y Espitia, 2015); con el fin de establecer dos formulaciones básicas (tabla 4.6) de un total de ocho muestras (grupo 2) como se muestra en la figura (4.1) que fueron seleccionadas de acuerdo al pH más elevado.

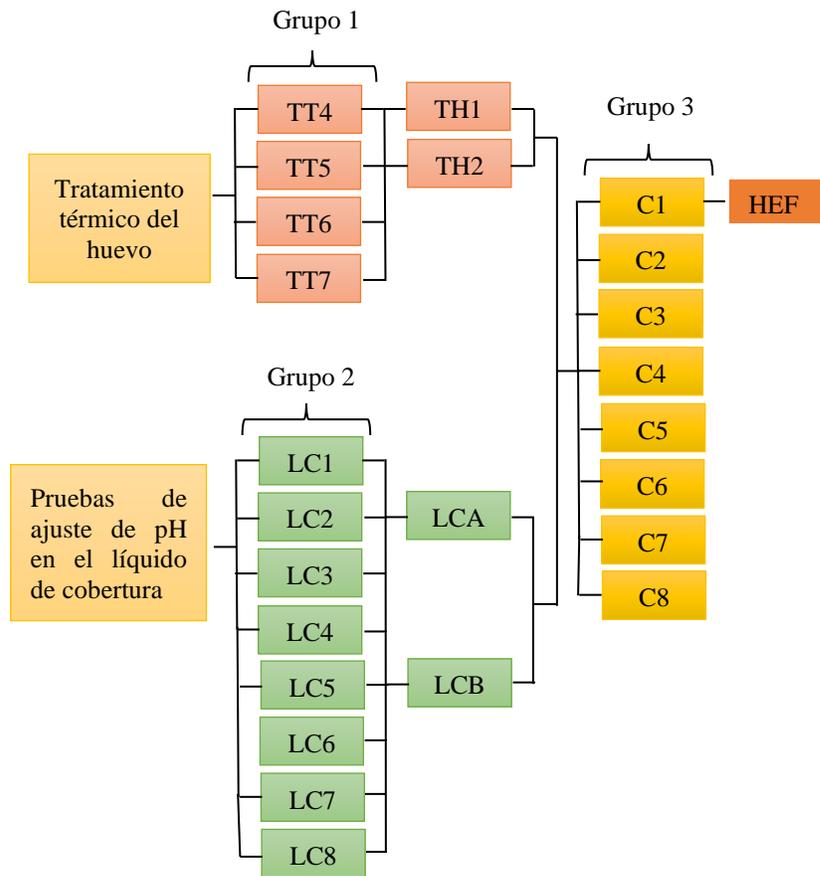
Tabla 4.6

Formulaciones básicas del líquido de cobertura

Formulación 1		Formulación 2	
Tratamiento térmico de la materia prima (minutos)		Tratamiento térmico de la materia prima (minutos)	
4	5	4	5
Líquido de cobertura		Líquido de cobertura	
Insumos	Porcentaje (%)	Insumos	Porcentaje (%)
Vinagre	6	Vinagre	12
Sal	2	Sal	3
Agua	92	Agua	85

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, se realizaron cuatro pruebas de tratamiento térmico al huevo de codorniz figura (E-1) del (Anexo D), con el fin de establecer dos tratamientos térmicos adecuados (tabla 4.6) de un total de cuatro muestras (grupo 1) que se muestra en la (figura 4.1) que fueron degustadas por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos donde se seleccionaron dos pruebas con mayor aceptación por la textura.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1: Pruebas para el ajuste de pH del líquido de cobertura y tratamiento térmico del huevo de codorniz.

4.2.2 Variación de tratamiento térmico del huevo e insumos del líquido de cobertura de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la tabla 4.7, se muestra la variación de tratamiento térmico del huevo de codorniz e insumos como ser agua, vinagre y sal de las muestras del grupo 3 de huevitos de codorniz en escabeche con la finalidad de mejorar la textura, acidez y sabor.

Tabla 4.7

Variación de insumos de las muestras de huevitos de codorniz, en escabeche del grupo 3

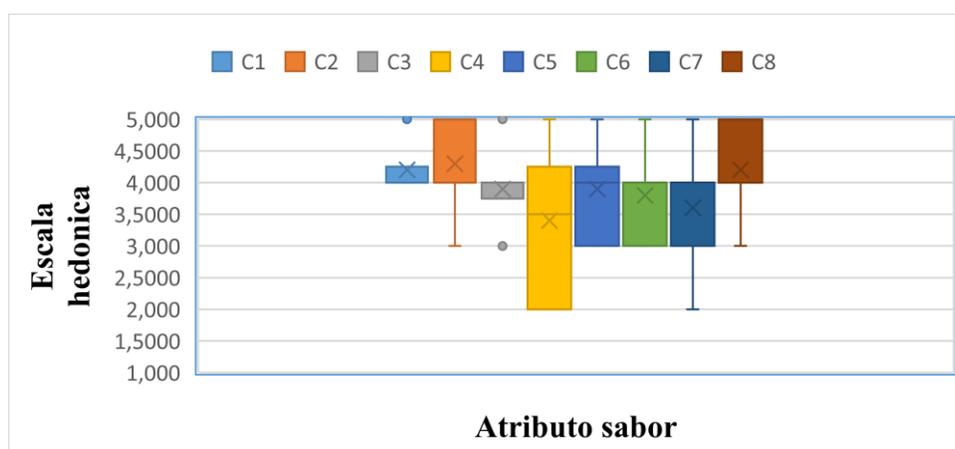
Muestras	Tratamiento térmico del huevo (minutos)	Vinagre (%)	Sal (%)	Agua (%)
C1	4	6	2	92
C2	4	6	3	91
C3	5	6	2	92
C4	5	6	3	91
C5	4	12	2	85
C6	4	12	3	85
C7	5	12	2	85
C8	5	12	3	85

Fuente: Elaboración propia

Tomando en cuenta la estabilidad del producto después de 10 días, de la elaboración, se procedió a realizar una evaluación sensorial con 20 jueces no entrenados de acuerdo a los atributos sensoriales, según la figura 3.7.

4.2.2.1 Estadístico caja y bigote de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la figura 4.2, se muestra el estadístico de caja y bigote de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3, para los atributos sabor (tabla C.3), acidez (tabla C.7), color (tabla C.11) y textura (tabla C.15); extraídos del (Anexo C).



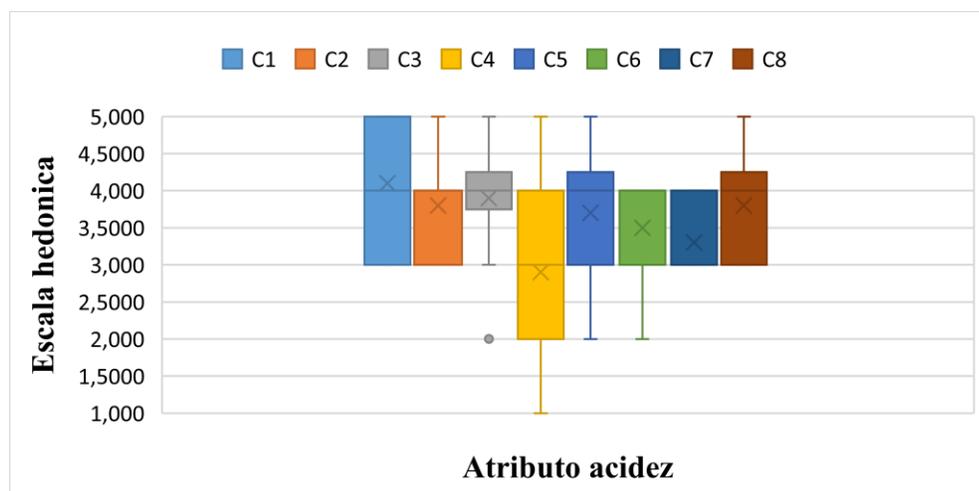
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2: Caja y bigote del atributo sabor de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.2, se puede observar que las muestras C2 y C8 tienen diferencias significativas: la caja y bigote de la muestra C2 presenta la mayor media con una caja con el 50% de los valores y con media (4,3) y próxima al tercer cuartil, la muestra C8, presenta una caja con el 50% de los valores y con media (4,2), lo que nos indica que los jueces tuvieron mayor percepción por las muestras C2 y C8 en comparación con las demás muestras.

4.2.2.2 Estadístico caja y bigote para el atributo acidez

En la figura 4.3, se muestra el estadístico de caja y bigote de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3, para el atributo acidez (tabla C.9) y extraída del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

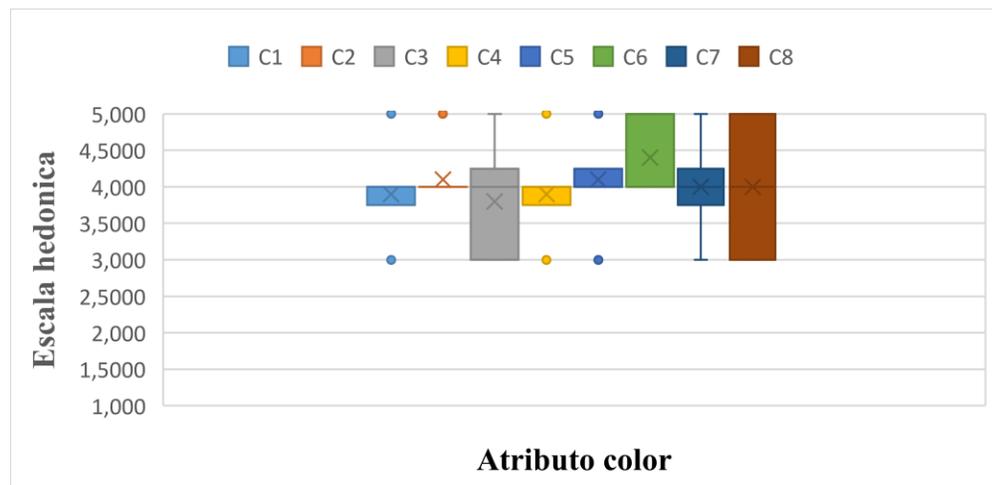
Figura 4.3: Caja y bigote del atributo acidez de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.3, se puede observar que las muestras C1, C3 y C6 tienen diferencias significativas: la caja y bigote de la muestra C1 presenta la mayor media (4,1) próxima al tercer cuartil, los datos se encuentran dispersos, la caja y bigote de la muestra C3 presenta una media (3,9) más alta con el 50% de los valores pero sus datos se encuentran agrupados simétricamente y la caja y bigote de la muestra C6 con media (3,5) próxima al segundo cuartil que muestra datos agrupados asimétricamente lo que

nos indica que los jueces tuvieron mayor percepción por las muestras C1, C3 y C6 en comparación con las demás muestras.

4.2.2.3 Estadístico caja y bigote para el atributo color

En la figura 4.4, se muestra el estadístico de caja y bigote de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3, para el atributo color (tabla C.11) y extraída del (Anexo C).



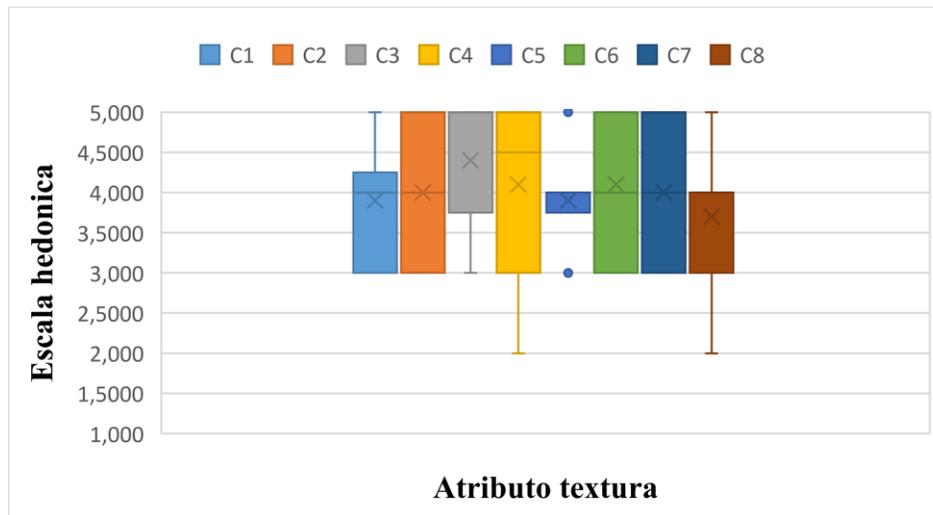
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4: Caja y bigote para el atributo color de huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.4, se puede observar que la caja y bigote de la muestra C6 presenta la mayor media (4,4) cercana al tercer cuartil con el 50% de los datos que se encuentran dispersos, por encima de las medias de las muestras C2 (4,1), C7(4,0) y C1(3,9) lo que nos indica que los jueces tuvieron mayor percepción por la muestra C6 que tiene diferencia significativa $p < 0,05$

4.2.2.4 Estadístico caja y bigote para el atributo textura

En la figura 4.5, se muestra el estadístico de caja y bigote de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3, para el atributo textura (tabla C.15) y extraída del (Anexo C).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5: Caja y bigote para el atributo textura de las muestras de huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.5, se puede observar que la caja y bigote de la muestra C8 presenta la mayor media (3,7) cerca del segundo cuartil con datos agrupados y la caja y bigote de la muestra C3 con media (4,4) con datos agrupados asimétricamente lo que nos indica que los jueces tuvieron mayor percepción por las muestras C3 y C8 donde existe diferencia significativa entre ambas muestras.

4.2.2.5 Estadístico Tukey del atributo sabor de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la tabla 4.8, se muestra los resultados del análisis estadístico Tukey para el atributo sabor y extraídos de la (tabla C.6) del (Anexo C).

Tabla 4.8

Estadístico Tukey del atributo sabor de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

Tratamientos	Significancia
C2 – C4	Si hay significancia
C2 – C7	Si hay significancia
C2 – C6	No hay significancia
C2 – C5	No hay significancia
C2 – C1	No hay significancia
C8 – C4	Si hay significancia
C8 – C4	No hay significancia
C8 – C7	No hay significancia
C8 – C5	No hay significancia
C1 – C6	No hay significancia
C1 – C5	No hay significancia
C3 – C4	No hay significancia
C3 – C7	No hay significancia
C5 – C4	No hay significancia
C5 – C7	No hay significancia
C5 – C6	No hay significancia
C6 – C4	No hay significancia
C6 – C7	No hay significancia
C7 – C4	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8, se puede observar que existe evidencia significativa entre los tratamientos (C2 - C4), (C2 - C7) y (C8 – C4). Sin embargo, para los tratamientos (C2 - C6), (C2 - C5), (C2 – C1); (C8 – C7), (C8 – C5), (C1 – C6), (C1 – C5), (C3 – C4), (C3 – C7), (C5 – C4), (C5 – C7), (C5 – C6), (C6 – C4), (C6 – C7) y (C7 – C4) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $p < 0,05$.

4.2.2.6 Estadístico Tukey del atributo acidez de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la tabla 4.9, se muestra los resultados del análisis estadístico Tukey para el atributo acidez y extraídos de la (tabla C.10) del (Anexo C).

Tabla 4.9

Estadístico Tukey del atributo acidez de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

Tratamientos	Significancia
C1 – C4	Si hay significancia
C1 – C7	Si hay significancia
C1 – C6	Si hay significancia
C1 – C5	No hay significancia
C1 – C8	No hay significancia
C1 – C3	Si hay significancia
C3 – C4	No hay significancia
C3 – C7	Si hay significancia
C3 – C6	No hay significancia
C3 – C5	No hay significancia
C3 – C8	No hay significancia
C8 – C4	No hay significancia
C8 – C7	No hay significancia
C8 – C6	No hay significancia
C8 – C5	No hay significancia
C5 – C4	No hay significancia
C5 – C6	No hay significancia
C6 – C4	Si hay significancia
C6 – C7	No hay significancia
C7 – C4	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.9, se puede observar que existe evidencia significativa entre los tratamientos (C1 - C4), (C1 - C7), (C1 – C6), (C1- C3), (C3 – C7) y (C6 – C4). Sin embargo, para los tratamientos (C1 – C5), (C1 – C8), (C3 – C4), (C3 – C6), (C3 – C5); (C3 – C8), (C8 – C4), (C8 – C7), (C8 – C6), (C8 – C5), (C5 – C4), (C5 – C7), (C5 – C6), (C6 – C4), (C6 – C7) y (C7 – C4) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.2.2.7 Estadístico Tukey del atributo color de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la tabla 4.10, se muestra los resultados del análisis estadístico Tukey para el atributo color; extraídos de la (tabla C.14) del (Anexo C).

Tabla 4.10

Estadístico Tukey del atributo color de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

Tratamientos	Significancia
C6 – C3	Si hay significancia
C6 – C4	No hay significancia
C6 – C8	No hay significancia
C6 – C5	No hay significancia
C2 – C3	No hay significancia
C2 – C4	No hay significancia
C2 - C8	No hay significancia
C7 – C3	No hay significancia
C7 – C4	No hay significancia
C1 – C3	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10, se puede observar que existe evidencia significativa en el tratamiento (C6 – C3). Sin embargo, para los tratamientos (C6 – C4), (C6 – C8), (C6 – C5), (C2 – C3), (C2 – C4); (C2 – C8), (C7 – C3), (C7 – C4) y (C1 – C3) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $p < 0,05$.

4.2.2.8 Estadístico Tukey del atributo textura de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

En la tabla 4.11, se muestra los resultados del análisis estadístico Tukey para el atributo textura; extraídos de la (tabla C.18) del (Anexo C).

Tabla 4.11

Estadístico Tukey del atributo textura de muestras de huevitos de codorniz en escabeche del grupo 3

Tratamientos	Significancia
C3 – C8	Si hay significancia
C3 – C5	No hay significancia
C3 – C7	No hay significancia
C3 – C6	No hay significancia
C4 – C8	No hay significancia
C4 – C5	No hay significancia
C4 – C7	No hay significancia
C2 – C8	No hay significancia
C2 – C5	No hay significancia
C1 – C8	No hay significancia

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11, se puede observar que existe evidencia significativa en el tratamiento (C3 – C8). Sin embargo, para los tratamientos (C3 – C5), (C3 – C7), (C3 – C6), (C4 – C8), (C4 – C5); (C4 – C7), (C2 – C8), (C2 – C5) y (C1 – C8) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia de $p < 0,05$.

4.3 Diseño factorial 2^3 el proceso de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Para determinar que factor incide en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche, se procedió a realizar el diseño factorial 2^3 , donde la variable respuesta es la acidez (porcentaje de ácido acético). Los resultados obtenidos se detallan en el (Anexo E) y en base a los mismos se procedió a realizar el estadístico de la variable respuesta acidez (porcentaje de ácido acético) que se muestra en la tabla 4.12

Tabla 4.12

Análisis de varianza el diseño factorial 2^3 en el proceso de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Fuente de variación (FV)	Suma de cuadrados (SC)	Grados de libertad (GL)	Media de cuadrados (CM)	(Fcal)	(Ftab)
total	1,735	15	-	-	-
Factor A	0,016	1	0,016	0,010	5,32
Factor B	0,001	1	0,001	0,006	5,32
Factor C	0,067	1	0,067	0,042	5,32
Interacción AB	0,001	1	0,001	0,001	5,32
Interacción AC	0,034	1	0,034	0,021	5,32
Interacción BC	0,006	1	0,006	0,004	5,32
Interacción ABC	0,013	1	0,013	0,008	5,32
Error	1,596	8	1,596	-	-

Fuente: elaboración propia

Según el análisis de varianza (tabla 4.12), se observa que el porcentaje de vinagre (A), tiempo de tratamiento térmico (B), porcentaje de sal (C) y las interacciones de los factores porcentaje de vinagre tiempo (AB), porcentaje de vinagre porcentaje de sal (AC), tiempo porcentaje de sal (BC) y porcentaje de vinagre tiempo – porcentaje de sal (ABC); no son significativas en el proceso de escabechado; ya que $F_{cal} < F_{tab}$ por lo tanto, se acepta la H_0 planteada para $p < 0.05$. En tal sentido ninguno de los factores tomados en cuenta del proceso de dosificación del líquido de cobertura, no existe significancia estadística.

4.4 Control fisicoquímico en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche

Para realizar el control fisicoquímico en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche, se tomó un valor de acidez y pH del líquido de cobertura (porcentaje de ácido acético), también se tomó un valor de acidez y pH del huevo (porcentaje de ácido oleico) por cada día de la muestra LC4, LC5, AÍH4 y muestra AH5 en el proceso de escabechado.

4.4.1 Control de acidez durante proceso escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche

En la tabla 4.13, se muestran los resultados de la variación de acidez expresado en (ácido acético) y (ácido oleico) en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche; extraídos de la (tabla F.1) (Anexo F) y (tabla G.1) (Anexo G). La técnica para la determinar el factor de acidez del vinagre (porcentaje de ácido acético), se muestra en el (Anexo F) en base a la técnica (NB 229, 2012) y la técnica para determinar la acidez del huevo (porcentaje de ácido oleico), se muestra en el (Anexo G) en base a la técnica (NB 229, 2012).

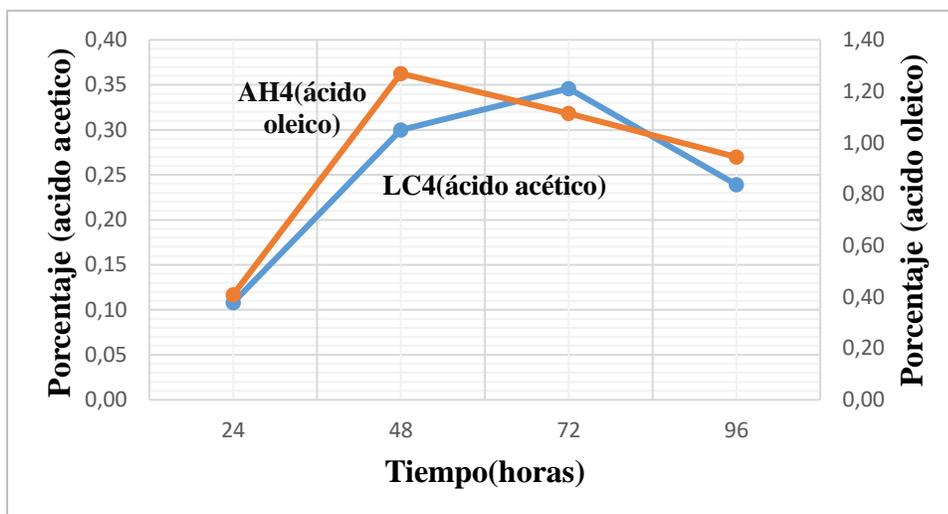
Tabla 4.13

Variación de acidez en el proceso de escabechado con tratamiento térmico de 4 minutos

Tiempo (horas)	Acidez porcentaje de ácido acético	Acidez porcentaje de ácido oleico
	LC4	AH4
24	0,108	0,409
48	0,300	1,269
72	0,346	1,114
96	0,239	0,944

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.6, se muestra la variación de acidez del líquido de cobertura (ácido acético) y del huevo de codorniz (ácido oleico) de codorniz en función al tiempo en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche; en función de los resultados de la tabla 4.13.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6: Variación de acidez en el proceso de escabechado de huevitos de codorniz en escabeche con tratamiento térmico de 4 minutos

En la figura 4.6, se puede observar que la muestra LC4 inicia con un valor de acidez 0,10% de ácido acético y la muestra AH4 con un valor de 0,40% ácido oleico: durante las primeras 48 horas la tendencia de ascenso de acidez es rápida, la muestra LC4 con una acidez de 0,30% y la muestra AH4 asciende a un valor de 1,26% ácido oleico; A las 72 horas la muestra LC4 continúa con el ascenso llegando a un valor de 0,34% y la muestra AH4 desciende a 1,11% y transcurridas las 72 horas y 96 horas la tendencia de descenso para la muestra LC4 y que alcanza un valor de 0,23% de ácido acético y para la muestra AH4 con un valor de 0,94% de ácido oleico.

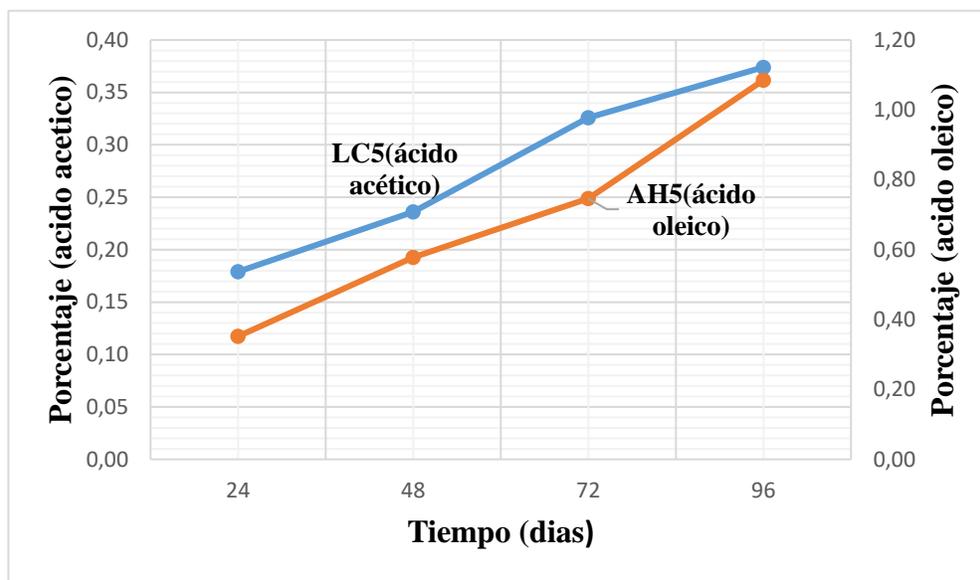
Tabla 4.14

Variación de acidez durante la etapa de escabechado con tratamiento térmico de 5 minutos

Tiempo (horas)	Acidez Porcentaje de ácido acético	Acidez Porcentaje de ácido oleico
	LC5	AH5
24	0,179	0,352
48	0,236	0,578
72	0,326	0,746
96	0,374	1,085

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.7, se muestra la variación de acidez del líquido de cobertura (ácido acético) y del huevo de codorniz (ácido oleico) de codorniz en función al tiempo en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche; en función de los resultados de la tabla 4.14.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7: Variación de acidez en el proceso de escabechado de huevitos de codorniz en escabeche con tratamiento térmico de 5 minutos

En la figura 4.7, se puede observar que la muestra LC5 inicia con un valor de acidez 0,17% de ácido acético y la muestra AH5 con un valor de 0,35% ácido oleico: durante las primeras 48 horas, la muestra LC5 presenta un ascenso con una acidez de 0,23% y la muestra AH5 asciende a un valor de 0,57% de ácido oleico; Transcurridas las 72 horas la muestra LC5 continúa con el ascenso llegando a alcanzar un valor de 0,32% y la muestra AH5 a un valor 0,74% ; transcurridas las 72 horas hasta llegar las 96 horas la tendencia de ascenso continúa para ambas muestras la muestra LC5 alcanza un valor de 0,37% de ácido acético y para la muestra AH5 con un valor de 1,08% de ácido oleico.

4.4.2 Control de pH durante proceso de escabechado de los huevitos de codorniz en escabeche

En la tabla 4.15, se muestra se muestra la variación de pH del líquido de cobertura y variación de pH del huevo de codorniz en escabeche en función del tiempo durante el proceso de almacenamiento con tratamiento térmico de 4 minutos; se realizó en función de los resultados de la tabla 4.15

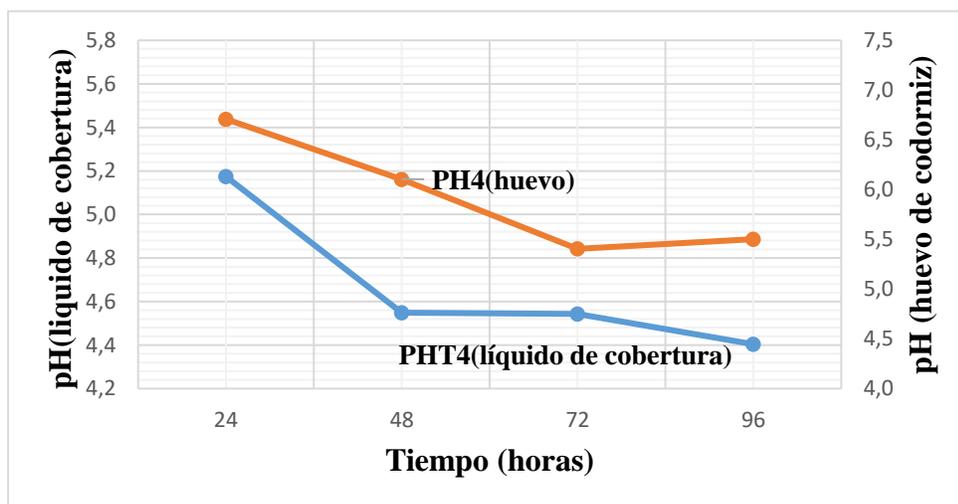
Tabla 4.15

Variación de pH del huevo de codorniz y del líquido de cobertura en la etapa de escabechado con tratamiento térmico de 4 minutos

Tiempo (horas)	pH huevo (PH4)	pH del líquido de cobertura (PHT4)
24	5,43	6,13
48	5,16	4,76
72	4,84	4,74
96	4,88	4,44

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.8, se muestra la variación de pH del huevo de codorniz y del líquido de cobertura en función del tiempo en el proceso de escabechado con tratamiento térmico de 4 minutos; se realizó en función de los resultados de la tabla 4.15.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.8: Variación de pH del huevo de codorniz en escabeche durante el proceso de escabechado con tratamiento térmico de 4 minutos

En la figura 4.8, se puede observar que las primeras 24 horas la muestra PH4 inicia con un valor de pH (5,43) del huevo de codorniz y la muestra PHT4 con un pH de (6,13) del líquido de cobertura; pasando las 24 horas hasta llegar las 48 horas la muestra PH4 presenta un descenso de (5,16) y la muestra PHT4 también presenta un descenso de (4,76); llegando a las 72 horas ambas muestras vuelven a presentar un descenso, la muestra PH4 con (4,84) y la muestra PHT4 con (4,74); al llegar las 96 horas la muestras PH4 presenta un valor de (4,88) y la muestra PHT4 un valor de pH de (4,44).

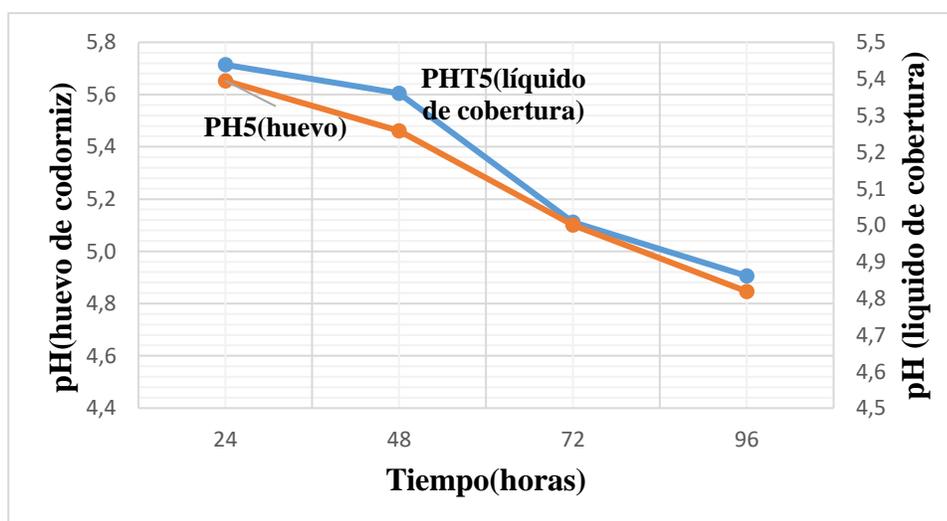
Tabla 4.16

Variación de pH del huevo de codorniz y líquido de cobertura en la etapa de escabechado con tratamiento térmico de 5 minutos

Tiempo (horas)	pH Huevo (PH5)	pH líquido de cobertura (PHT5)
24	5,39	6,71
48	5,25	5,60
72	5,00	5,11
96	4,81	4,90

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9, se muestra se muestra la variación de pH del huevo de codorniz en escabeche en función del tiempo en el proceso de almacenamiento con tratamiento térmico de 5 minutos; se realizó en función de los resultados de la tabla 4.16.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9: Variación de pH del huevo de codorniz en escabeche en el proceso de escabechado con tratamiento térmico de 5 minutos

En la figura 4.9, se puede observar que a las 24 horas la muestra PH5 inicia con un valor de pH (5,39) y la muestra PHT5 con un pH de (5,71); pasando las 24 horas hasta llegar las 48 horas la muestra PH5 presenta un descenso de (5,25) y la muestra PHT5 también presenta un descenso de (5,60); llegando a las 72 horas ambas muestras vuelven a presentar un descenso, la muestra PH5 con (5,00) y la muestra PHT5 con (5,11); al llegar las 96 horas la muestra PH5 presenta un valor de (4,81) y la muestra PHT5 un valor de pH de (4,90).

4.5 Características del producto terminado

Al producto final obtenido, se procedió a realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos, como se detallan a continuación:

4.5.1 Análisis de control fisicoquímico del producto terminado (huevititos de codorniz en escabeche)

En la tabla 4.17, se muestra los resultados de los análisis fisicoquímico y microbiológico obtenido (Anexo A) realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.17

Análisis de control fisicoquímico del producto terminado

Parámetros	Valores	Unidades
Ceniza	1,91	%
Fibra	n.d.	%
Grasa	11,86	%
Hidratos de carbono	0,44	%
Humedad	71,05	%
Proteína total (Nx6.25)	14,74	%
Valor energético	167,46	Kcal/100g

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.17, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado donde contiene ceniza 1,91 %; no detectada fibra; grasa 11,86%; hidratos de carbono 0,44%; humedad 70,73%; proteína total 14,74% y valor energético 167,46 Kcal/100g.

4.5.2 Análisis de control microbiológico del producto terminado (huevitos de codorniz en escabeche)

En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis microbiológico del producto terminado extraídos del (Anexo A), realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.18

Análisis microbiológico del producto terminado

Parámetros	Valores	Unidades
Escherichia coli	< 1,0 x 10 ¹	UFC/g
Salmonella	Ausencia/25g	P/A/25g

Fuente: CEANID, 2021

En la tabla 4.18, se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico del producto terminado los cuales presentan: Escherichia coli <1,0 x 10¹ UFC/g y ausencia de Salmonella P/A/25g.

4.5.3 Control de acidez y pH del producto final (huevitos de codorniz en escabeche)

En la tabla 4.19, se muestran los resultados de control de pH y acidez del producto terminado, después de 10 días de su elaboración realizados en el Laboratorio de la Carrera de Ingeniería de Alimentos perteneciente a la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.19

Control de pH y acidez al producto final

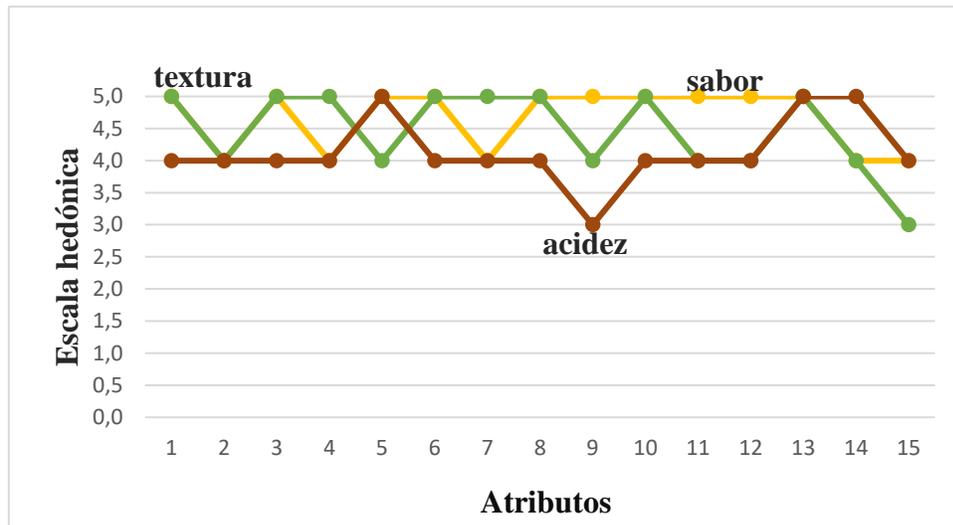
Parámetros	Valores
pH (huevo)	4.790
pH (huevo liquido de cobertura)	4.850
Acidez (huevo)	1.075
Acidez (liquido de cobertura)	0.380

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.19, se observan los resultados obtenidos de pH y acidez de huevitos de codorniz en escabeche en donde presenta: pH huevo (4.79); pH del líquido de cobertura (4.85); acidez de huevo (ácido oleico) y acidez del líquido de cobertura (ácido acético).

4.5.4 Atributos valorados en el producto final

En la figura 4.10 se muestra la variación de los atributos (sabor, textura y acidez), del producto final evaluados por 15 jueces no entrenados; se realizó en función a la tabla C.19 extraída del (Anexo C).



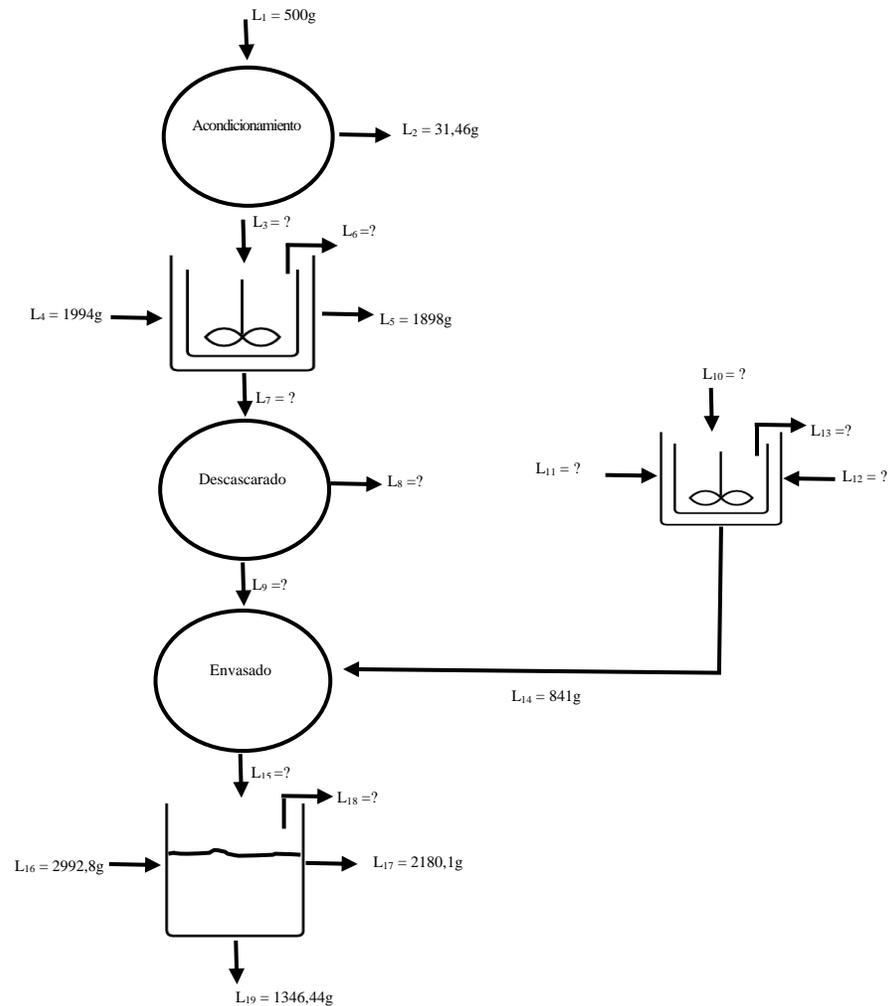
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10: Variación de los atributos valorados en el producto final

En la figura 4.10 se puede observar los distintos atributos del producto final, donde el atributo sabor fue el más aceptado por los jueces, seguido de los atributos acidez y textura.

4.6 Balance de materia del proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

El balance de materia del proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche se realizó para una base de cálculo de 500g de huevitos de codorniz y para su resolución se tomó en cuenta el diagrama de flujo de la (figura 4.11).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11: Diagrama de flujo del balance de materia en el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Donde:

L_1 = Huevos de codorniz (g)

L_2 = Huevos descartados (g)

L_3 = Cantidad de huevos entrante (g)

L_4 = Agua fría (g)

L_5 = Agua tibia (g)

L_6 = Agua evaporada (g)

L_7 = Huevo cocido (g)

L_8 = Cáscara (g)

L_9 = Huevo sin cáscara (g)

L_{10} = Agua para el líquido de cobertura (g)

L_{11} = Vinagre (g)

L_{12} = Sal (g)

L_{13} = Agua evaporada del líquido de cobertura (g)

L_{14} = Líquido de cobertura (g)

L_{15} = Producto envasado (g)

L_{16} = Agua fría para la esterilización (g)

L_{17} = Agua caliente (g)

L_{18} = Agua evaporada de la esterilización (g)

L_{19} = Huevitos de codorniz en escabeche (g)

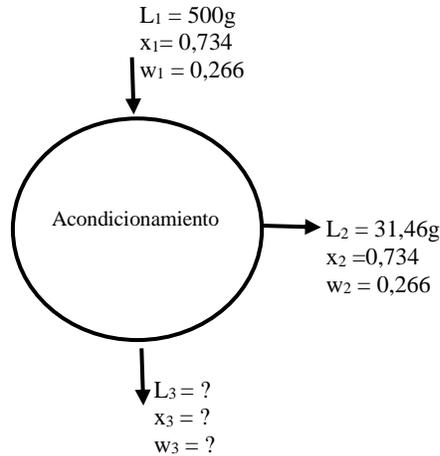
x = Concentración en fase líquida (g)

w = Concentración en fase sólida (g)

4.6.1 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento

En la figura 4.12, se muestra la etapa de acondicionamiento de los huevos de codorniz donde se tomó una cantidad de 500g para realizar el balance de materia.

Según (Araneda,2020), el huevo de codorniz contiene un 73.4% de agua y 26,6% de sólidos.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.12: Etapa de acondicionamiento

- **Balance de materia general en la etapa de acondicionamiento**

$$L_1 = L_2 + L_3 \quad \text{Ecuación 4.6}$$

$$L_3 = L_1 - L_2$$

$$L_3 = 500\text{g} - 31,46\text{g} = 468,64\text{g}$$

- **Balance parcial para el componente sólido**

$$L_1 w_1 = L_2 w_2 + L_3 w_3 \quad \text{Ecuación 4.7}$$

$$w_3 = \frac{500 (0,266) - 31,46 (0,266)}{468,64} = 0,30\text{g}$$

- **Balance para el componente líquido**

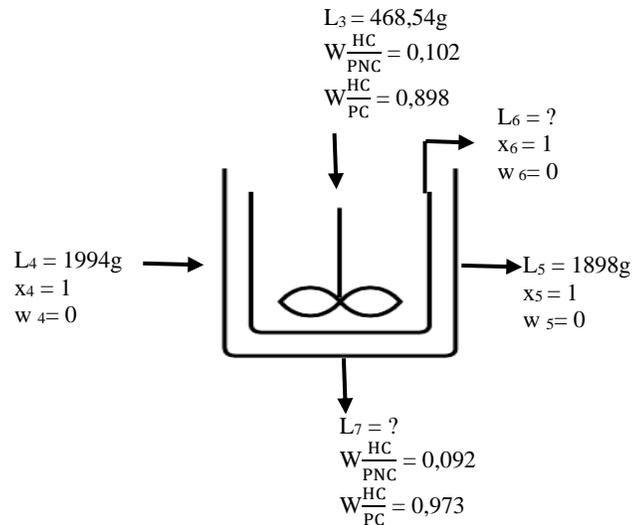
$$L_1 x_1 = L_2 x_2 + L_3 x_3$$

$$x_3 = \frac{500 (0,734) - 31,46 (0,734)}{468,64} = 0,70\text{g}$$

4.6.2 Balance de materia en la etapa de tratamiento térmico

En la figura 4.13, se muestra la etapa de tratamiento térmico donde se tomó en cuenta la cantidad de huevo del acondicionamiento y 2 litros de agua para realizar el balance de materia.

Para calcular la cantidad de masa de agua es preciso considerar la densidad del agua a (20°C) que corresponde a 998.20kg/m³ (Valiente, 1994).



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.13: Etapa de tratamiento térmico

- **Balance de materia general en la etapa de tratamiento térmico**

$$L_3 + L_4 = L_5 + L_6 + L_7 \quad \text{Ecuación 4.8}$$

- Balance para el componente agua

$$L_3 x_3 + L_4 x_4 = L_5 x_5 + L_6 x_6 + L_7 x_7 \quad \text{Ecuación 4.9}$$

$$L_6 = \frac{L_4 x_4 - L_5 x_5}{x_6}$$

$$L_6 = \frac{1994(1) - 1898(1)}{1}$$

$L_6 = 96\text{g}$ de agua evaporada

- Balance para componente solido (huevo)

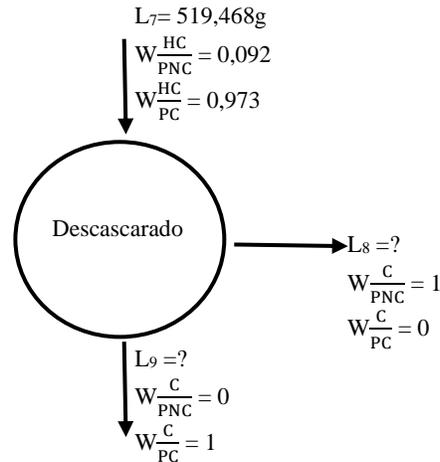
$$L_7 W_{\text{PNC}}^{\text{HC}} = L_3 W_{\text{PNC}}^{\text{HC}} + L_4 w_4 - L_5 w_5 - L_6 w_6$$

$$L_7 = \frac{L_3 W_{\text{PNC}}^{\text{HC}}}{W_{\text{PNC}}^{\text{HC}}} = \frac{468,54 * 0,102}{0,092}$$

$$L_7 = 519,468\text{g}$$

4.6.3 Balance de materia en la etapa de descascarado del huevo

En la figura 4.14, se muestra la etapa de descascarado del huevo de codorniz, donde se tomó en cuenta la porción comestible y la porción no comestible para realizar el balance.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14: Etapa de descascarado del huevo

- **Balance de materia general en la etapa de descascarado del huevo**

$$L_7 = L_8 + L_9$$

Ecuación 4.10

- **Balance parcial de materia para la porción comestible en el descascarado del huevo**

$$L_7 W_{PC}^{HC} = L_8 W_{PC}^C + L_9 W_{PC}^C \quad \text{Ecuación 4.11}$$

$$L_9 W_{PC}^C = L_7 W_{PC}^{HC}$$

$$L_9 = \frac{L_7 W_{PC}^{HC}}{W_{PC}^C} = \frac{519,468 * 0,973}{1}$$

$$L_9 = 505,442g$$

- Reemplazando L_9 en la ecuación 4.5 para calcular la porción no comestible

$$L_8 = L_7 - L_9$$

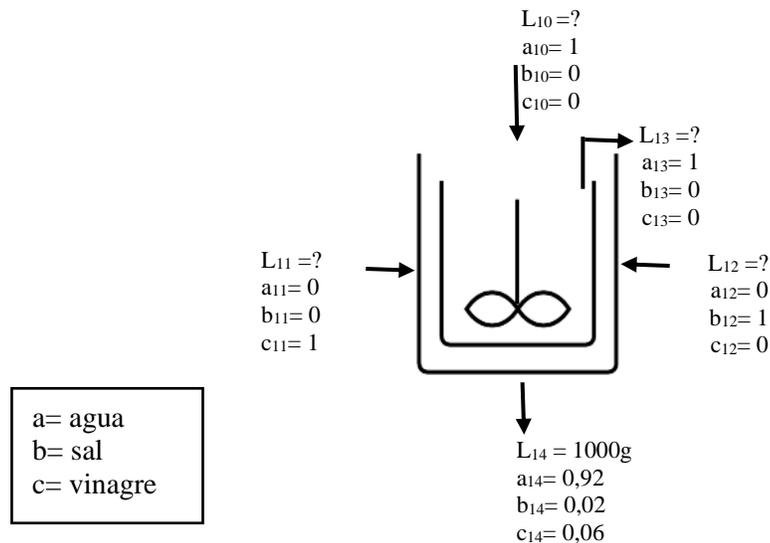
$$L_8 = 519,468 - 505,442g$$

$$L_8 = 14,02g$$

4.6.4 Balance de materia en la etapa de dosificación del líquido de cobertura

En la figura 4.15, se muestra la etapa de dosificación del líquido de cobertura para 0,998g de solución donde se tomaron en cuenta, la cantidad de agua, vinagre y sal para realizar el balance de materia.

Para calcular la cantidad de masa de agua es preciso considerar la densidad del agua a (20°C) que corresponde a 998.20kg/m³ (Valiente, 1994).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15: Etapa de dosificación del líquido de cobertura

- **Balance de materia general en la etapa de dosificación del líquido de cobertura**

$$L_{10} + L_{11} + L_{12} = L_{13} + L_{14} \quad \text{Ecuación 4.12}$$

- Balance parcial de materia para el componente sal

$$L_{10} b_{10} + L_{11} b_{11} + L_{12} b_{12} = L_{13} b_{13} + L_{14} b_{14} \quad \text{Ecuación 4.13}$$

$$L_{12} b_{12} = L_{14} b_{14}$$

$$L_{12} = \frac{L_{14} b_{14}}{b_{12}} = \frac{1000 * 0,02}{1}$$

$$L_{12} = 20g$$

- Balance parcial de materia para el componente vinagre

$$L_{10}c_{10} + L_{11}c_{11} + L_{12}c_{12} = L_{13}c_{13} + L_{14}c_{14}$$

$$L_{11}c_{11} = L_{14}c_{14}$$

$$L_{11} = \frac{L_{14}c_{14}}{c_{11}} = \frac{1000 \cdot 0,06}{1}$$

$$L_{11} = 60\text{g}$$

- Balance parcial para el vapor de agua

$$L_{10}a_{10} + L_{11}a_{11} + L_{12}a_{12} = L_{13}a_{13} + L_{14}a_{14}$$

$$L_{10}a_{10} = L_{13}a_{13} - L_{14}a_{14}$$

$$L_{10} = \frac{L_{13}a_{13} - L_{14}a_{14}}{a_{10}} = \frac{L_{10}(1) + 1000(0,92)}{1}$$

$$L_{10} = 920 L_{13}$$

Remplazando L_{13} en la ecuación 4.7

$$L_{13} + 60\text{g} + 20\text{g} = 920 L_{13} + 1000\text{g}$$

$$L_{13} = 159\text{g de vapor}$$

- Balance para el componente agua

$$L_{10} + L_{11} + L_{12} = L_{13} + L_{14}$$

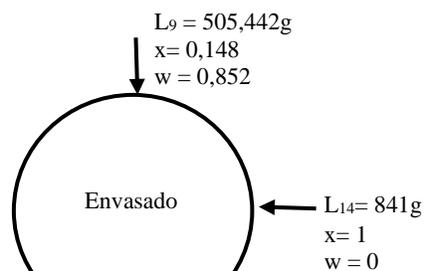
$$L_{10} = L_{13} + L_{14} - L_{11} - L_{12}$$

$$L_{10} = 1,06\text{g} + 1000\text{g} - 60\text{g} - 20\text{g}$$

$$L_{10} = 921,06\text{g}$$

4.6.5 Balance de materia en la etapa de envasado

En la figura 4.16 se muestra la etapa de envasado del producto, donde se tomó en cuenta la cantidad de huevitos de codorniz, el líquido de cobertura y frascos de vidrio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16: Etapa de envasado del producto final

- **Balance de materia general en la etapa de envasado del producto final**

$$L_9 + L_{14} = L_{15} \qquad \text{Ecuación 4.14}$$

- Despejando L_{15} de la ecuación 4.9

$$L_{15} = 505,44 + 841$$

$$L_{15} = 1346,44\text{g}$$

- Balance parcial de unidades de huevo por envase

Relación experimental: 10 a 12 = 11 huevos

Peso promedio del huevo: 11,4g

Peso de envase vacío: 142,79g

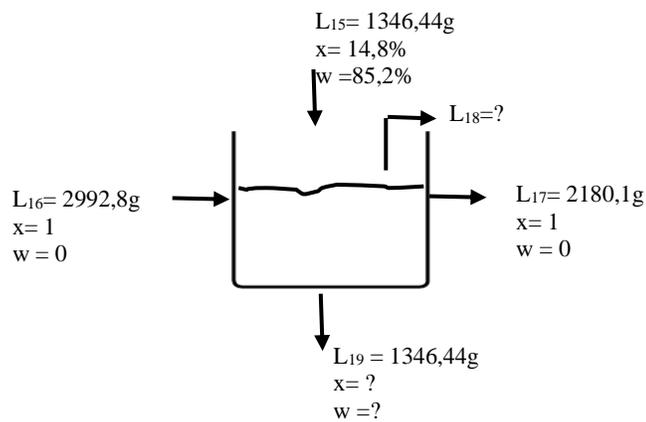
$$505,442\text{g} \frac{1 \text{ huevo}}{11,4 \text{ g}} = 44 \text{ huevos}$$

$$44 \text{ huevos} \frac{1 \text{ envase}}{11 \text{ huevos}} = 4 \text{ frascos}$$

$$\text{Rendimiento del líquido de cobertura} = \frac{841}{1000} * 100 = 84,1\%$$

4.6.6 Balance de materia en la etapa de esterilización del producto huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.17, se muestra la etapa de esterilización donde se tomó en cuenta el producto envasado



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.17: Etapa de esterilización de los huevitos de codorniz en escabeche

- **Balance de materia general en la etapa de esterilización de los huevitos de codorniz en escabeche**

$$L_{15} + L_{16} = L_{17} + L_{18} + L_{19} \quad \text{Ecuación 4.15}$$

- Balance parcial para el agua evaporada

$$L_{18} = L_{16}(1) - L_{17}(1)$$

$$L_{18} = 2992,8 - 2180,1\text{g}$$

$$L_{18} = 811,7\text{g de agua evaporada}$$

- Balance parcial para el componente agua

$$L_{15} x_{15} = L_{19} x_{19}$$

$$X_{19} = \frac{L_{15} x_{15}}{L_{19}} = \frac{1346,44 \times 0,148}{1346,44}$$

$$X_{19} = 0,148g$$

- Balance parcial para solidos totales

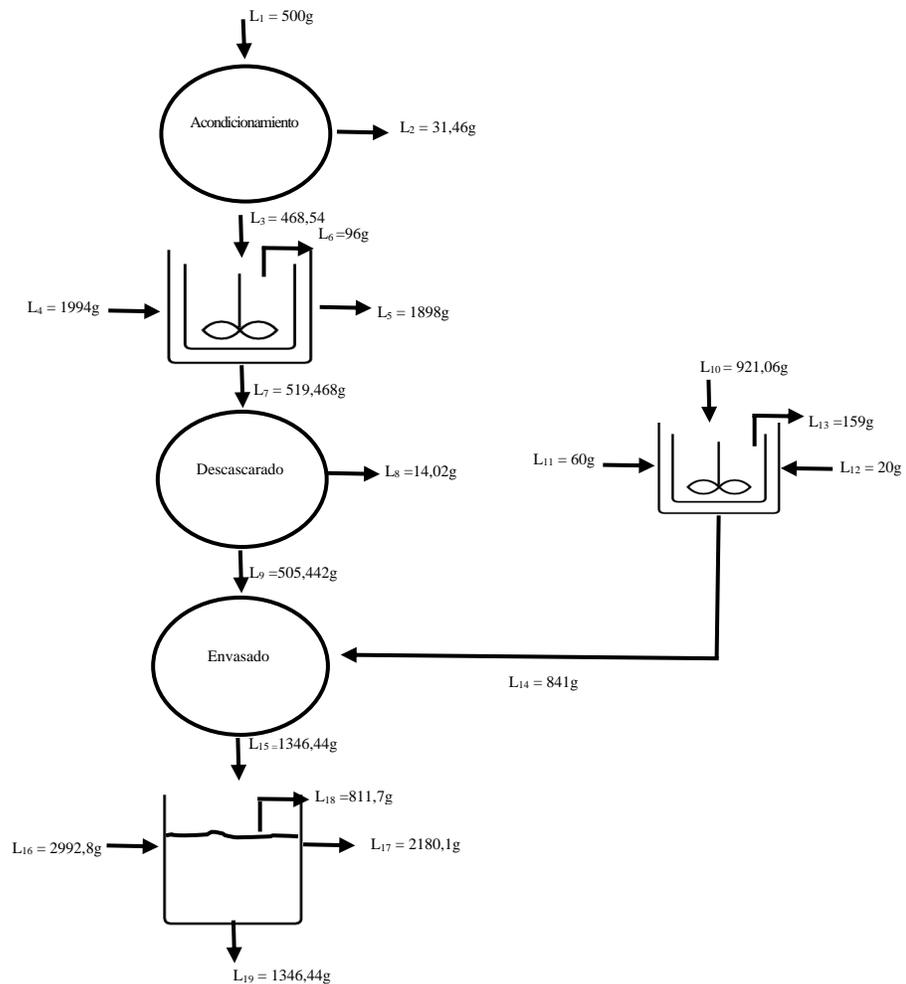
$$L_{15} W_{15} = L_{19} W_{19}$$

$$W_{19} = \frac{L_{15} W_{15}}{L_{19}} = \frac{1346,44 \times 0,852}{1346,44}$$

$$W_{19} = 0,852g$$

4.6.7 Resumen del balance de materia de huevitos de codorniz en escabeche

En la figura 4.18, se muestra el resumen del balance de materia de huevitos de codorniz en escabeche.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18: Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

4.7 Balance de energía para el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche

Para realizar el balance de energía en el proceso de elaboración de huevitos de codorniz en escabeche se tomó en cuenta las etapas de tratamiento térmico del huevo, preparación del líquido de cobertura y la esterilización del producto final.

Según (Barderas 1994), el balance de energía en equipos de transferencia de calor se detalla de la siguiente manera:

$$L1 (\epsilon c1 + V1 + PV1) + Q - L2(\epsilon p2 + \epsilon c2 + \mu 2 + PV2) = T + 2F + \frac{dv4}{d\theta}$$

$$L(U1 + PV1) + Q = L2(U2 + PV2)$$

$$L1(H1)Q - L2(H2) = 0$$

$$L1(H1 - H2) + Q = 0$$

$$-(L1(H1 - H2)) = -Q$$

$$Q = L1\Delta H$$

$$\Delta H = Cp\Delta H$$

$$Q = L1Cp\Delta T$$

Ecuación 4.16

Según (Gutiérrez, 2013), el principio de la conservación de la energía está dada por:

$$\int_0^Q dQ = mCp \int_{T1}^{T2} dT$$

$$Q = mCp (T_2 - T_1)$$

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

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

Ecuación 4.17

Según (Ramírez, 2000) para calcular el calor específico de un alimento toma en cuenta la siguiente ecuación:

$$C_p = (4,180 * a) + (1,711 * p) + (1,928 * g) + (1,547 * c) + (0,908 * \zeta)$$

Ecuación 4.18

Donde:

a = fracción másica del agua

p = fracción másica de la proteína

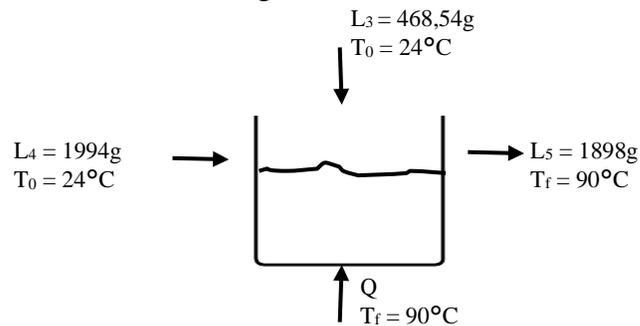
g = fracción másica de la grasa

c = fracción másica de carbohidratos

ζ = fracción másica de las cenizas

4.7.1 Balance de energía en la etapa de tratamiento térmico

En la figura 4.19, se muestra el balance de energía de la etapa de tratamiento térmico para realizar el balance de energía.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19: Balance de energía en la etapa de tratamiento térmico

El calor específico del huevo de codorniz, se calculó con la ecuación 4.18

$$C_{p_{\text{huevo}}} = (4,180 * 0,753) + (1,711 * 0,1525) + (1,928 * 0,1247) + (1,547 * 0,002) + (0,908 * 0,035)$$

$$C_{p_{\text{huevo}}} = 3,68 \frac{Kj}{Kg^{\circ}C} = 0,87 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

Para calcular la energía requerida para calentar el agua para el tratamiento térmico de los huevitos de codorniz, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{agua}}$$

Donde:

$$C_{p_{\text{agua}}} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \quad (\text{Barderas 1994})$$

$$\lambda_{\text{agua}} = 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \quad (\text{Barderas 1994})$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 0,14 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{agua}}$$

$$Q_{\text{agua}} = 1,99 \text{ kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (90-24)^\circ\text{C} + 0,09 \text{ kg} * 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{agua}} = 180,95 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = m_{\text{recipiente}} * C_{p_{\text{recipiente}}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 0,563 * 460 * (90-24)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 4,08 \text{ Kcal}$$

$$Q_{\text{huevo}} = m_{\text{huevo}} * C_{p_{\text{huevo}}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{huevo}} = 0,468 * 3420,10 * (90-24)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{huevo}} = 25,24 \text{ Kcal}$$

Para calcular el calor necesario para realizar el tratamiento térmico del huevo de codorniz se utilizó la ecuación 4.17

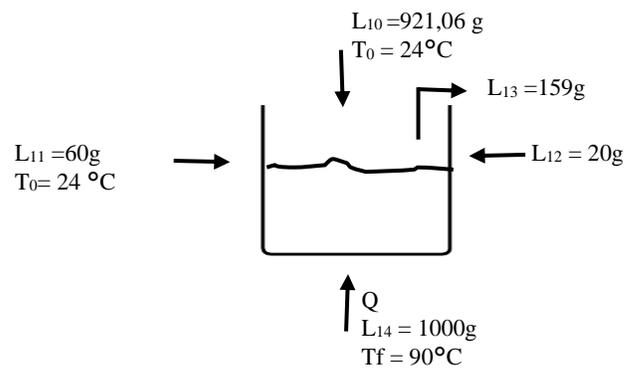
$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{agua}} + Q_{\text{huevo}}$$

$$Q_{\text{total}} = 4,08 \text{ kcal} + 175,52 \text{ kcal} + 25,24 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 210,27 \text{ kcal}$$

4.7.2 Balance de energía para la etapa de dosificación del líquido de cobertura

En la figura 4.20, se muestra el balance de energía de la etapa de dosificación del líquido de cobertura para realizar el balance de energía.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20: Balance de energía en la etapa de dosificación del líquido de cobertura

Para calcular la cantidad de energía requerida para calentar el agua en la dosificación del líquido de cobertura, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{agua}}$$

$$C_{p_{\text{agua}}} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda_{\text{agua}} = 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 0,15 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{agua}} = 0,92 \text{ kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (90-24)^\circ\text{C} + 0,15 \text{ kg} * 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{agua}} = 143,32\text{kcal}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = m_{\text{recipiente}} * C_{p\text{recipiente}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 0,55 * 460 * (90-24) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 3,99\text{kcal}$$

Para calcular el calor necesario para realizar la etapa de dosificación del líquido de cobertura se utilizó la ecuación 4.17

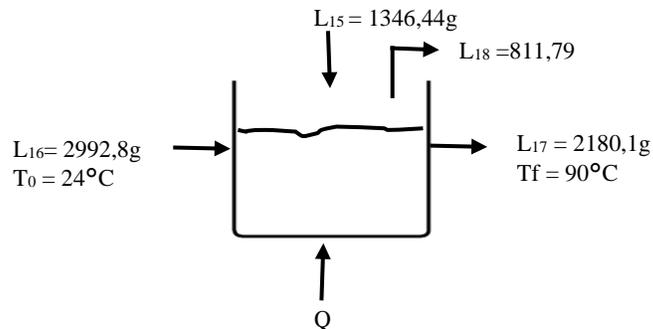
$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{agua}}$$

$$Q_{\text{total}} = 3,99\text{kcal} + 143,32\text{kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 147,31 \text{ kcal}$$

4.7.3 Balance de energía en la etapa de esterilización

En la figura 4.21, se muestra el balance de energía en la etapa de esterilización para realizar el balance de energía.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21: Balance de energía en la etapa de esterilización

El calor específico del líquido de cobertura se calculó con la ecuación 4.18

$$C_{p\text{liuido cobertura}} = (4,180 * 0,75) + (1255 * 0,06) + (1130 * 0,02) + (4,186 * 0,25)$$

$$C_{p\text{liuido cobertura}} = 102,86\text{kcal}$$

Para calcular la energía requerida para calentar el agua para la esterilización, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} * C_{p\text{agua}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{agua}}$$

$$C_{p\text{agua}} = 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

$$\lambda_{\text{agua}} = 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$m_{\text{agua evaporada}} = 0,81 \text{ kg}$$

$$Q_{\text{agua}} = 2,99 \text{ kg} * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (90-24)^\circ\text{C} + 0,81 \text{ kg} * 551,29 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_{\text{agua}} = 643,88 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = m_{\text{recipiente}} * C_{p\text{recipiente}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 0,62 * 460 * (90-24)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{recipiente}} = 7,34 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{frascos producto}} = m_{\text{frasco.pro}} * C_{p\text{frasco.pro}} * (T_2 - T_1) + m_{\text{liq.cobertura}} * C_{p\text{liq.cobertura}} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{frascos producto}} = 0,571 * 837 * 66 + 0,440 * 102,86 * 66$$

$$Q_{\text{frascos producto}} = 8,25 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{vapor}} = m_{\text{agua evaporada}} * \lambda_{\text{vapor}}$$

$$Q_{\text{vapor}} = 0,812 \text{ kcal} * 2260 \times 10^3$$

$$Q_{\text{vapor}} = 438,59 \text{ kcal}$$

Para calcular el calor necesario para realizar la etapa de pasteurización se utilizó la ecuación 4.17

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{agua}} + Q_{\text{frascosprod.}} + Q_{\text{vapor}}$$

$$Q_{\text{total}} = 7,34 \text{ kcal} + 643,88 \text{ kcal} + 8,25 \text{ kcal} + 438,59 \text{ kcal}$$

$$Q_{\text{total}} = 1098,06 \text{ kcal}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En base a los resultados fisicoquímicos del huevo de codorniz hervido se tiene que el contenido de ceniza total es de 1,35%; ausencia de fibra; grasa 12,47%; hidratos de carbono 0,20%; humedad 70,79%; proteína total 15,25%; pH 8,68 y valor energético 174,03 kcal/100g.
- En base a los análisis microbiológicos del huevo de codorniz hervido, se tiene que la presencia de escherichia coli $<1,0 \times 10^1$ y ausencia de salmonella P/A/25g.
- En base a los resultados obtenidos de las propiedades físicas del huevo de codorniz, se tiene que la altura promedio es de 33,28 mm; diámetro promedio 25,99 mm; peso promedio 11,4 g; porción comestible 89,23% y porción no comestible 10,77%.
- Realizado los distintos tiempos de tratamiento térmico al huevo de codorniz, se pudo determinar que a 4 y 5 minutos el huevo queda completamente cocido.
- Realizada las distintas dosificaciones para el líquido de cobertura, de acuerdo al pH más menos ácido se pudo determinar que los líquidos de cobertura con pH de 2.77 y 2.67 fueron los más aceptables.
- Realizada la evaluación sensorial para elegir la muestra prototipo se pudo determinar que la muestra C1 tiene mayor preferencia por los jueces en la mayoría de los atributos considerados; presentando valores promedios para los atributos sabor (4,2), acidez (4,1), color (3,9) y textura (3,9) en escala hedónica.
- De acuerdo al control de acidez y pH en el proceso de escabechado de los huevitos de codorniz con tratamiento térmico de 4 minutos se pudo evidenciar la variación de la acidez de la muestra C1 alcanzo una acidez (ácido acético 0,239); acidez (ácido oleico 0,944); pH líquido de cobertura (4,44) y pH del huevo (4,88) en 96 horas en comparación con el tratamiento térmico de 5 minutos alcanzo un valor de acidez (ácido acético 0,347); acidez (ácido oleico 1,085); pH líquido de

cobertura (4,90) y pH del huevo (4,81); indicando que en 96 horas existe variación de pH y acidez entre los tratamientos térmicos de 4 y 5 minutos.

- Realizado el diseño factorial 2^3 en la etapa en la etapa de dosificación del líquido de cobertura, se puede evidenciar que para las interacciones de los factores porcentaje de vinagre - tiempo, porcentaje de vinagre - porcentaje de sal, tiempo - porcentaje de sal y porcentaje de vinagre - tiempo - porcentaje de sal; no existe diferencia significativa; ya que $F_{cal} < F_{tab}$, se acepta la hipótesis planteada y se afirma que dichas interacciones no son significativas y no influyen en el proceso de dosificación del líquido de cobertura en la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche.
- En el control de pH y acidez del producto terminado se determinó el pH de huevo (4,79); pH del líquido de cobertura (4,85); acidez del huevo (ácido oleico 1,075) y acidez del líquido de cobertura (ácido acético 0,380).
- Realizada la evaluación sensorial del producto terminado de la muestra HEF se presentaron valores promedios para los atributos sabor (4,66), textura (4,46) y acidez (4,13).
- En base a los resultados fisicoquímicos de huevitos codorniz en escabeche se tiene ceniza 1,91 %; ausencia de fibra; grasa 11,86%; hidratos de carbono 0,44%; humedad 70,73%; proteína total 14,74% y valor energético 167,46 Kcal/100g.
- Según los resultados del análisis microbiológico de los huevitos de codorniz en escabeche, se tiene la presencia de *Escherichia coli* $<1,0 \times 10^1$ UFC/g y ausencia de *Salmonella* P/A/25g.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el tratamiento térmico del huevo de codorniz sea no más de 4 minutos, para evitar el oscurecimiento de la yema, ya que el tratamiento térmico afecta a la textura final del producto.

- Se recomienda realizar más trabajos de investigación del procesamiento y conservación de los huevitos de codorniz, ya que en Tarija se tiene una buena producción de los mismos, así como también se puedan valorar estos ya que es poco difundida en comparación con los huevos de gallina.
- Se recomienda la implementación de una planta piloto para la elaboración de huevitos de codorniz en escabeche, con la finalidad de contribuir al sector agroindustrial del departamento de Tarija.