

1.1 ANTECEDENTES

El huevo ha jugado siempre un papel importante en la cultura, tradición y celebraciones de muchos países, como símbolo de fecundidad, rejuvenecimiento y abundancia, al igual que por su forma, estructura y sabor, es valorado mundialmente por sus características gastronómicas, artísticas y constituyen un alimento habitual en la alimentación de los humanos. Se presentan protegidos por una cáscara y son ricos en proteínas y lípidos, siendo un alimento de fácil digestión.

Se consideraba al huevo un delicioso manjar y se colocaban éstos bellamente decorados en pedestales y era una costumbre comer varios huevos cocidos como un aperitivo antes del platillo principal. (Grajales, 2004)

Desde la antigüedad las personas han consumido los huevos provenientes de aves como la gallina (siendo los más consumidos actualmente), codorniz, pato, ganso, avestruz y también son comestibles los huevos de reptiles como las iguanas y las tortugas (tanto marinas como terrestres).

Los huevos empleados en el consumo humano son por regla general y en su gran mayoría no fertilizados.

Si bien es cierto que el huevo de codorniz es consumidos desde tiempos remotos su utilidad ha sido muy poco difundida, y se atribuía a uso de los nobles. En la actualidad su uso está muy apetecido en prácticamente todo el mundo, a pesar de su pequeño tamaño, como una exquisitez culinaria, por su alto contenido en vitaminas y minerales, su porcentaje menor en colesterol y su valor nutritivo más elevado que el de los huevos de gallina (ver tabla2.1). (Garnica, 2009)

En Bolivia las mayores granjas de producción de estos productos se encuentran en Cochabamba y Santa Cruz, donde se crían más de 150,000 de estas aves.

Para la cría de esta ave son necesarias una serie de condiciones climáticas, de luz (especialmente por la mañana) y de bienestar físico. Así la temperatura idónea para

esta especie oscila entre los 18 y 30 °C, con ambiente seco, resultando muy sensible a las bajas temperaturas. (Cusicanqui, 2013)

Los huevos se pueden consumir de diferente maneras ya sean pasados por agua (sólo se cuece la clara), escalfados (cocidos sin cáscara en un líquido hirviente), revueltos (fritos en sartén removiéndolos con otros productos), estrellados (fritos en aceite), en tortilla (mezclando clara y yema), crudos (se toman perforando un pequeño orificio en la cáscara), cocidos, en salmuera, encurtidos, etc. Pero además los huevos forman la base de algunas preparaciones culinarias básicas como: salsas, pastas, en la cocina, repostería, etc., debido en parte a la capacidad de coagulación, ayuda a la formación de las masas y la preparación de merengues y otros postres con espuma de huevo que se obtiene batiendo las claras. (Gartzia, 2013)

Cuando hablamos de huevos cocidos o “huevo duro” es aquél que mantiene su cáscara íntegra durante la cocción en una salmuera o agua hirviendo hasta que el interior ya no es húmedo o pegajoso volviéndose completamente solidificado, de aquí viene la expresión ‘huevo duro’. Los huevos duros se utilizan para hacer ensaladas, huevos rellenos y para adornar diferentes platos. (Arnezquita, 2011)

Una de las maneras más populares de alargar su vida útil, es someterlos a un proceso denominado encurtido es el nombre que se da a los alimentos que han sido sumergidos en una solución de sal, y la característica que permite la conservación es el medio ácido del vinagre que posee un pH menor de 4.6 y es suficiente para matar la mayor parte de las bacterias patógenas (son aquéllas que producen enfermedades). El encurtido permite conservar los alimentos durante meses. Se suele añadir hierbas y sustancias antimicrobianas tales como la pimienta, el ajo, la canela, clavos de olor, laurel, etc. (BEDRI, 2003)

1.2 JUSTIFICACIÓN

- *Debido a la producción de huevos de codorniz en nuestro departamento se pretende aprovechar la materia prima necesaria para la elaboración de este producto.*
- *Con este producto (huevos de codorniz en conserva), se permitirá conservar y prolongar la vida útil de esta materia prima perecedera.*
- *Con la utilización de técnicas aplicadas se pretende ofrecer un producto derivado del huevo, usando además especias que otorgarán sabores y aromas peculiares a este alimento que hasta ahora sólo se consume de manera natural y sin procesamiento.*
- *Se pretende promover el consumo de este producto tanto como su materia prima, como sustituto al consumo elevado de huevos de gallina, por poseer porcentajes mayores de vitaminas y minerales en comparación a estos últimos.*
- *Debido a la falta de difusión e información acerca del contenido nutritivo y las bondades que poseen los huevos de codorniz, como prevenir la anemia en niños, por su contenido en vitamina B2, son útiles para mejorar problemas nerviosos como el insomnio, la ansiedad o el estrés, además de muchos otros beneficios que se pretende dar a conocer con este trabajo.*
- *Este trabajo servirá para abrir las puertas a la investigación de materia primas como el huevo, ya que en nuestra carrera existe poca información acerca de sus propiedades fisicoquímicas y sus derivados.*

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos planteados para el trabajo de investigación, se detallan a continuación:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

- *Elaborar encurtido de huevos de codorniz aplicando técnicas de conservación, con la finalidad de prolongar el tiempo de vida útil y su valor nutritivo, para ser utilizado como un complemento alimentario.*

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Determinar las características fisicoquímicas del huevo de codorniz, con la finalidad de conocer su composición.*
- *Identificar el tiempo óptimo para efectuar la operación de cocción con el propósito de adquirir la consistencia adecuada del huevo para obtener un buen producto.*
- *Identificar las variables que interfieren en la preparación del líquido de cobertura, con la finalidad de conocer su importancia en el proceso de elaboración del encurtido de huevos de codorniz.*
- *Realizar los balances de materia y energía durante el proceso de elaboración, para identificar las corrientes de entrada y salida.*
- *Determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del producto terminado con el propósito de garantizar la calidad nutricional.*
- *Realizar el análisis organoléptico, con la finalidad de conocer el grado de aceptabilidad del producto terminado.*

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Se logrará obtener un encurtido de huevos de codorniz, aplicando técnicas de conservación, con propiedades nutricionales y organolépticas aceptables para el consumidor y así aprovechar el producto para difundir las bondades de este alimento y de su materia prima?

1.5 HIPÓTESIS

Aplicando técnicas de conservación se podrá obtener un encurtido de huevos de codorniz con propiedades nutricionales y organolépticas aceptables para el consumidor, demostradas mediante una evaluación sensorial y los respectivos análisis fisicoquímicos.

2.1 LA CODORNIZ

La codorniz pertenece al orden de las gallináceas, familia de las fasiánidas y al género coturnix. Dentro de las variedades que se explotan comercialmente se encuentran la coturnix var. coturnix o codorniz europea, coturnix var. japónica o codorniz japonesa y coturnix var. pharaoh.

Esta ave (tanto salvaje como japónica) anida en las zonas cálidas de todos los continentes, desde las Islas británicas hasta Japón, pasando por territorios insulares del mediterráneo, noroeste africano e islas del atlántico oriental. Actualmente cuentan con una elevada producción de codornices ciertos países sudamericanos en los que se dan excelentes condiciones ambientales para el desarrollo de estas aves.

La explotación coturnícola, en cuanto a huevo, se centra en la coturnix var. japónica, también llamada codorniz doméstica, asiática, rey o del este. (Pérez, 2004)

La codorniz es una ave pequeña, casi en estado semidoméstico, se cría en el campo le gusta la libertad, su peso varía entre 120 a 200 gr, llega a medir entre los 16 y 20 cm de altura, con cuerpo redondeado (machos más corpulentos), alas largas y puntiagudas que le permiten levantar el vuelo con rapidez ante cualquier amenaza, aunque normalmente son vuelos cortos para dejarse caer a cierta distancia y ocultarse entre las plantas.

Las tonalidades que predominan en su plumaje son los pardos con franjas ocreas haciéndola prácticamente invisible en su habitat natural. La única diferencia que se puede apreciar entre machos y hembras en este sentido es que los primeros poseen una mancha o ancla en la garganta de color negro sobre fondo claro y las segundas no. La cola posee una tonalidad más oscura que el resto del cuerpo, con borde estrecho y barras en tonos beige.

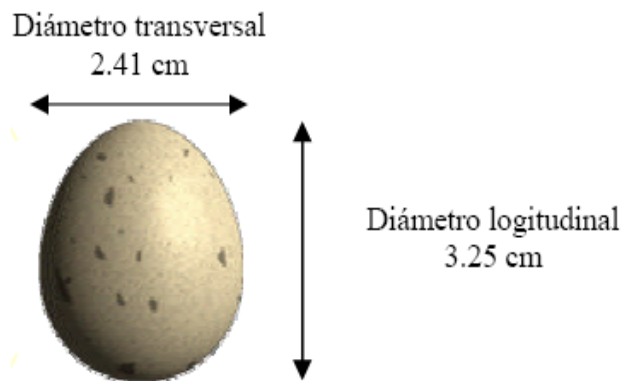
Su desarrollo es uno de los más precoces de todas las aves, ya que alcanzan su madurez sexual transcurridos 35– 42 días para los machos y 40 días para las

hembras, poniendo estas últimas un huevo cada 22 horas, alcanzando una postura anual de 290 huevos como mínimo. (Hora Buena, 2011)

2.2 HUEVO

El huevo de codorniz es ovoide, en el 80 % de los casos, dando excepciones alargadas, redondeadas o tubulares, las dimensiones son de un diámetro longitudinal de 3,14, con una desviación típica de 0,12; diámetro transversal de 2,41 con desviación de 0,24, como se muestra en la figura 2.1.

Figura 2.1
Dimensiones y forma típica del huevo de codorniz



Fuente: Pérez, 2004

El peso ofrece grandes oscilaciones que van de 2 a 15 gr. Siendo el normal de 10 gr, es importante para determinar las posibilidades de incubación. Está relacionado con el grosor de la cáscara y resistencia a la rotura.

La densidad del huevo también es importante para decidir su condición de incubabilidad y la edad, ya que la densidad disminuye entre los 10 y 21 días que siguen a la puesta en una proporción de 0,015 a 0,020 de la densidad total. También puede haber variabilidad por los factores climáticos.

El color del huevo de codorniz depende del material pigmentario segregado por el tejido glandular situado en las proximidades de la pseudovagina o segmento terminal del oviducto. La pigmentación corresponde a una película que integra la cutícula de la cáscara, reflejándose en la codorniz por manchas de color marrón oscuro distribuidas homogéneamente por toda la superficie del huevo. (Pérez, 2004)

2.2.1 ESTRUCTURA

La estructura del huevo de codorniz, en términos generales, es la misma que en el huevo de gallina, en la tabla 2.1, se puede observar la comparación entre sus composiciones:

Tabla 2.1
Análisis comparativo de los componentes estructurales del huevo de gallina y codorniz

COMPOSICIÓN	GALLINA	CODORNIZ
Peso promedio (g)	67,8	11,4
Porción comestible (%)	88,4	88,59
Cáscara (%)	11,5	11,41
Yema (%)	29,1	42,98
Clara (%)	59,3	45,61

Fuente: Pérez, 2004

La cáscara limita físicamente el contenido del huevo del ambiente que lo rodea y constituye una barrera protectora contra la penetración de microorganismos; se divide en cutícula, cáscara propiamente dicha y membranas.

La cutícula es un poco soluble en agua, posee una estructura parecida a la del colágeno, se encuentra atravesada por una infinidad de poros y está compuesta aproximadamente de 90 % de proteína; entre los aminoácidos que la componen se encuentran la glicina, lisina, cistina y tirosina.

La cáscara o estrato calcáreo, limitada exteriormente por la cutícula e interiormente por las membranas, está compuesta principalmente por cristales de carbonato de calcio. Es muy poroso y permeable al aire, lo que permite la evaporación de la parte acuosa del huevo y el intercambio gaseoso, por lo que durante el almacenamiento del

huevo el volumen de la cámara de aire formada entre la cáscara y las membranas aumenta, lo que constituye un indicio de menor frescura.

Las membranas se clasifican en interna, compuesta principalmente de mucina, y externa, unida a la cáscara mediante la penetración de sus fibras en la misma.

La yema consiste en una dispersión de partículas en una fase acuosa o plasma, sus componentes mayoritarios son proteínas y lípidos, existiendo cantidades menores de carbohidratos y minerales. Contiene la mayoría de los lípidos del huevo, siendo éstos esencialmente triglicéridos y fosfolípidos. La intensidad del color de la yema depende del contenido de carotenoides, lo cual está relacionado con la alimentación de la codorniz.

La clara está constituida por cuatro capas distintas: externa fluida, densa, interna fluida y chalazas. La proporción de cada una de estas capas es variable, atribuyéndose esto a la raza, condiciones ambientales, tamaño del huevo y nivel de producción. El constituyente mayoritario de las distintas capas es el agua, descendiendo ligeramente su contenido desde las externas hacia las internas. (Pérez, 2004)

2.2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HUEVO

El huevo de codorniz contiene una gran cantidad de proteínas, así como un elevado contenido en minerales como se muestra en la tabla 2.2:

Tabla 2.2
Análisis comparativo entre la composición química del huevo de codorniz y gallina

Por 100 g de porción comestible		
	Gallina	Codorniz
Agua (%)	75,30	74,40
Proteína (%)	12,50	13,10
Lípidos totales (%)	10,00	11,00
Cenizas (%)	0,94	1,11
Fósforo (mg)	178,00	226,00
Sodio (mg)	126,00	141,00
Potasio (mg)	121,00	132,00
Calcio (mg)	49,00	64,00
Magnesio (mg)	10,00	12,50
Hierro (mg)	2,20	3,65

Fuente: Pérez, 2004

En cuanto a la composición proteica del huevo de codorniz, se observa en el cuadro un mayor valor biológico de su proteína con respecto al huevo de gallina, debido a esto, su alta calidad, se presenta como un buen alimento e ingrediente funcional.

2.2.2.1 PROTEÍNAS

La cantidad de proteínas de los huevos de codorniz, es de 13,05 g. por cada 100 gramos. Las proteínas que tienen los huevos de codorniz, son útiles y necesarias para mantener nuestros músculos ya que sin un aporte adecuado de proteínas, como las que proporciona el consumo de huevos de codorniz, nuestra masa muscular se debilitaría y reduciría paulatinamente.

Las proteínas de los huevos de codorniz se descomponen en aminoácidos en nuestro organismo para su asimilación.

Las proteínas que el cuerpo sintetiza, además de ser útiles para la creación de nueva masa muscular, también intervienen en funciones fisiológicas sin las cuales, nuestro organismo no podría subsistir.(ALIMENTOS.ORG)

Las proteínas de este alimento, están formadas por aminoácidos como ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, arginina, cistina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptófano y valina, los cuales se muestran la tabla 2.3:

Tabla 2.3
Aminoácidos de los huevos de codorniz

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	1255 mg	Leucina	1111 mg
Ácido glutámico	1612 mg	Lisina	854 mg
Alanina	739 mg	Metionina	408 mg
Arginina	810 mg	Prolina	502 mg
Cistina	301 mg	Serina	962 mg
Fenilalanina	714 mg	Tirosina	526 mg
Glicina	421 mg	Treonina	621 mg
Histidina	305 mg	Triptófano	203 mg
Isoleucina	791 mg	Valina	911 mg

Fuente: ALIMENTOS.ORG

2.2.3 VALOR NUTRICIONAL

Las proporciones de los nutrientes de los huevos de codorniz pueden variar según el tipo y la cantidad de alimento, además de otros factores que puedan intervenir en la modificación de sus nutrientes que aportan los huevos de codorniz a nuestro organismo.

Por su relevante aporte de proteínas, los huevos de codorniz son idóneos para el adecuado crecimiento y desarrollo del organismo, favoreciendo las funciones estructural, inmunológica, enzimática (acelerando las reacciones químicas), homeostática (colaborando al mantenimiento del pH) y protectora-defensiva.

Por otra parte, la riqueza mineral del huevo de codorniz es completísima y contiene gran variedad de factores vitamínicos los cuales se destacan en la tabla 2.4:

Tabla 2.4
Aporte nutricional medio (en 100 gr)

MINERALES	VITAMINAS
Calcio: 64,00 mg	<i>Vitamina A: 90,00 µg</i>
Hierro: 3,65 mg	<i>Vitamina B1: 0,43 mg</i>
Yodo: 13,00 µg	<i>Vitamina B2: 0,79 mg</i>
Magnesio: 13,00 mg	<i>Vitamina B3: 3,53 mg</i>
Potasio: 132,00 mg	<i>Vitamina B5: 1.76 µg</i>
Fósforo: 226,00 mg	<i>Vitamina B6: 0,15 mg</i>
Zinc: 1,47 mg	<i>Vitamina B9: 66,00 µg</i>
Sodio: 141,00 mg	<i>Vitamina B12: 1,58 µg</i>
Selenio: 32,00 µg	<i>Vitamina D: 5,07 µg</i>
AGS: 3,07 g	<i>Vitamina E: 0,74 µg</i>
AGM: 4,90 g	<i>Vitamina K : 0.30 µg</i>
AGP: 1,27 g	

Fuente: www.saludybuenosalimentos.es

2.2.4 BENEFICIOS

Los huevos de codorniz tienen un alto contenido en vitaminas y minerales como ya se ha detallado anteriormente. A pesar de su pequeño tamaño, se ha demostrado que su aporte nutricional es mayor que el de los huevos de gallina. Es por eso que el consumo regular de huevos de codorniz nos ayuda en la lucha contra muchas enfermedades.

Constituyen una fuente natural de vitamina B2 o riboflavina, lo que favorece la actividad oxigenadora intercelular, mejorando el estado de las células del sistema nervioso y colaborando en la regeneración de tejidos como piel, cabello, uñas y mucosas, y de forma especial en la integridad de la córnea, contribuyendo de esta manera a mejorar la salud visual. Esta vitamina interviene además en la transformación de los alimentos en energía, y complementa a la vitamina E en su

actividad antioxidante, y a las vitaminas B3 y B6 en la producción de glóbulos rojos, ayudando a mantener el sistema inmune en buen estado.

La vitamina B5 o ácidopantoténico, que se encuentra de forma abundante en los huevos de codorniz hace que este alimento sea útil para combatir el estrés y las migrañas. También hace de éste un alimento recomendable para reducir el exceso de colesterol.

El contenido de ácidos grasos convierten a los huevos de codorniz en una fuente de energía que ayudará a regular la temperatura corporal, a envolver y proteger órganos vitales como el corazón y los riñones, y a transportar las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) facilitando así su absorción. La grasa resulta imprescindible para la formación de determinadas hormonas y suministra ácidos grasos esenciales que el organismo no puede sintetizar y que ha de obtener necesariamente de la alimentación diaria. A pesar de ello, conviene controlar la ingesta de alimentos ricos en grasa puesto que el cuerpo almacena la que no necesita, lo que ocasiona incrementos de peso indeseados y subidas de los niveles de colesterol y triglicéridos en la sangre.

Por ser un alimento rico en hierro (necesario para la síntesis de hemoglobina), los huevos de codorniz colaboran en la renovación de las células sanguíneas, posibilitando el transporte de oxígeno desde los pulmones hacia los diferentes órganos, como los músculos, el hígado, el corazón o el cerebro, siendo el hierro indispensable en determinadas funciones de este último, como la capacidad de aprendizaje. El hierro también incrementa la resistencia ante enfermedades reforzando las defensas frente a los microorganismos, previene estados de fatiga o anemia, y sin él no podrían funcionar el sistema nervioso central, el control de la temperatura corporal o la glándula tiroides, siendo además saludable para la piel, el cabello y las uñas. Este alimento resulta muy beneficioso para el organismo en situaciones de carencia de hierro, ya sean como consecuencia de hábitos

alimenticios inadecuados, durante la menstruación o el embarazo, o tras accidentes u operaciones médicas donde se ha perdido sangre.

Por la presencia de yodo entre sus nutrientes, los huevos de codorniz favorecen el funcionamiento de los tejidos nerviosos y musculares, así como el sistema circulatorio. Además, el yodo, colabora en el metabolismo de otros nutrientes, y juega un papel esencial en el adecuado desarrollo de la glándula tiroidea.

Debido al aporte de fósforo, los huevos de codorniz contribuyen a la mejora de determinadas funciones de nuestro organismo como la formación y desarrollo de huesos y dientes, la secreción de leche materna, la división y metabolismo celular o la formación de tejidos musculares. La presencia de fósforo (en forma de fosfolípidos) en las membranas celulares del cerebro es fundamental, favoreciendo la comunicación entre sus células, mejorando de esta manera el rendimiento intelectual y la memoria. (ALIMENTOS.ORG)

2.3 VINAGRE

La palabra vinagre procede etimológicamente del latín “vinumacre”, de la que deriva la locución francesa “vinaigre” equivalente al vino agrio, pero este término no queda limitado sólo al derivado del vino, sino que puede ser utilizado para el producto derivado de cualquier fuente sometida a una fermentación acética. (Girón, 2007)

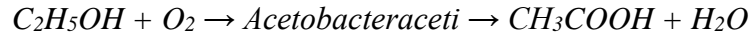
El vinagre es un líquido miscible en agua, con sabor agrio y astringente que se produce por la fermentación ácida del vino o líquidos azucarados, transformándose el azúcar en alcohol y éste en ácido acético, la acción del aire sobre el alcohol diluido en agua produce también vinagre. (Durán, 1964)

El proceso de obtención del vinagre conlleva dos fermentaciones diferentes:

- 1) La fermentación alcohólica:** *las levaduras presentes en el aire o en la fruta transforman los azúcares en alcohol.*

2) *La fermentación acética: las “Acetobacteraceti” convierten el alcohol en ácido acético.*

El cambio que ocurre es descrito generalmente por la ecuación:



Durante esta transformación deben existir las condiciones apropiadas de acidez, pH, concentración del alcohol y nutriente. Cuando se produce la actividad de las bacterias se forma una piel en la superficie exterior del vino con la intención de ir tomando el oxígeno del aire y convertir el alcohol en vinagre, el fin del proceso resulta cuando ya no hay una concentración alta de alcohol en el vino.

Contiene una concentración que va de 3 al 5 % de ácido acético en agua. Los vinagres naturales también contienen pequeñas cantidades de ácido tartárico y ácido cítrico. (Girón, 2007)

2.3.1 VARIEDADES

El vinagre se puede obtener de cualquier sustrato susceptible a una fermentación acética, dependiendo de la fuente de la que provienen existen diferentes tipos de vinagre, a continuación se nombran sólo algunos de ellos:

2.3.1.1 VINAGRE DE VINO

Se denomina así al más corriente de todos los vinagres, así como el de mayor consumo y producción mundial. Este vinagre procedente de la fermentación ácida de las diferentes variedades de vino.

2.3.1.2 VINAGRE BLANCO

Es un vinagre obtenido de la fermentación del alcohol puro de caña de azúcar. Es la variante más fuerte de todas, por lo cual se expende reducido con agua al 10 ó 5 %. Aún cuando se puede emplear como aderezo, se utiliza mayormente como resaltador

de los colores vivos en las telas (para evitar que se destiñan), o bien como producto de limpieza doméstica.

2.3.1.3 ACETO BALSÁMICO

El más conocido de los acetos es el acetobalsámico di Modena. Es un tipo de vinagre de origen italiano procedente de la región de Emilia-Romaña y sobre todo de la ciudad que le da nombre, Módena. Dentro de sus características se encuentran las de poseer un sabor fuerte, de color oscuro y aromas ligeramentes dulces. Se madura durante al menos doce años en toneles de diferentes maderas. Se emplea mucho en vinagretas. Es recomendable sólo añadir unas gotas a la salsa para aliñar.

2.3.1.4 VINAGRE DE JEREZ

La obtención de este vinagre se vincula a la producción de los vinos del Marco de Jerez. El vinagre se elabora exclusivamente a partir de la fermentación acética de estos vinos, el sabor de este vinagre es más fuerte que el de vino. El color resultante de este vinagre es caoba oscuro, algo concentrado y de aromas generosos, es ideal para consumirse en vinagretas y aliños de ensaladas así como saborizante de diferentes alimentos.

2.3.1.5 VINAGRE DE MANZANA

El vinagre de manzana es un tipo de vinagre elaborado de la fermentación de los azúcares, bien sea del zumo de manzana, bien de sidra. La fermentación aeróbica suele convertirse bien en ácido málico o ácido acético. El ácido málico es el que le proporciona el valor y aroma característico de este vinagre. El vinagre de manzana posee cualidades tanto culinarias, como medicinales y es menos ácido, es decir posee un pH mayor.

El vinagre y lo más comúnmente, ácido acético, se emplea de forma tradicional en numerosas preparaciones, principalmente junto con el aceite para aliñar verduras y vegetales en las ensaladas, es una pieza clave en los escabeches, los marinados y los encurtidos, se emplea en éstos como un conservante ya que retrasa los efectos de la putrefacción alimenticia. (Bonet, 2009)

El ácido acético tiene como papel, disminuir el pH utilizando concentraciones de 2 a 3 %, permite ajustar el pH de forma que se eliminen los peligros de los gérmenes patógenos, algunos de ellos se muestran en la tabla 2.4.

Tabla 2.5
pH de inhibición de bacterias patógenas

Bacteria	pH
<i>Salmonellas</i>	4,5
<i>Clostridium Botulinum</i>	4,3
<i>Stafilococcus Aerobio</i>	4,8
<i>Stafilococcus Anaerobio</i>	5,5

Fuente: *Aditivos en la Industria Alimentaria*

2.4 SAL

El cloruro de sodio (NaCl), también llamado sal comúnes blanca, cristalina y muy soluble en agua, se presenta en forma de cristales cúbicos bien determinados y es el condimento más utilizado de todos. Lo utilizamos al preparar todos los platos, excepto los postres.

En su estado puro es una de las sustancias más abundantes en la naturaleza, tanto en depósitos que antiguamente fueron ocupados por mares, y cuya evaporación en edades geológicas pasadas dio lugar a grandes depósitos de sal cristalizada, como en el océano actual, donde aparece concentrada en un 2,6 % aproximadamente. El agua de los lagos salados supera esta proporción. (Baldeon, 2008)

Es un producto necesario en la alimentación, pues el cloro y el sodio son indispensables en la vida humana y el cloruro de sodio satisface muy bien esa necesidad, tiene muchos usos directos en sustancia como ser: en la alimentación del hombre y de los animales, para evitar los calambres de calor y para otros fines médicos. También se usa mucho para conservar y sazonar alimentos como en el curado de la carne de cerdo y otras carnes, en el curado de pescados, para hacer col fermentada y encurtidos, para enlatar carnes y legumbres, en panaderías y muchos otros usos domésticos. (ANFE, 2010)

2.5 AZÚCAR

La sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), o azúcar común, es un disacárido formado por dos monosacáridos (glucosa y fructosa). El cristal de sacarosa es transparente, el color blanco, es causado por la múltiple difracción de la luz en un grupo de cristales, tiene como función principal en el organismo humano ayudar en la generación de energía.

En la naturaleza se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera. (PREZI, 2013)

El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos, es un carbohidrato dulce que sabe bien y hace que los alimentos sean más sabrosos. Tiene muchísimas utilidades en nuestra alimentación, que van desde endulzar un café, un vaso de leche, un zumo a preparar postres, repostería, mermeladas, dulces, conservas, etc., el azúcar es muy utilizada en la industria alimentaria. (EURORESIDENTES)

2.6 ESPECIAS

Las especias son aromatizantes de origen vegetal. El término especia suele aplicarse a las partes duras, como semillas y cortezas, de las plantas aromáticas. También reciben el nombre de especias numerosas hierbas, que son en realidad las hojas fragantes de plantas herbáceas. (BOTANICAL, 1999)

2.6.1 LAUREL

Esta planta tan conocida sobre todo en el Mediterráneo, se ha cultivado en el norte de Europa desde siempre.

El sabor y el aroma del laurel son básicamente balsámicos con un toque de fresco, dulce y picante. Se usan en adobos con vinagre, porque así se suaviza el sabor.

En la cocina se utiliza mucho en: adobos de pescados azules, marinadas, verduras en vinagre, ramitos de hierbas para caldos, posee propiedades estimulantes del aparato digestivo, antiespasmódicas, hepáticas, expectorantes, reguladoras de la menstruación, diuréticas, antirreumáticas y dermatológicas. (EURORESIDENTES)

2.6.2 PIMIENTA

La Pimienta es originaria de la India y se cultiva en zonas tropicales de Asia.

*Esta planta es de la familia de las Piperáceas, es un árbol trepador que crece en zonas tropicales húmedas. Los granos de pimienta son las bayas del árbol *Pipernigrum* según el tratamiento que se le da al grano al recogerlo, se obtiene una clase distinta de pimienta.*

La más suave es la rosa, que se utiliza para ensaladas, es aromática, muy decorativa y no pica. Se puede masticar tranquilamente.

La verde es parecida a la rosa, aromática, pica un poco y se puede masticar también. Se utiliza para preparar salsas para carnes, guisos, estofados.

La negra es la más picante de todas, seguida de la blanca. Esta última, se utiliza molida para preparar salsas suaves, guisos de pescados, arroces, verduras. Los granos de pimienta negra se suelen utilizar, para preparar adobos, encurtidos, marinadas, estofados, guisos.(EURORESIDENTES)

2.7 EFECTOS DE LAS OPERACIONES APLICADAS

Los encurtidos son los alimentos donde la materia prima puede someterse a una fermentación ácido-láctica o bien no fermentarse y son sumergidos por un tiempo determinado en alguna disolución de vinagre y sal, el objetivo de esto es que se pueda extender la vida del alimento a un tiempo determinado, la composición del huevo como las proteínas pueden sufrir cambios físicos con la adición de algunos ingredientes, la variación de las variables que afectan en la aplicación de las diferentes operaciones previas y después del envasado.

2.7.1 LA TEMPERATURA DURANTE LA COCCIÓN

Durante la cocción de la materia prima para elaborar encurtidos, a diferencia de las hortalizas a las que se aplica el escaldado con el objetivo de ablandarlas para una mejor transferencia de los compuestos del líquido de cobertura; para la elaboración de huevos encurtidos, tiene el propósito de solidificar las proteínas del huevo para conservar su forma y obtener una mejor presentación del producto.

Las proteínas no sólo son fuente de aminoácidos, sino que, debido a su naturaleza polimérica, su presencia influye en las características de textura de un alimento, haciendo que éste sea más aceptado por el consumidor. La apariencia, tamaño, forma, textura, consistencia y palatabilidad son características físicas importantes en el producto final y la aplicación de temperaturas elevadas influye directamente en estas características.

2.7.1.1 DESNATURALIZACIÓN DE PROTEÍNAS

La desnaturalización de las moléculas de proteína por el efecto del calor implica la pérdida de las propiedades funcionales como solubilidad, hidratación dando lugar a propiedades como gelificación, coagulación, dureza, etc.

Cuando la temperatura es elevada aumenta la energía cinética de las moléculas con lo que se desorganiza la envoltura acuosa de las proteínas, y se desnaturalizan.

Asimismo, un aumento de la temperatura destruye las interacciones débiles y desorganiza la estructura de la proteína, de forma que el interior hidrofóbico interacciona con el medio acuoso y se produce la agregación y precipitación de la proteína desnaturalizada. (González)

2.7.2 EL LÍQUIDO DE COBERTURA

El líquido de cobertura consiste en una disolución de vinagre, sal y azúcar en agua y otras especias. Su añadido, a los envases con el producto, se realiza por medio de una dosificadora volumétrica que se alimenta de un depósito en el cual se formula. (BEDRI, 2003)

La adición del líquido de cobertura cumple entre otros los siguientes objetivos:

- *Mejorar la transferencia de calor a las porciones sólidas del alimento.*
- *Mejorar el sabor y la aceptabilidad del alimento, así como contribuir a su conservación.*
- *Actuar como medio de distribución para otros componentes (especias, aditivos, etc.).*

2.7.2.1 EFECTOS DEL AZÚCAR

El objetivo de añadir el azúcar en el líquido de cobertura es para bajar la sensación de acidez del vinagre utilizado, de manera que se obtenga una solución menos ácida y sea más agradable al paladar del consumidor. (Colquichagua, 1998)

2.7.2.2 EFECTO DE LAS ESPECIAS

Cualquier vinagre se puede aromatizar o condimentar con hierbas aromáticas (romero, menta, albahaca), especias (ajo, pimienta), etc. El resultado es un vinagre aromatizado que da un toque especial a los alimentos. (EROSKI, 2009)

Además de aromatizar y mejorar el sabor de los alimentos, ayudan a su conservación ya que poseen sustancias antimicrobianas que junto con el vinagre potencializan el efecto conservador del producto. (BOTANICAL, 1999)

2.7.3 EFECTO DEL VINAGRE DURANTE EL ENCURTIDO

El vinagre es uno de los condimentos más usados en la cocina ya que proporciona a los alimentos a los que se les adiciona un sabor y un aroma particular. También se viene usando desde la antigüedad, tanto en la cocina como en la industria alimentaria, como excelente conservante ya que impide la proliferación de microorganismos, aumentando así la vida útil del alimento. (BEDRI, 2003)

Cuando tenemos dos medios líquidos (con diferente concentración de sales) separados por una membrana semipermeable, el agua es capaz de atravesar dicha membrana desde el lado con menos sales al más salino, para intentar igualar la concentración a ambos lados.

Por debajo de la cáscara del huevo existe una membrana que separa la clara de la cáscara. Es una membrana semipermeable, que deja pasar agua del vinagre (en el que la concentración de sales es menor) al huevo.

Como consecuencia de la entrada de agua en el huevo, éste aumenta su volumen. (Miguel, 2010)

2.7.3.1 EFECTO DEL MEDIO ÁCIDO EN LAS PROTEÍNAS

El proceso de desnaturalización ocurre cuando la proteína es sometida a cambios de pH (por ejemplo, cuando la ponemos en contacto con un ácido o una base). Los iones H^+ y OH^- afectan la envoltura acuosa de las proteínas y también la carga eléctrica de los grupos ácidos y básicos de las cadenas laterales de los aminoácidos. Esta alteración de la carga superficial de las proteínas elimina las interacciones electrostáticas que estabilizan la estructura terciaria y a menudo provoca su precipitación.

La solubilidad de una proteína es mínima en su punto isoeléctrico, ya que su carga neta es cero y desaparece cualquier fuerza de repulsión electrostática que pudiera dificultar la formación de agregados. (González)

2.8 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Los huevos encurtidos o conserva son huevos duros, en este caso de codorniz, que han sido sumergidos en una solución de vinagre, azúcar y sal, usando varias especias y condimentos fragantes para neutralizar un poco la fragancia picosa del vinagre.

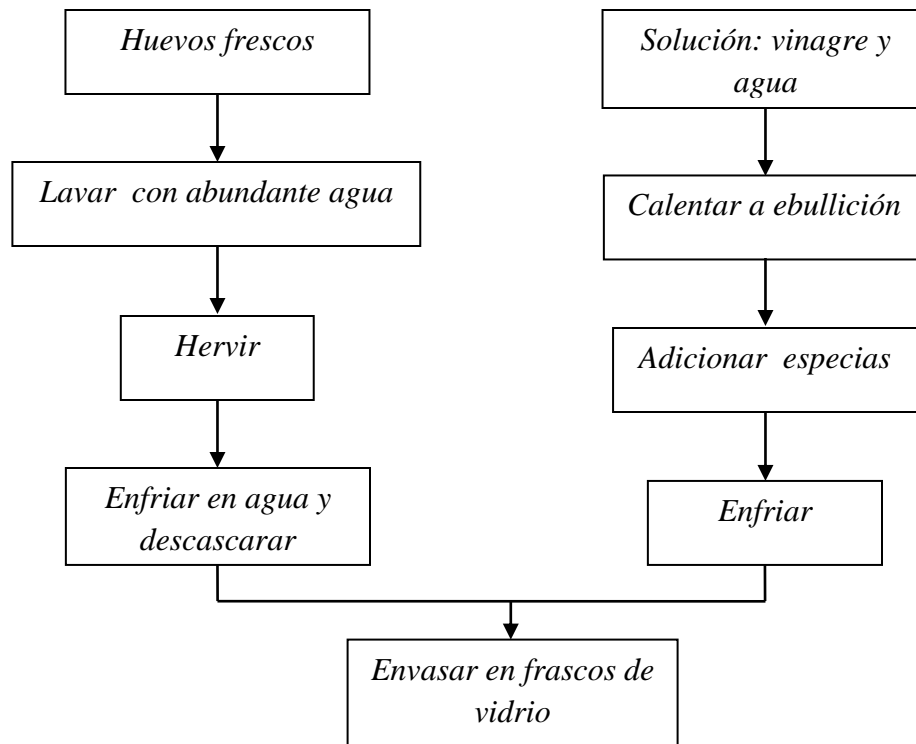
Las especias permiten también a los huevos encurtidos conservar un olor agradable y más fuerte que del vinagre que se usó para su conservación.

El medio ácido que otorga el vinagre permite preservar por más tiempo el producto, debido a la disminución del pH que inhibe el crecimiento de microorganismos que pueden deteriorar el producto, el pH final debe andar alrededor de los 3,5.

2.9 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACIÓN DE ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

En la figura 2.1 se muestra el diagrama general de elaboración de encurtidos de huevos de codorniz.

Figura 2.1
Diagrama general de elaboración de encurtido de huevos de codorniz



Fuente: *González y Hernández, 2011*

2.9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

*Se recolecta huevos recién puestos de codornices (*Coturnix coturnix japónica*). Se lavan y someten a cocción, calentando hasta que el agua hierva y durante algunos minutos, los huevos se sacan del agua caliente e inmediatamente se los coloca en agua fría para evitar el obscurecimiento de la yema, se dejan enfriar, se descascaran y se colocan en frascos de vidrio los cuales fueron previamente lavados y esterilizados.*

Se prepara la solución de cobertura y se añade a cada frasco, se cierran y se almacenan a temperatura ambiente. (González y Hernández, 2011)

2.10 EVALUACIÓN SENSORIAL

El análisis sensorial es el estudio de los alimentos por medio de los sentidos. En gran medida la aceptación o rechazo de los alimentos por parte de los consumidores depende de la evaluación sensorial. El ser humano elige un alimento según la reacción que cada fuente alimentaria le provoca. Es por ello que el análisis sensorial se usa como parámetro de vida útil.

2.10.1 TIPOS DE TEST PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ALIMENTOS

Las pruebas sensoriales pueden agruparse en dos categorías, como ser:

- *Métodos de respuesta objetiva*
- *Métodos de respuesta subjetiva*

2.10.1.1 PRUEBAS OBJETIVAS

En este método el juez no considera su preferencia personal, evalúa el producto, según su conocimiento previo.

Este tipo de test requiere un entrenamiento previo; cumpliendo con la etapa de selección y entrenamiento de las técnicas de degustación. Además, debe tener conocimiento de las características sensoriales (sabores y olores extraños) y tener habilidad de repetir sus juicios emitidos con mucha seguridad.

2.10.1.2 PRUEBAS SUBJETIVAS

En este método, se utiliza la sensación emocional que experimenta el juez en la evaluación espontánea del producto y da su preferencia en ausencia completa de influencia externa y de entrenamiento.

Este tipo de test permite verificar los factores psicológicos que influyen sobre la preferencia y aceptación del producto. (Ramírez, 2011)

2.11 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño factorial se entiende aquél, en el que se investiga todas las posibles combinaciones de los factores en cada ensayo completo o réplicas de experimento. En el diseño factorial existen varios tipos como el 2^k que consiste en k factores cada uno con dos niveles, estos niveles pueden ser cualitativos y cuantitativos.

En el presente trabajo se utilizará el diseño:

$$2^k$$

Donde:

2 = significa los niveles

k = significa los factores o variables

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las combinaciones de los factores permitirá obtener conclusiones sobre el sistema en investigación y decidir cuáles serán las variables óptimas a seleccionar durante el proceso de experimentación. (Sossa, 2012)

3.1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación experimental encurtidos de huevos de codorniz, se realizó en los ambientes del Laboratorio Taller de Alimentos, de la Carrera de Ingeniería de Alimentos.

3.2 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Para el desarrollo del proceso de investigación del trabajo experimental se utilizaron los siguientes equipos:

3.2.1 BALANZA ANALÍTICA

La balanza analítica se utilizó para realizar los controles de peso de la materia prima (huevos de codorniz) y los insumos (sal, azúcar, etc.) que se utilizaron durante todo el proceso. Este equipo se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología. Sus especificaciones técnicas son:

<i>Made</i>	<i>Switzerland</i>
<i>Marca</i>	<i>Mettler Toledo</i>
<i>Modelo</i>	<i>PB 1502 - S</i>
<i>Precisión</i>	<i>0,01 gr</i>
<i>Error</i>	<i>0,1 gr</i>
<i>Capacidad máxima</i>	<i>1510 gr</i>
<i>Capacidad mínima</i>	<i>0,5 gr</i>

3.2.2 COCINA

Se utilizó la cocina para efectuar la cocción de la materia prima, así como también para preparar el vinagre aromatizado (líquido de cobertura), además de la respectiva esterilización y pasteurización de los frascos de vidrio. La cocina hecha a gas natural de dos hornallas, se encuentra en el Laboratorio Taller de Alimentos de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias y Tecnología.

3.2.3 PHMETRO

El pHmetro se utilizó para medir el pH de las muestras de líquido de cobertura que se prepararon para efectuar el diseño experimental. Este instrumento de medición de pH se encuentra en el CEANID dependiente de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”. Sus especificaciones son:

Marca:	THERMO (ElectronCorporation)
Calibración:	Buffer (4, 7, 10)
Medición:	1 – 14

3.3 MATERIALES DE LABORATORIO

Los materiales de laboratorio utilizados durante el proceso de elaboración se detallan en la tabla 3.1:

Tabla 3.1
Materiales utilizados durante el proceso de obtención de huevos encurtidos

Materiales	Cantidad	Capacidad	Tipo de material
<i>Termómetro</i>	<i>1</i>	<i>Escala (0 – 100) °C</i>	<i>Vidrio (bulbo de alcohol)</i>
<i>Vernier</i>	<i>1</i>	<i>Escala 220 - 002 mm</i>	<i>Acero inoxidable</i>
<i>Fuentes</i>	<i>2</i>	<i>Mediano</i>	<i>Plástico</i>
<i>Olla</i>	<i>3</i>	<i>Mediano</i>	<i>Acero inoxidable</i>
<i>Colador</i>	<i>1</i>	<i>Mediano</i>	<i>Plástico</i>
<i>Jarra graduada</i>	<i>1</i>	<i>1 litro</i>	<i>Plástico</i>
<i>Jarra graduada</i>	<i>2</i>	<i>500 ml</i>	<i>Plástico</i>
<i>Cuchara</i>	<i>1</i>	<i>Mediana</i>	<i>Acero inoxidable</i>
<i>Pinza</i>	<i>1</i>	<i>Mediana</i>	<i>Acero inoxidable</i>
<i>Cuchillo</i>	<i>1</i>	<i>Mediano</i>	<i>Acero inoxidable</i>

Fuente: *Elaboración propia*

3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La figura 3.1, muestra las etapas de para elaborar el encurtido de huevos de codorniz.

Figura 3.1
Diagrama de flujo para la elaboración de encurtido de huevos de codorniz



Fuente: *Elaboración propia*

3.4.1 MATERIA PRIMA

Para elaborar este trabajo de investigación se utilizó como materia prima huevos de codorniz, proveniente de la Comunidad Rancho Norte de la provincia Méndez, que fueron adquiridos del Mercado Central de la ciudad de Tarija.

3.4.2 PROCESO DE ELABORACIÓN

El proceso de elaboración de encurtidos de huevos de codorniz es el siguiente:

3.4.2.1 RECEPCIÓN

En primer lugar al recepcionar la materia prima (huevos de codorniz), se debe inspeccionar que éstos no presenten rajaduras, que no estén dañados, ya que esto es una señal de que los huevos podrían estar contaminados y sobretodo que éstos no se encuentren frescos.

3.4.2.2 LAVADO

Esta operación se realiza utilizando abundante agua potable, con el fin de eliminar sustancias indeseables como polvo, tierra y restos de excremento, que puedan quedar adheridos a la cáscara y que podrían ser la fuente más frecuente de contaminación de salmonelosis.

3.4.2.3 COCCIÓN

Se coloca los huevos en un recipiente metálico y se cubre completamente con agua. Tratar de tener solamente una capa de huevos en cada recipiente. Apilar los huevos puede alterar el tiempo de cocción y hacer que algunos no se cocinen. Colocarlos al fuego por unos minutos.

3.4.2.4 ENFRIAMIENTO

Acto seguido, retirar los huevos ya cocidos, llenar un recipiente grande con agua fría y colocar los huevos en el agua, esto detendrá el proceso de cocción para que los

huevos no terminen demasiado cocidos o secos y para efectuar más fácilmente la operación de descascarado.

3.4.2.5 DESCASCARADO

Para realizar esta operación, basta con romperlos en una superficie sólida, eso abrirá las cáscaras y bastará con sólo ir pelando justo a partir de allí, enjuagar para eliminar cualquier residuo de cáscara.

3.4.2.6 ENVASADO

Antes de envasar se debe preparar el líquido de cobertura que consta de elaborar una solución que contiene vinagre de manzana, agua, sal, azúcar y especias (pimienta, hojas de laurel, etc.). Colocar los huevos cocidos en los frascos de vidrio previamente lavados y esterilizados, y llenar con el líquido de cobertura de manera que cubra todos los huevos y tapar el envase.

3.4.2.7 PASTEURIZACIÓN

Introducir los frascos de vidrio en un recipiente lleno de agua y controlar el tiempo y temperatura óptimos para garantizar un buen producto.

3.4.2.8 ENFRIAMIENTO

Esta operación se realiza con el fin de detener la pasteurización, enfriar los frascos a temperatura ambiente para evitar el choque térmico hasta alcanzar dicha temperatura.

3.4.2.9 ALMACENAMIENTO

Almacenar los frascos en un lugar fresco y seco.

3.5 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS

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

3.5.1 PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas que se realizaron en la materia prima huevos de codorniz son:

<i>Peso</i>	<i>gr</i>
<i>Tamaño</i>	<i>cm</i>
<i>Diámetro</i>	<i>cm</i>
<i>Porción comestible</i>	<i>%</i>
<i>Porción no comestible</i>	<i>%</i>

3.5.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

La tabla 3.2, muestra los métodos utilizados en la determinación de los análisis fisicoquímicos de la materia prima.

Tabla 3.2
Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas

Indicadores	Unidades	Métodos	Normas
<i>Agua</i>	<i>%</i>	<i>Gravimétrico</i>	<i>NB 074-2000</i>
<i>Proteína</i>	<i>%</i>	<i>Gravimétrico</i>	<i>NB 076-2000</i>
<i>Lípidos totales</i>	<i>%</i>	<i>Gravimétrico</i>	<i>NB 103-97</i>
<i>Cenizas</i>	<i>%</i>	<i>Gravimétrico</i>	<i>NB 075-74</i>
<i>Fósforo</i>	<i>mg</i>	<i>Espectrofotometría</i>	<i>SM 4500-P-D</i>
<i>Calcio</i>	<i>mg</i>	<i>Absorción atómica</i>	<i>SM 3500-CaB</i>
<i>Hierro</i>	<i>mg</i>	<i>Absorción atómica</i>	<i>SM 4500-FeB</i>

Fuente: CEANID, 2014

Asimismo, la tabla 3.3, muestra los métodos utilizados en la determinación de los análisis fisicoquímicos del producto, encurtido de huevos de codorniz.

Tabla 3.3

Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto

Indicadores	Unidades	Métodos	Normas
<i>Acidez (Ac. Acético)</i>	<i>mg</i>	<i>Titulación</i>	<i>NB 229-98</i>
<i>pH</i>		<i>PHmetro</i>	<i>SM 4500-H-B</i>
<i>Fósforo</i>	<i>mg</i>	<i>Espectrofotometría</i>	<i>SM 4500-P-D</i>
<i>Calcio</i>	<i>mg</i>	<i>Absorción atómica</i>	<i>SM 3500-CaB</i>
<i>Hierro</i>	<i>mg</i>	<i>Absorción atómica</i>	<i>SM 3500-FeB</i>

Fuente: CEANID, 2014

3.5.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La tabla 3.4, muestra los métodos realizados en la determinación de los análisis microbiológicos del producto encurtido de huevos de codorniz.

Tabla 3.4

Determinación del análisis microbiológico

Indicadores	Unidades	Métodos	Normas
<i>Mohos y levaduras</i>	<i>ufc/g</i>	<i>Recuento de placas</i>	<i>NB 32006</i>
<i>Coliformes totales</i>	<i>ufc/g</i>	<i>Recuento de placas</i>	<i>NB 32005</i>
<i>Bacterias Aerobias Mesofilas</i>	<i>ufc/g</i>	<i>Recuento de placas</i>	<i>NB 32003</i>

Fuente: CEANID, 2014

Donde:

SM = Standard Methods

NB = Norma Boliviana

3.6 ANÁLISIS SENSORIAL

Para efectuar el análisis sensorial del producto, encurtido de huevos de codorniz; se utiliza la apreciación de la escala hedónica, con respecto al trabajo experimental.

3.6.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR EL TIEMPO DE COCCIÓN

Se presentaron a 10 jueces no entrenados, tres muestras de huevos de codorniz:

Muestra con un tiempo de cocción de 3 minutos

Muestra con un tiempo de cocción de 5 minutos.

Muestra con un tiempo de cocción de 7 minutos.

Las tres muestras recibieron un tratamiento térmico a una temperatura de 80 °C. Para poder identificar el atributo de textura, fue mediante test (ANEXO B.1)

3.6.2 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA DE PREFERENCIA EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL

Se presentaron a 10 jueces no entrenados, ocho muestras; de las diferentes combinaciones del diseño experimental, para evaluar el producto encurtido de huevos de codorniz, en el atributo sabor mediante un test (ANEXO B.2).

3.6.3 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL PRODUCTO TERMINADO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

Se presentaron a 10 jueces no entrenados, dos muestras para evaluar el producto encurtido de huevos de codorniz, sus atributos organolépticos, aspecto, textura y sabor mediante un test (ANEXO B.3).

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el trabajo de investigación se elaboró el diseño experimental 2³número de tratamientos o combinaciones para realizar un diseño factorial completo, ya que existen 2 niveles para cada para tres factores A, B y C.

El arreglo factorial de acuerdo al diseño es el siguiente:

$$2^3 = 8 \text{ muestras}$$

La tabla 3.5, muestra los niveles de variación de las variables en la preparación del líquido de cobertura.

Tabla 3.5
Niveles de variación de las variables para el líquido de cobertura

VARIABLES EN LÍQUIDO DE COBERTURA	UNIDADES	NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR
Vinagre de manzana (4%)	%	40 (-)	50 (+)
Sal	%	8(-)	10 (+)
Azúcar	%	1,4 (-)	1,8 (+)

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.6, muestra la matriz experimental para la preparación del líquido de cobertura.

Tabla 3.6
Matriz de variables para el líquido de cobertura

Nº de pruebas	Factores o Variables			Repetición I	Repetición II	Respuesta Y
	V	S	A			
1	V ₁	S ₁	A ₁	V ₁ S ₁ A ₁	V ₁ S ₁ A ₁	Y ₁
2			A ₂	V ₁ S ₁ A ₂	V ₁ S ₁ A ₂	Y ₂
3		S ₂	A ₁	V ₁ S ₂ A ₁	V ₁ S ₂ A ₁	Y ₃
4			A ₂	V ₁ S ₂ A ₂	V ₁ S ₂ A ₂	Y ₄
5	V ₂	S ₁	A ₁	V ₂ S ₁ A ₁	V ₂ S ₁ A ₁	Y ₅
6			A ₂	V ₂ S ₁ A ₂	V ₂ S ₁ A ₂	Y ₆
7		S ₂	A ₁	V ₂ S ₂ A ₁	V ₂ S ₂ A ₁	Y ₇
8			A ₂	V ₂ S ₂ A ₂	V ₂ S ₂ A ₂	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde:

V₁ y V₂ = Vinagre de manzana (40 – 50) %.

S₂ y S₁ = Sal (8 – 10) %.

A₁ y A₂ = Azúcar (1,4 – 1,8) %.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA

Las características de la materia prima se realizaron considerando las propiedades físicas y fisicoquímicas del huevo de codorniz.

4.1.1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MATERIA PRIMA

Para obtener las propiedades físicas de la materia prima, se tomaron al azar quince unidades del total de la muestra de huevo de codorniz.

El promedio de los resultados es la suma de todos los valores observados dividido por el número total de observaciones. Se tomó en cuenta la expresión matemática (4.1), citada por (Fernández, 1997).

$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n} \quad (4.1)$$

Donde:

\bar{x} = Valor promedio de los resultados

x_1, x_n = Son los valores observados de las muestras

n = Número de observaciones (muestras)

La tabla 4.1, muestra las propiedades físicas consideradas importantes para caracterizar la materia prima.

Donde:

Peso = 13,21 gr

Diámetro Transversal = 2,66 cm

Diámetro longitudinal = 3,36 cm

Peso de la cáscara = 1,35 gr

Peso del huevo = 11,86 gr

Porción comestible = 89,82 %

Porción no comestible = 10,18 %

Tabla 4.1
Características físicas del huevo de codorniz

<i>Muestras</i>	<i>Peso (gr)</i>	<i>Diámetro Transversal (cm)</i>	<i>Diámetro Longitudinal (cm)</i>	<i>Peso de la cáscara (gr)</i>	<i>Peso del huevo (gr)</i>	<i>Porción No comestible (%)</i>	<i>Porción Comestible (%)</i>
1	13,61	2,9	3,45	1,55	12,06	11,39	88,61
2	15,86	3,05	3,6	1,93	13,93	12,17	87,83
3	13,36	2,8	3,35	1,41	11,95	10,55	89,45
4	11,08	2,5	3,2	1,08	10	9,75	90,25
5	12,3	2,5	3,5	1,43	10,87	11,63	88,37
6	13,75	2,75	3,5	1,37	12,38	9,96	90,04
7	14,22	2,9	3,5	1,32	12,9	9,28	90,72
8	12,29	2,8	3,3	1,16	11,13	9,44	90,56
9	14,06	2,35	3,3	1,38	12,68	9,82	90,18
10	12,26	2,5	3,25	1,21	11,05	9,87	90,13
11	14,52	2,8	3,35	1,39	13,13	9,57	90,43
12	13,18	2,8	3,1	1,48	11,7	11,23	88,77
13	14,29	2,5	3,45	1,42	12,87	9,94	90,06
14	10,8	2,35	3,2	0,98	9,82	9,07	90,93
15	12,53	2,45	3,35	1,14	11,39	9,10	90,90
Promedio	13,21	2,66	3,36	1,35	11,86	10,18	89,82

Fuente: *Elaboración propia*

4.1.2 PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

La tabla 4.2, muestra los resultados obtenidos (ANEXO A) de los análisis fisicoquímicos del huevo de codorniz realizados en 100,0 gr de muestra en el Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo (CEANID), dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Tabla 4.2
Propiedades fisicoquímicas del huevo de codorniz

Indicadores	Valores	Unidades
<i>Agua</i>	<i>70,58</i>	<i>%</i>
<i>Proteína</i>	<i>11,93</i>	<i>%</i>
<i>Lípidos totales</i>	<i>11,45</i>	<i>%</i>
<i>Cenizas</i>	<i>0,13</i>	<i>%</i>
<i>Fósforo</i>	<i>226,0</i>	<i>mg</i>
<i>Calcio</i>	<i>76,5</i>	<i>mg</i>
<i>Hierro</i>	<i>5,02</i>	<i>mg</i>

Fuente: CEANID, 2014

4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL EN LAS DIFERENTES MUESTRAS TRATADAS

La tabla 4.3, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial del tratamiento térmico a los huevos de codorniz en el atributo de textura. Obtenidos en la tabla C.2.1(ver ANEXO C), y para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

Tabla 4.3
Datos de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: textura

N° DE JUECES	MUESTRAS		
	M ₁	M ₂	M ₃
1	9	7	7
2	8	7	5
3	7	9	8
4	5	8	7
5	8	9	5
6	9	8	7
7	7	9	8
8	8	8	6
9	9	8	6
10	9	8	7
PROMEDIO	7,9	8,1	6,6

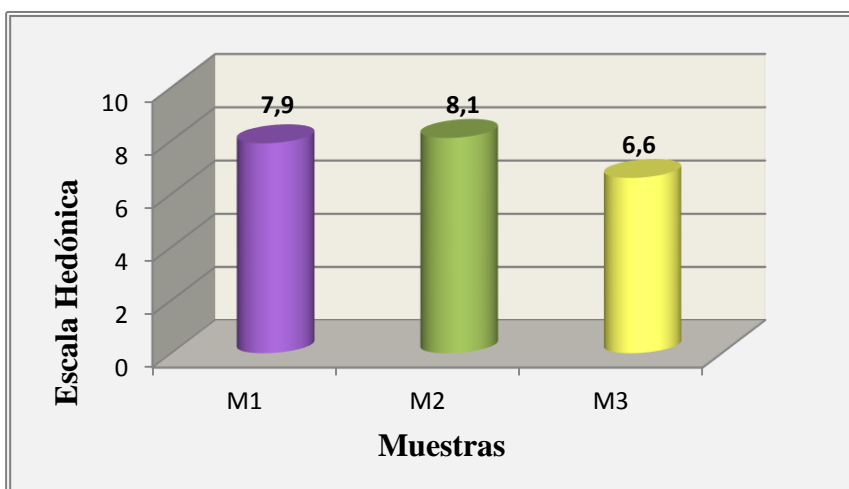
Fuente: *Elaboración propia*

M₁= Muestra con un tiempo de cocción de 3 minutos

M₂ = Muestra con un tiempo de cocción de 5 minutos.

M₃ = Muestra con un tiempo de cocción de 7 minutos.

Figura 4.1
Resultados promedio de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico:
Textura



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.1 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL TIEMPO DE COCCIÓN

La tabla 4.4, muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído de la tabla C.2.5 (ANEXO C), para el atributo sensorial de textura.

Tabla 4.4
Análisis estadístico de la prueba de Duncan para elegir el tiempo de cocción: textura

TRATAMIENTOS	EFEECTO: TEXTURA
$M_2 - M_1$	No hay diferencia
$M_2 - M_3$	Si hay diferencia
$M_1 - M_3$	Si hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.4 y figura 4.1, muestran que existen evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial textura, para un límite de confianza del 95 %. Por lo que existen diferencias entre las muestras M_1 , M_2 y M_3 . Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces la muestra M_2 = muestra con un tiempo de cocción de 5 minutos, es la de mejor aceptación en comparación a las demás.

4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ELEGIR LA MUESTRA DE PREFERENCIA

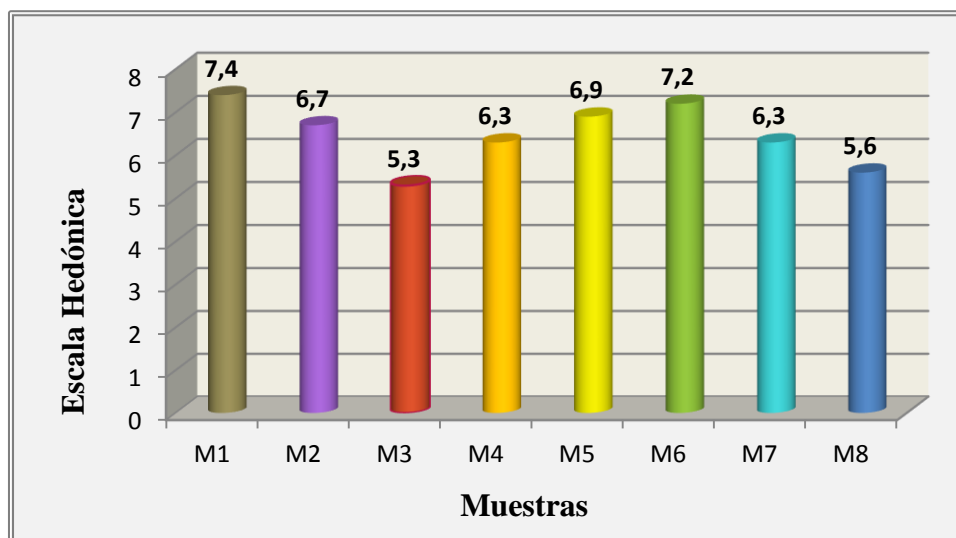
La tabla 4.5, muestra los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial de las diferentes combinaciones del diseño experimental al producto encurtido de huevos de codorniz en el atributo desabor. Obtenidos en la tabla C.3.1 (ver ANEXO C), y para esta evaluación se utilizó a 10 jueces no entrenados.

Tabla 4.5
Datos de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Sabor

Nº DE JUECES	MUESTRAS							
	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈
1	8	7	5	7	7	8	6	6
2	8	7	6	7	7	8	7	6
3	8	6	7	6	7	7	6	5
4	8	8	7	7	8	6	7	6
5	6	7	4	5	8	8	7	5
6	7	6	4	6	6	7	5	6
7	7	6	5	6	6	7	6	6
8	8	7	6	6	7	7	8	6
9	6	6	4	7	6	7	5	5
10	8	7	5	6	7	7	6	5
PROMEDIO	7,4	6,7	5,3	6,3	6,9	7,2	6,3	5,6

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 4.2
Resultados promedio de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Sabor



Fuente: *Elaboración propia*

4.3.1 PRUEBA DE DUNCAN PARA LA MUESTRA DE PREFERENCIA

La tabla 4.6, muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan extraído de la tabla C.3.5 (ANEXO C), para el atributo sensorial de sabor.

Tabla 4.6
Análisis estadístico de la prueba de Duncan para elegir la muestra de
preferencia: Sabor

TRATAMIENTOS	EFEECTO: SABOR
M ₁ - M ₆	No hay diferencia
M ₁ - M ₅	No hay diferencia
M ₁ - M ₂	Si hay diferencia
M ₁ - M ₄	Si hay diferencia
M ₁ - M ₇	Si hay diferencia
M ₁ - M ₈	Si hay diferencia
M ₁ - M ₃	Si hay diferencia
M ₆ - M ₅	No hay diferencia
M ₆ - M ₂	No hay diferencia
M ₆ - M ₄	Si hay diferencia
M ₆ - M ₇	Si hay diferencia
M ₆ - M ₈	Si hay diferencia
M ₆ - M ₃	Si hay diferencia
M ₅ - M ₂	No hay diferencia
M ₅ - M ₄	No hay diferencia
M ₅ - M ₇	No hay diferencia
M ₅ - M ₈	Si hay diferencia
M ₅ - M ₃	Si hay diferencia
M ₂ - M ₄	No hay diferencia
M ₂ - M ₇	No hay diferencia
M ₂ - M ₈	Si hay diferencia
M ₂ - M ₃	Si hay diferencia
M ₄ - M ₇	No hay diferencia
M ₄ - M ₈	Si hay diferencia
M ₄ - M ₃	Si hay diferencia
M ₇ - M ₈	Si hay diferencia
M ₇ - M ₃	Si hay diferencia
M ₈ - M ₃	No hay diferencia

Fuente: *Elaboración propia*

En tabla 4.6 y figura 4.2, se puede observar que existen evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial sabor, para un límite de confianza del 95 %. Por lo que existen diferencias entre las muestras M₁, M₂, M₃, M₄, M₅, M₆, M₇ y M₈. Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces las muestras M₁, M₆ y M₅, son las de mejor aceptación en comparación a la demás.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

El análisis estadístico se realizó a partir de los datos experimentales obtenidos en la preparación del líquido de cobertura. Utilizando las variables de cantidad de vinagre (40 – 50%), sal (8 – 10%) y azúcar (1,4 – 1,8%), cuya variable de respuesta fue obtenida por una evaluación directa del pH en las muestras de huevos de codorniz. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 4.7.

Tabla 4.7
Datos obtenidos instrumentalmente

Cantidad de vinagre (Factor A) %	Cantidad de sal (Factor B) %			
	1		2	
	Cantidad de azúcar (Factor C)%			
	1	2	1	2
1	2,96	2,91	2,92	2,87
	2,96	2,90	2,91	2,87
2	2,96	2,89	2,91	2,87
	2,95	2,90	2,91	2,88

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.7, muestra los resultados de las variables en la preparación del líquido de cobertura en las muestras de huevos de codorniz a dos niveles y dos réplicas.

Tabla 4.8
Matriz de resultados de las variables para el líquido de cobertura en función al pH

Combinación de tratamientos	Réplicas		Total	Simbología
	I	II		
<i>A bajo; B bajo; C bajo</i>	2,96	2,96	5,92	<i>l</i>
<i>A alto; B bajo; C bajo</i>	2,96	2,95	5,91	<i>a</i>
<i>A bajo; B alto; C bajo</i>	2,92	2,91	5,83	<i>b</i>
<i>A alto; B alto; C bajo</i>	2,91	2,91	5,82	<i>ab</i>
<i>A bajo; B bajo; C alto</i>	2,91	2,90	5,81	<i>c</i>
<i>A alto; B bajo; C alto</i>	2,89	2,90	5,79	<i>ac</i>
<i>A bajo; B alto; C alto</i>	2,87	2,87	5,74	<i>bc</i>
<i>A alto; B alto; C alto</i>	2,87	2,88	5,75	<i>abc</i>

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.9, muestra los resultados del análisis de varianza (ANVA) de un diseño 2³. Cuyo desarrollo y metodología de resolución se detalla en la tabla D.4 (ANEXO D).

Tabla 4.9
ANVA de las variables para el líquido de cobertura para un diseño 2³.

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	MEDIO CUADRADO	F cal	Ftab
<i>SS(TOTAL)</i>	0,01549	15			
<i>SS(V)</i>	0,00005625	1	0,00005625	1,824	5,318
<i>SS(S)</i>	0,005256	1	0,005256	*170,428	5,318
<i>SS(A)</i>	0,009506	1	0,009506	*308,236	5,318
<i>SS(VS)</i>	0,00005625	1	0,00005625	1,824	5,318
<i>SS(VA)</i>	0,00000625	1	0,00000625	0,203	5,318
<i>SS(SA)</i>	0,00030625	1	0,00030625	*9,930	5,318
<i>SS(VSA)</i>	0,00005625	1	0,00005625	1,824	5,318
<i>SS(ERROR)</i>	0,00024675	8	0,00003084		

Fuente: *Elaboración propia*

$V = V_1 =$ Volumen de vinagre 40 %.

$S = S_1 =$ Masa de sal 8 %.

$A = A_1 =$ Masa de azúcar 1,4 %.

En la tabla 4.9 se observa que los factores (S) sal, (A) azúcar y la interacción (SA) sal- azúcar; son muy importantes y se deben controlar durante la preparación del líquido de cobertura ya que influyen directamente en el pH y sabor final del producto en cambio que el factor (V) vinagre y las interacciones (VS) vinagre – sal, (VA) vinagre – azúcar y (VSA) vinagre, sal – azúcar; no son significativos. En conclusión ya que F calculado es mayor que F tabulado por lo tanto se rechaza la hipótesis planteada para un límite de confianza del 95 %.

4.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO TERMINADO

Las tablas 4.10, 4.12 y 4.14, muestran los resultados en escala hedónica de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz en los atributos de sabor, textura y aspecto obtenidos en las tablas C.4.1, C.5.1, y C.6.1 (ANEXO C).

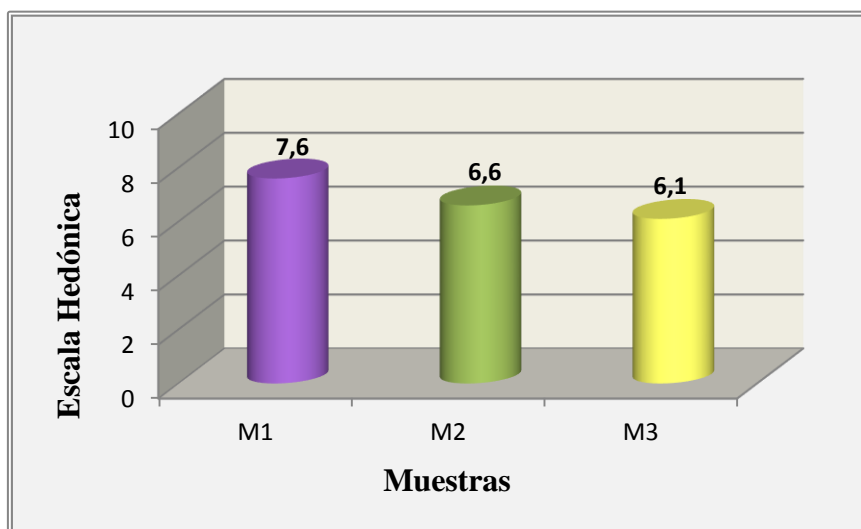
Tabla 4.10
Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz: Sabor

N° DE JUECES	MUESTRAS		
	M ₁	M ₂	M ₃
1	8	7	7
2	7	4	6
3	8	6	5
4	8	7	8
5	7	5	5
6	9	6	7
7	6	8	5
8	8	8	6
9	7	8	6
10	8	7	6
PROMEDIO	7,6	6,6	6,1

Fuente: *Elaboración propia*

La figura 4.3, representa los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial de las muestras del producto encurtido de huevos de codorniz, datos extraídos de la tabla 4.10.

Figura 4.3
Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Sabor



Fuente: *Elaboración propia*

4.5.1 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL PRODUCTO TERMINADO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

En la tabla 4.11, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraídos de la tabla C.4.5, (Anexo C.4) para el atributo de sabor.

Tabla 4.11
Análisis estadístico de la prueba de Duncan para el producto encurtido de huevos de codorniz: Sabor

TRATAMIENTOS	EFEECTO: COLOR
M ₁ – M ₂	<i>Si hay diferencia</i>
M ₁ - M ₃	<i>Si hay diferencia</i>
M ₂ - M ₃	<i>No hay diferencia</i>

Fuente: *Elaboración propia*

Entabla 4.11 y figura 4.3, se puede observar que existen evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial de sabor, para un límite de confianza del 95 %. Por lo que existen diferencias entre las muestras M₁, M₂ y M₃, Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces la muestra M₁ es la de mejor aceptación en comparación a la demás.

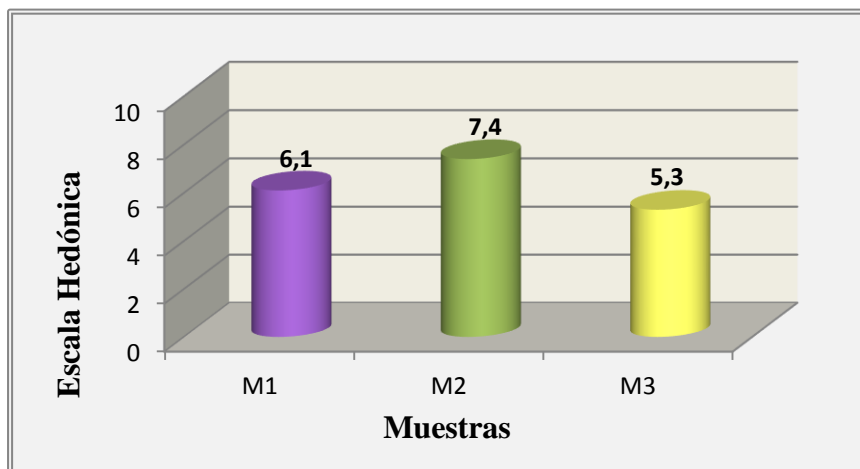
Tabla 4.12
Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz:
Textura

N° DE JUECES	MUESTRAS		
	M ₁	M ₂	M ₃
1	8	8	8
2	6	6	4
3	7	6	5
4	8	9	7
5	1	9	3
6	6	6	7
7	5	8	1
8	6	8	6
9	7	7	6
10	7	7	6
PROMEDIO	6,1	7,4	5,3

Fuente: *Elaboración propia*

La figura 4.4, representa los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial de las muestras del producto encurtido de huevos de codorniz, datos extraídos de la tabla 4.12.

Figura 4.4
Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Textura



Fuente: *Elaboración propia*

4.5.2 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL PRODUCTO TERMINADO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

En la tabla 4.13, se muestran los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan, extraídos de la tabla C.5.5 (Anexo C.5) para el atributo de textura.

Tabla 4.13
Análisis estadístico de la prueba de Duncan para el producto encurtido de huevos de codorniz: Textura

TRATAMIENTOS	EFECTO: TEXTURA
M ₁ - M ₂	No hay diferencia
M ₁ - M ₃	Si hay diferencia
M ₂ - M ₃	No hay diferencia

Fuente: Elaboración propia

En tabla 4.13 y figura 4.4, se puede observar que existen evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial de textura, para un límite de confianza del 95 %. Por lo que existen diferencias entre las muestras M₁, M₂ y M₃, Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces la muestra M₂ es la de mejor aceptación en comparación a la demás.

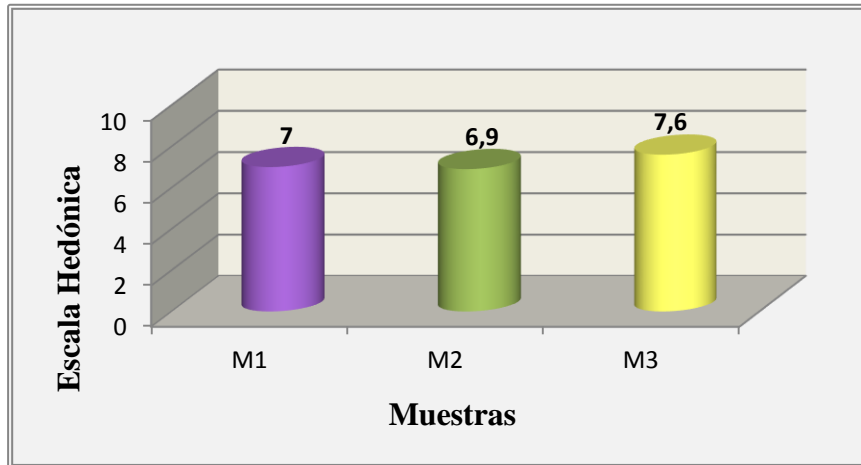
Tabla 4.14
Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz: Aspecto

Nº DE JUECES	MUESTRAS		
	M ₁	M ₂	M ₃
1	7	8	8
2	7	7	7
3	7	7	8
4	8	8	8
5	8	7	9
6	6	7	6
7	7	4	9
8	7	7	7
9	7	8	7
10	6	6	7
PROMEDIO	7,0	6,9	7,6

Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.5, representa los resultados promedios obtenidos de la evaluación sensorial de las muestras del producto encurtido de huevos de codorniz, datos extraídos de la tabla 4.14.

Figura 4.5
Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Aspecto



Fuente: Elaboración propia

En tabla 4.14 y figura 4.5, se puede observar que existen evidencias estadísticas significativas entre los tratamientos del atributo sensorial de aspecto, para un límite de confianza del 95 %. Por lo que existen diferencias entre las muestras M_1 , M_2 y M_3 , Sin embargo, considerando la preferencia de los jueces la muestra M_3 es la de mejor aceptación en comparación a la demás.

4.5.3 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO TERMINADO ENCURTIDO DE HUEVOS DE CODORNIZ

La tabla 4.15, muestra los resultados obtenidos (ANEXO A) del análisis físicoquímico realizado a 100,0 gr de muestra del producto encurtido de huevos de codorniz, una vez terminado todo el proceso de elaboración.

Tabla 4.15
Propiedades fisicoquímicas del producto terminado encurtido de huevos de codorniz

Indicadores	Valores	Unidades
<i>Acidez (Ac. Acético)</i>	830,0	mg
<i>pH</i>	4,16	
<i>Fósforo</i>	197,0	mg
<i>Calcio</i>	67,1	mg
<i>Hierro</i>	4,21	mg

Fuente: CEANID, 2014

Como se puede ver en la tabla 4.15, la acidez del producto es de 830,0 mg, el pH final es de 4,16, el contenido en minerales como el fósforo es de 197,0 mg, calcio es de 67,1 mg y hierro es de 4,21 mg.

4.5.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO TERMINADO

La tabla 4.16, muestra los resultados obtenidos (ANEXO A) del análisis microbiológico realizado al producto encurtido de huevos de codorniz, una vez realizado todo el proceso de elaboración.

Tabla 4.16
Análisis microbiológico del producto terminado encurtido de huevos de codorniz

Indicadores	Valores	Unidades
<i>Mohos y levaduras</i>	< 10 (*)	ufc/g
<i>Coliformes totales</i>	< 10 (*)	ufc/g
<i>Bacterias Aerobias Mesófilas</i>	< 10 (*)	ufc/g

Fuente: CEANID, 2014

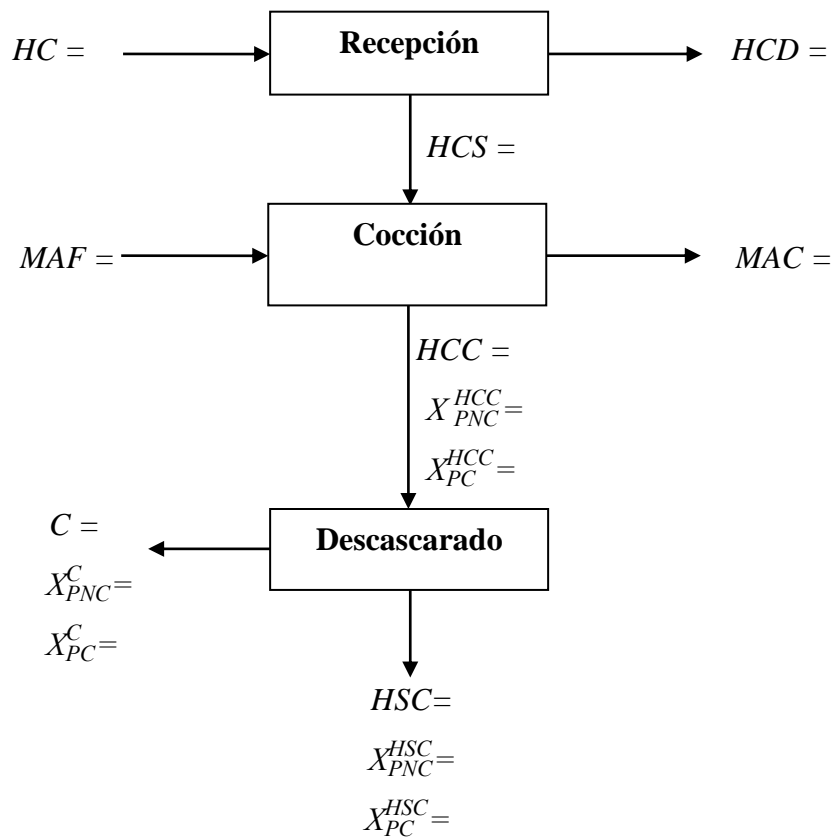
(*) = No se observa desarrollo de colonias

Como se muestra en la tabla 4.16, el producto terminado encurtido de huevos de codorniz, muestra un análisis microbiológico donde no se ha observado el desarrollo de colonias de mohos y levaduras, Coliformes totales y Bacterias aerobias mesófilas.

4.6 BALANCE DE MATERIA

El balance de materia para el proceso de elaboración de encurtido de huevos de codorniz, se realizó mediante el siguiente diagrama de bloques representado en la figura 4.6.

Figura 4.6
Diagrama de bloques del balance de materia de elaboración de encurtido de huevos de codorniz



HC = Cantidad de huevo de codorniz (gr)

HCD = Cantidad de huevo de codorniz descartado (gr)

HCS = Cantidad de huevo de codorniz seleccionado (gr)

MAF = Cantidad de agua fría (gr)

MAC = Cantidad de agua caliente (gr)

$HCC =$ Cantidad de huevo de codorniz cocidos (gr)

$X_{PNC}^{HCC} =$ Fracción de la parte no comestible del huevo de codorniz cocido

$X_{PC}^{HCC} =$ Fracción de la parte comestible del huevo de codorniz cocido

$C =$ Cantidad de cáscara (gr)

$X_{PNC}^C =$ Fracción de la parte no comestible de la cáscara

$X_{PC}^C =$ Fracción de la parte comestible de la cáscara

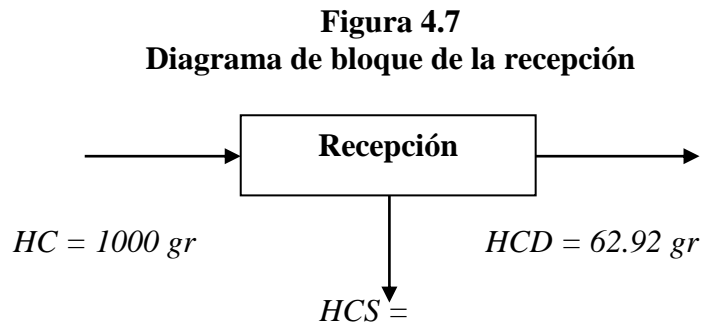
$HSC =$ Cantidad de huevo de codorniz sin cáscara (gr)

$X_{PNC}^{HSC} =$ Fracción de la parte no comestible del huevo de codorniz sin cáscara

$X_{PC}^{HSC} =$ Fracción de la parte comestible del huevo de codorniz sin cáscara

4.6.1 BALANCE DE MATERIA EN LA RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

La figura 4.7, muestra la operación de recepción de materia prima, para efectuar el balance de materia se tomó como base de cálculo 1000 gr de huevos de codorniz.



Balance general de materia en la recepción

$$HC = HCD + HCS \quad (4.2)$$

Despejando HCS de la ecuación 4.2

$$HCS = HC - HCD \quad (4.3)$$

$$HCS = (1000 - 62.92) \text{ gr}$$

$$HCS = 937.08 \text{ gr}$$

4.6.2 BALANCE DE MATERIA EN LA COCCIÓN

La figura 4.8, muestra la cocción de los huevos de codorniz, 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 998,20 kg/m³ (Valiente, 1994).

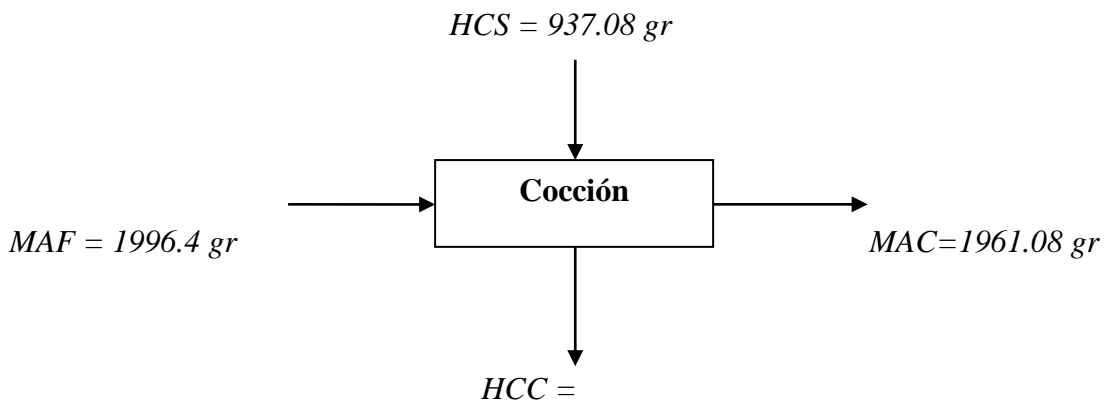
$$\delta = \frac{m}{V} \quad (4.4)$$

Despejando m de la ecuación 4.4

$$m = \delta * V$$
$$m = 998,20 \text{ kg/m}^3 * (2 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

Por lo tanto la masa de agua será $m = 1,9964 \text{ kg} = 1996,4 \text{ gr}$

Figura 4.8
Diagrama de bloque en la cocción



Balance de materia en la cocción

$$MAF + HCS = MAC + HCC \quad (4.5)$$

Despejando HCC de la ecuación 4.5

$$HCC = MAF + HCS - MAC$$

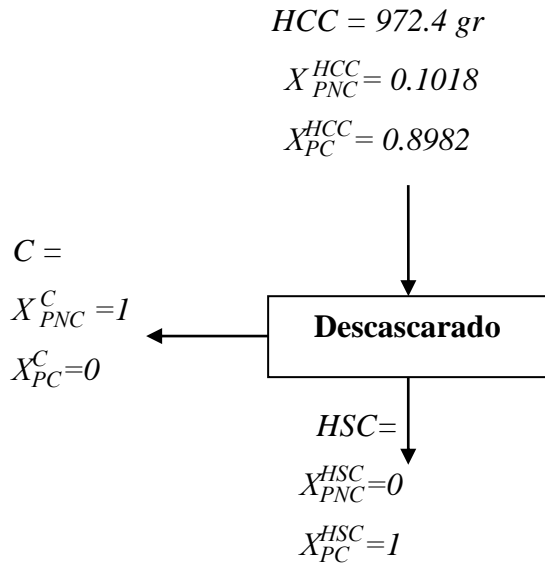
$$HCC = (1996.4 + 937.08 - 1961.08) \text{ gr}$$

$$HCC = 972.4 \text{ gr}$$

4.6.3 BALANCE DE MATERIA EN EL DESCASCARADO

La figura 4.9, muestra la operación de descascarado de los huevos de codorniz para efectuar el balance de materia, se tomó como dato la porción no comestible del huevo de codorniz; que representa un promedio de 10,18 % dato extraído de la tabla 4.1.

Figura 4.9
Diagrama de bloque del descascarado



Balance general de material en el descascarado

$$HCC = C + HSC \tag{4.6}$$

Balance parcial de materia para la porción comestible en el descascarado

$$HCC * X_{PC}^{HCC} = C * X_{PC}^C + HSC * X_{PC}^{HSC} \tag{4.7}$$

Despejando HSC de la ecuación 4.7

$$HSC = \frac{HCC * X_{PC}^{HCC}}{X_{PC}^{HSC}} \quad (4.8)$$

$$HSC = 873.41 \text{ gr}$$

Por lo tanto:

Despejando C de la ecuación 4.6

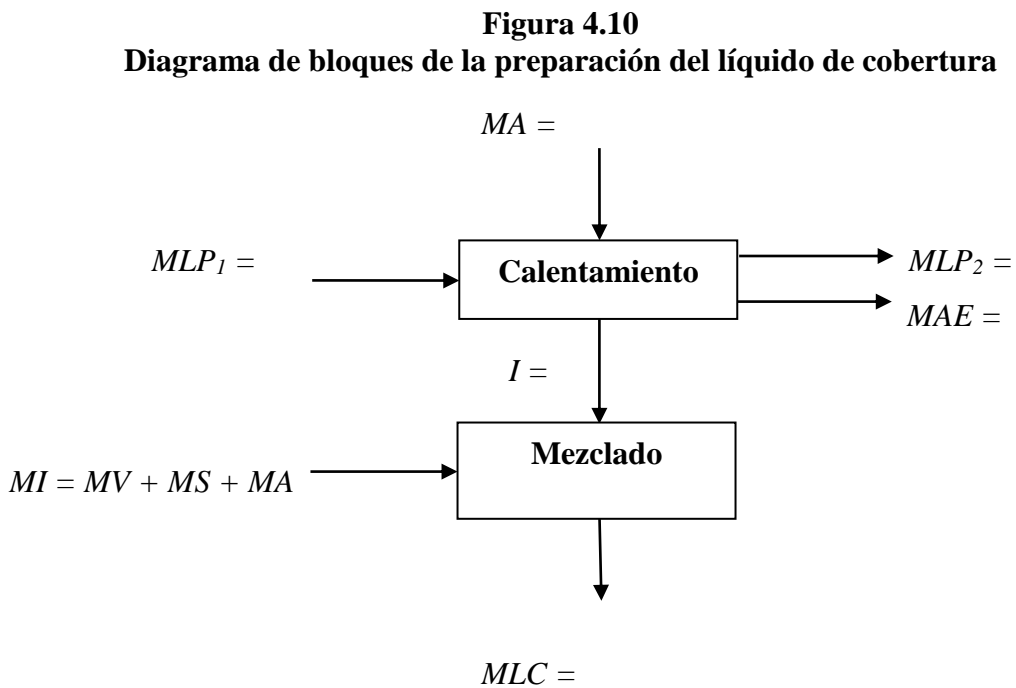
$$C = HCC - HSC$$

$$C = (972.4 - 873.41) \text{ gr}$$

$$C = 98.99 \text{ gr}$$

4.6.4 BALANCE DE MATERIA EN LA PREPARACIÓN DEL LÍQUIDO DE COBERTURA

La figura 4.10, muestra el proceso de preparación del líquido de cobertura, para realizar el balance de materia.



MA=Cantidad de agua (gr)

MLP₁ = Cantidad de laurel y pimienta (gr)

MLP₂ =Cantidad de laurel y pimienta (gr)

MAE =Cantidad de agua evaporada (gr)

I=Cantidad de infusión (gr)

MI=Cantidad de insumos (gr)

MV = Cantidad de vinagre (gr)

MS =Cantidad de sal (gr)

MA =Cantidad de azúcar (gr)

MLC= Cantidad de líquido de cobertura (gr)

4.6.4.1 BALANCE DE MATERIA EN EL CALENTAMIENTO

La figura 4.11, muestra el calentamiento para obtener la infusión; 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 998,20 kg/m³ (Valiente, 1994).

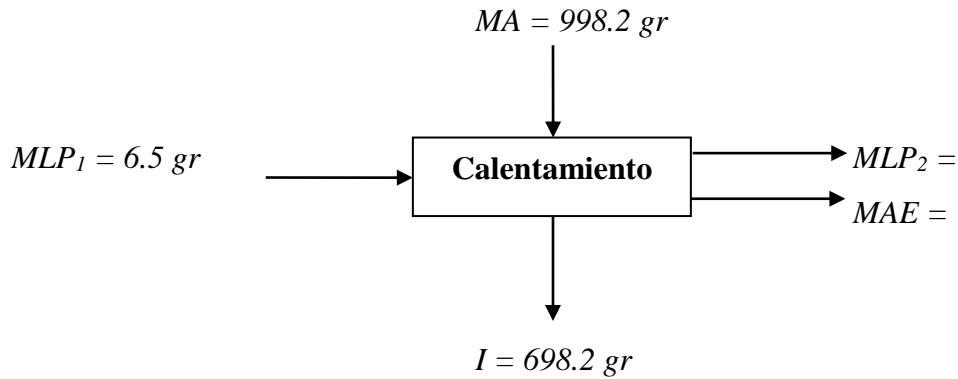
Despejando m de la ecuación 4.4

$$m = \delta * V$$

$$m = 998,20 \text{ kg/m}^3 * (1 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

Por lo tanto la masa de agua será $m = 0,9982 \text{ kg} = 998,2 \text{ gr}$

Figura 4.11
Diagrama de bloque en el calentamiento



Balance general de materia en el calentamiento

$$MA + MLP_1 = MLP_2 + MAE + I \quad (4.9)$$

Suponiendo que: $MLP_1 = MLP_2$ entonces:

$$MA = MAE + I \quad (4.10)$$

Despejando MAE de la ecuación 4.10

$$MAE = MA - I$$

$$MAE = (998.2 - 698.2) \text{ gr}$$

$$MAE = 309 \text{ gr}$$

4.6.4.2 BALANCE DE MATERIA EN EL MEZCLADO

La figura 4.12, muestra el mezclado de los insumos en la preparación del líquido de cobertura para realizar el balance de materia.

Para calcular la cantidad de masa de vinagre es preciso considerar la densidad del vinagre de manzana a 20 °C, que corresponde a 1,012 kg/m³ (Yamada, 2003).

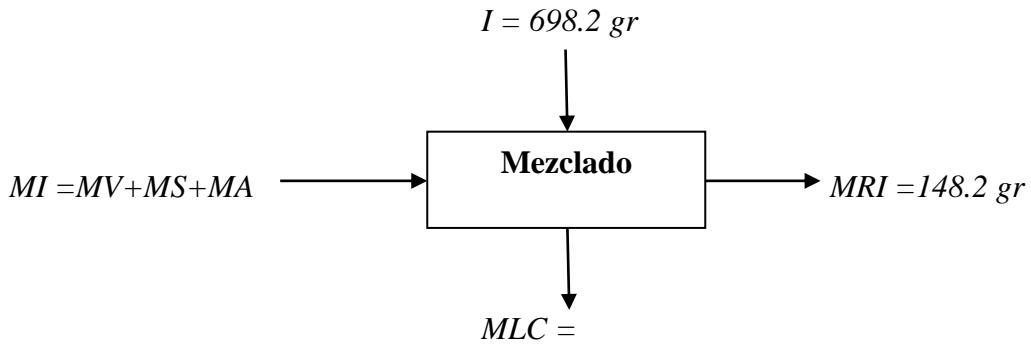
Despejando m de la ecuación 4.4

$$m = \delta * V$$

$$m = 1012 \text{ kg/m}^3 * (4,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3)$$

Por lo tanto la masa de agua será $m = 0.4554 \times 10^{-4} \text{ kg} = 455.4 \text{ gr}$

Figura 4.12
Diagrama de bloque para el mezclado



Balance de materia en el mezclado

$$MI + I = MLC + MRI \quad (4.11)$$

Donde:

$$MI = MV + MS + MA \quad (4.12)$$

$$MI = (455.2 + 180 + 32)$$

$$MI = 667.4 \text{ gr}$$

Despejando MLC de la ecuación 4.11

$$MLC = MI + I - MRI$$

$$MLC = (667.4 + 698.2 - 148.2) \text{ gr}$$

$$MLC = 1217.2 \text{ gr}$$

4.6.4.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ESTERILIZACIÓN

La figura 4.13, muestra la esterilización de los frascos de vidrio para realizar el balance de materia.

Para calcular la cantidad de masa se considera la densidad del agua a (20 °C) que corresponde a $998,20 \text{ kg/m}^3$ (Valiente, 1994).

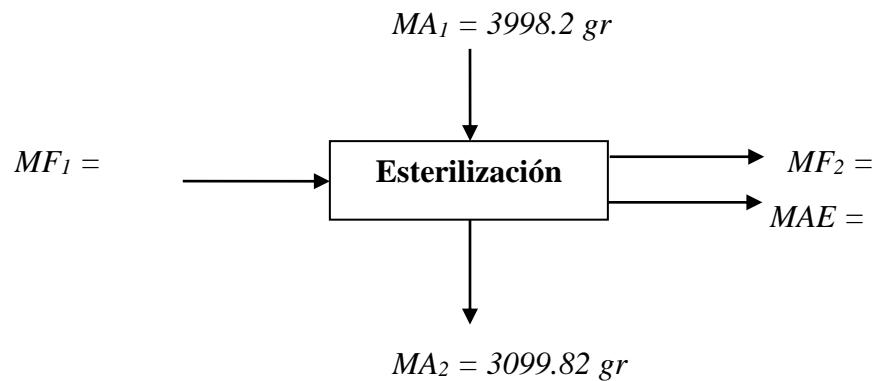
Despejando m de la ecuación 4.4

$$m = \delta * V$$

$$m = 998,20 \text{ kg/m}^3 * (4 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

Por lo tanto la masa de agua será $m = 3,9982 \text{ kg} = 3992,8 \text{ gr}$

Figura 4.13
Diagrama de bloque en la esterilización



MA_1 = Cantidad de agua para esterilizar los frascos de vidrio (gr)

MF_1 = Cantidad de frascos de vidrio y tapas (gr)

MF_2 = Cantidad de frascos de vidrio y tapas después de esterilizar (gr)

MAE = Cantidad de agua evaporada (gr)

MA_2 = Cantidad de agua después de esterilizar (gr)

Balance general de materia en la esterilización

$$MA_1 + MF_1 = MF_2 + MAE + MA_2 \quad (4.13)$$

Suponiendo que: $MF_1 = MF_2$ entonces:

$$MA_1 = MAE + MA_2 \quad (4.14)$$

Despejando MAE de la ecuación 4.14

$$MAE = MA_1 - MA_2$$

$$MAE = (3998.2 - 3099.82) \text{ gr}$$

$$MAE = 898.38 \text{ gr}$$

4.6.4.4 BALANCE DE MATERIA EN LA PASTEURIZACIÓN

La figura 4.14, muestra la pasteurización de los frascos con el producto encurtido de huevos de codorniz, para realizar el balance de materia.

Para calcular la cantidad de masa se considera la densidad del agua a (20 °C) que corresponde a 998,20 kg/m³ (Valiente, 1994).

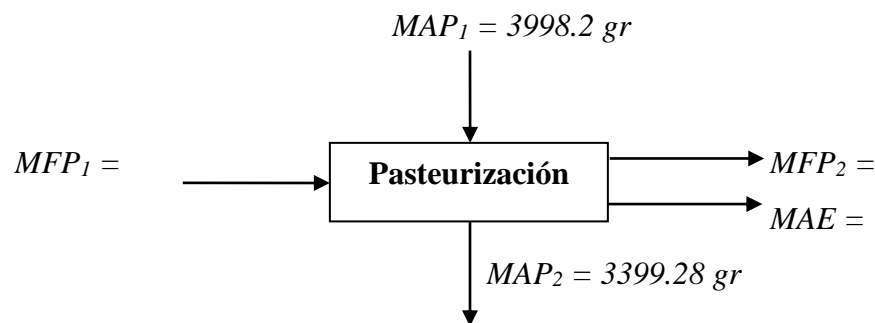
Despejando m de la ecuación 4.4

$$m = \delta * V$$

$$m = 998,20 \text{ kg/m}^3 * (4 \times 10^{-3} \text{ m}^3)$$

Por lo tanto la masa de agua será $m = 3,9982 \text{ kg} = 3992,8 \text{ gr}$

Figura 4.14
Diagrama de bloque en la pasteurización



$MAP_1 =$ Cantidad de agua para pasteurizar los frascos con el producto (gr)

$MFP_1 =$ Cantidad de frascos con el producto (gr)

$MFP_2 =$ Cantidad de frascos con el producto después de pasteurizar (gr)

$MAE =$ Cantidad de agua evaporada (gr)

$MAP_2 =$ Cantidad de agua después de pasteurizar (gr)

Balance general de materia en la pasteurización

$$MAP_1 + MFP_1 = MFP_2 + MAE + MAP_2 \quad (4.15)$$

Suponiendo que: $MFP_1 = MFP_2$ entonces:

$$MAP_1 = MAE + MAP_2 \quad (4.16)$$

Despejando MAE de la ecuación 4.16

$$MAE = MAP_1 - MAP_2$$

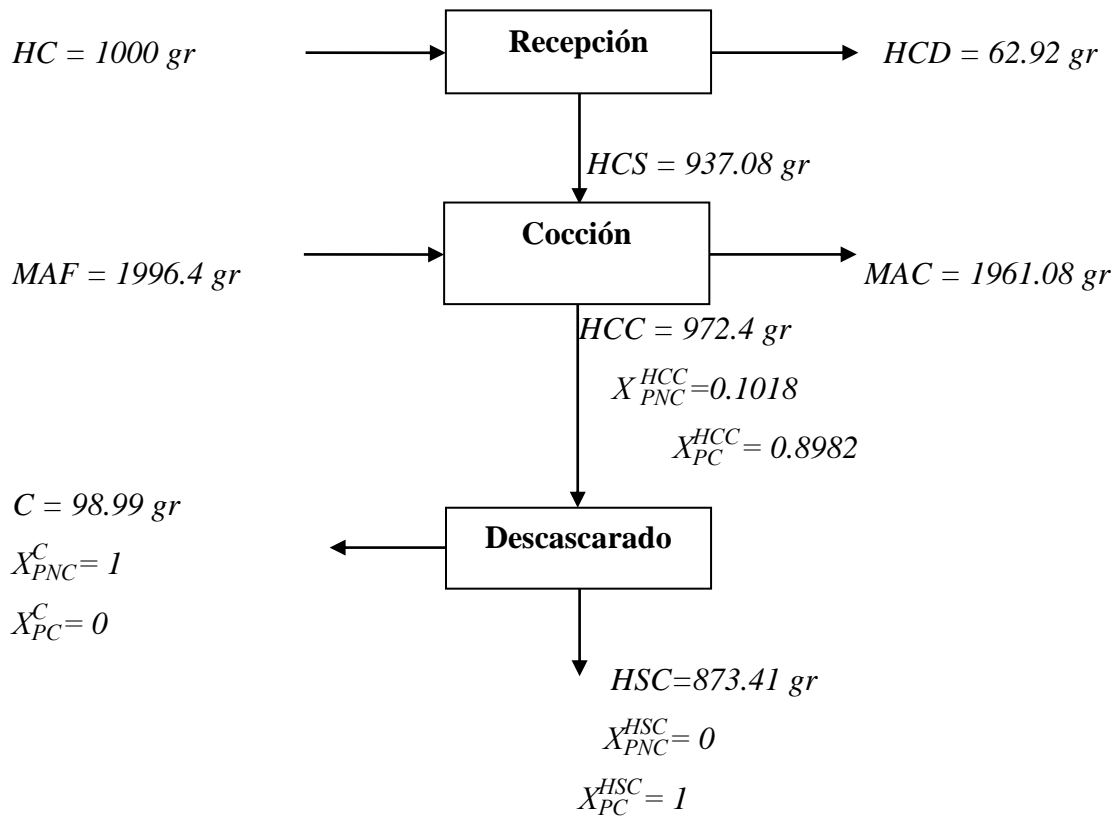
$$MAE = (3998.2 - 3399.28) \text{ gr}$$

$$MAE = 598.92 \text{ gr}$$

4.6.5 RESUMEN GENERAL DEL BALANCE DE MATERIA

La figura 4.13, muestra el resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de encurtido de huevos de codorniz.

Figura 4.15
Resumen general del balance de materia en la elaboración de encurtido de huevos de codorniz

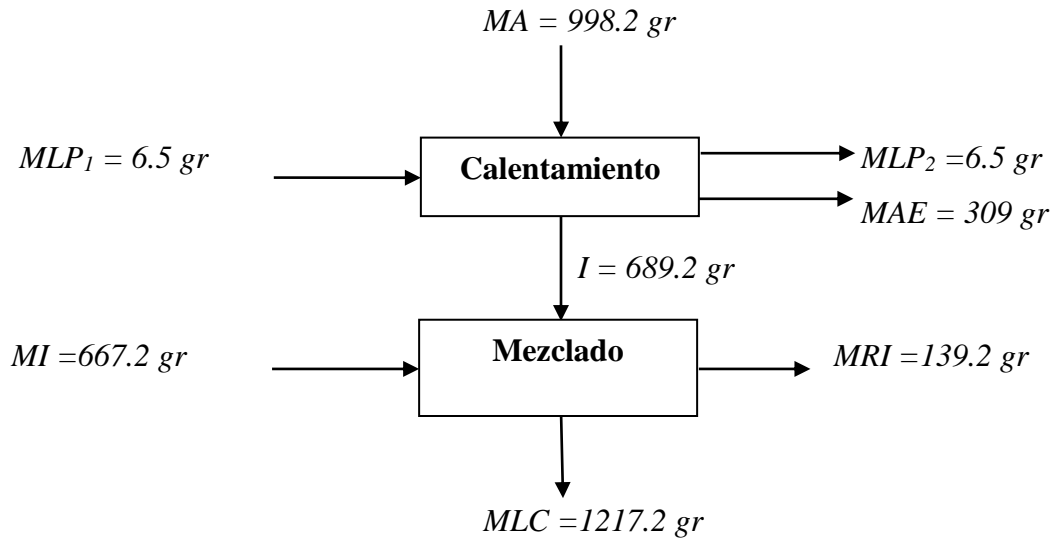


Balance general de materia en la elaboración de encurtido de huevos de codorniz

$$\begin{aligned}
 HC + MAF &= HCD + MAC + C + HSC \\
 (1000 + 1996.4) \text{ gr} &= (62.92 + 1961.08 + 98.99 + 873.41) \text{ gr} \\
 2996.4 \text{ gr} &= 2996.4 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

La figura 4.16, muestra el resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración del líquido de cobertura.

Figura 4.16
Resumen general del balance de materia en la elaboración del líquido de cobertura



Balance general de materia en la elaboración del líquido de cobertura

$$MA + MLP_1 + MI = MLP_2 + MAE + MRI + MLC$$

$$(998.2 + 6.5 + 667.2) \text{ gr} = (6.5 + 309 + 139.2 + 1217.2) \text{ gr}$$

$$1671.9 \text{ gr} = 1671.9 \text{ gr}$$

4.7 BALANCE DE ENERGÍA

La figura 4.17, 4.18 y 4.19, se muestran los diagramas de bloques de los balances de energía en la elaboración de encurtido de huevos de codorniz. Se tomó en cuenta las operaciones de esterilización, preparación de la infusión para el líquido de cobertura y pasteurización.

Para determinar la cantidad de calor necesario para efectuar los balances de energía, se utilizó la ecuación (4.17).

La misma indica según la Ley de la Conservación de energía: "La energía no se crea, ni se destruye, sólo se transforma"; toda la energía entrante en un proceso debe ser igual a toda la energía saliente sin que exista acumulación. En un balance de energía se toma en cuenta las transferencias de energía a través de los límites del sistema. (Valiente, 1994)

$$\Sigma Q_{cedido} = \Sigma Q_{ganado} \quad (4.17)$$

Al sumar los calores se utilizaron las ecuaciones (4.18) y (4.19), se aplican a un cuerpo cuya masa pueda o no cambiar de estado, citadas por (Valiente, 1994)

$$Q = m C_p \Delta T \quad (4.18)$$

$$Q = m \lambda \nu \quad (4.19)$$

Donde:

Q = es el calor ganado o cedido.

m = es la masa de una sustancia.

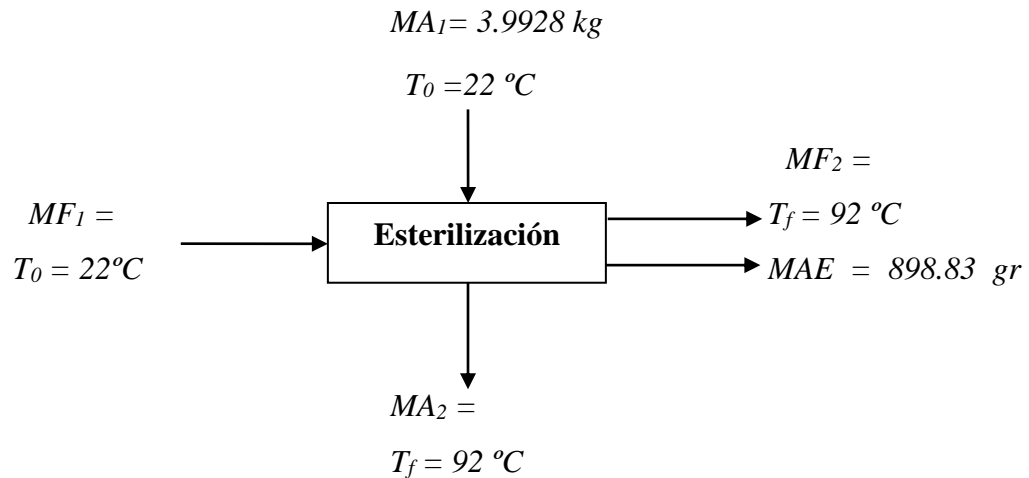
ΔT =es el gradiente en la temperatura.

C_p = es el calor específico de una sustancia. El subíndice p significa "a presión constante".

4.7.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ESTERILIZACIÓN

La figura 4.15, muestra la operación de esterilización de frascos de vidrio, para realizar el balance de energía.

Figura 4.17
Diagrama de bloque en la esterilización



Balance general de energía en la esterilización

$$Q_C = Q_R + Q_A + Q_F + Q_{vap} \quad (4.20)$$

Desarrollando la ecuación 4.20, según las ecuaciones 4.18 y 4.19, tenemos:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R \quad (4.21)$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A \quad (4.22)$$

$$Q_F = m_{FV} C_{pFV} \Delta T_{FV} + m_T C_{pT} \Delta T_T \quad (4.23)$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda_v \quad (4.24)$$

Donde:

Q_C = Calor cedido

Q_R = Calor del recipiente

Q_A = Calor del agua

Q_F = Calor de los frascos

Q_{vap} = Calor de evaporación del agua

m_R = Cantidad del recipiente (kg)

C_{pR} = Calor específico del acero inoxidable (J/kg°C)

ΔT_R = Gradiente de temperatura del recipiente (°C)

m_A = Cantidad de agua (kg)

C_{pA} = Calor específico del agua (J/kg°C)

ΔT_A = Gradiente de temperatura del agua (°C)

m_{Fv} = Cantidad de frascos de vidrio (kg)

C_{pFv} = Calor específico del vidrio (J/kg°C)

ΔT_{Fv} = Gradiente de temperatura de los frascos de vidrio (°C)

m_T = Cantidad de tapas (kg)

C_{pT} = Calor específico del acero inoxidable (J/kg°C)

ΔT_T = Gradiente de temperatura de las tapas (J/kg°C)

m_{AE} = Cantidad de agua evaporada (kg)

λ_v = Calor de evaporación del agua (J/kg)

Reemplazando los valores encontrados para los C_p de todas las sustancias involucradas para el balance de energía (ANEXO E) y los datos obtenidos del balance de materia en las ecuaciones 4.21, 4.22, 4.23 y 4.24, se obtiene:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R$$

$$Q_R = 2.54 * 460 * (92 - 22)$$

$$Q_R = 81788 \text{ J}$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A$$

$$Q_A = 3.9928 * 4186 * (92 - 22)$$

$$Q_A = 1169970.256 \text{ J}$$

$$Q_F = m_{Fv} C_{pFv} \Delta T_{Fv} + m_T C_{pT} \Delta T_T$$

$$Q_F = 1.597 * 837 * (92-22) + 0.0838 * 460 * (92-22)$$

$$Q_F = 96266.59 \text{ J}$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda_v$$

$$Q_{vap} = 0.89883 * 2260 * 10^3$$

$$Q_{vap} = 2031355.8 \text{ J}$$

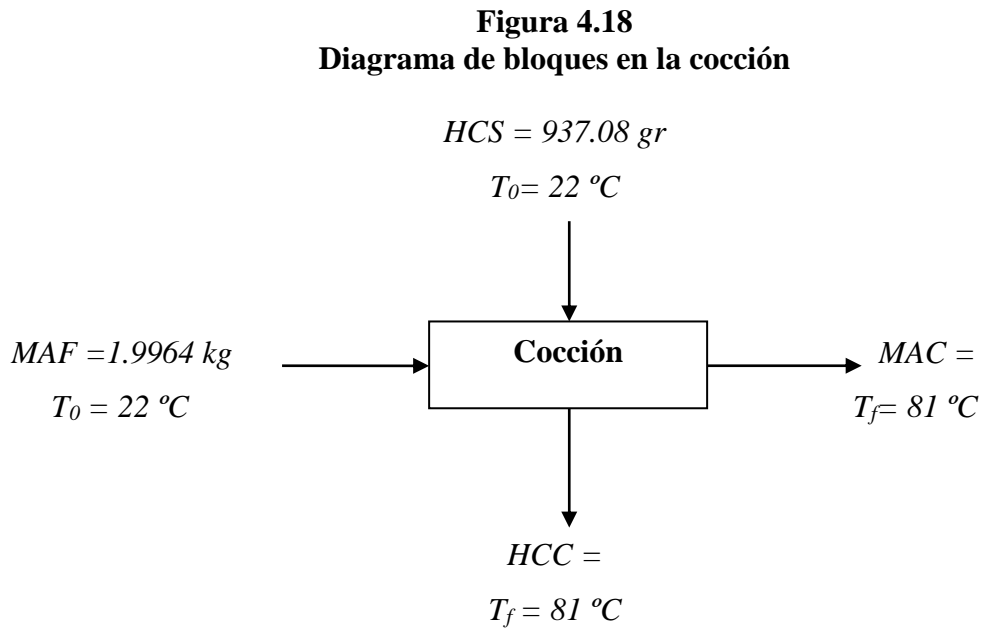
Sumando los calores parciales de las ecuaciones 4.21, 4.22, 4.23 y 4.24, en la ecuación 4.20, se obtiene:

$$Q_C = 81788 + 1169970.256 + 96266.59 + 2031355.8$$

$$Q_C = 3379380.65 \text{ J} = 807.3 \text{ kcal}$$

4.7.2 BALANCE DE ENERGÍA EN LA COCCIÓN

La figura 4.18, muestra la cocción de los huevos de codorniz, para realizar el balance de energía.



Balance general de energía en la cocción

$$Q_C = Q_R + Q_A + Q_H \quad (4.25)$$

Desarrollando la ecuación 4.25, según la ecuación 4.18, tenemos:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R \quad (4.26)$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A \quad (4.27)$$

$$Q_H = m_H C_{pH} \Delta T_H \quad (4.28)$$

Donde:

Q_C = Calor cedido (kcal)

Q_R = Calor del recipiente (J)

Q_A = Calor del agua (J)

Q_H = Calor de los huevos de codorniz (J)

m_R = Cantidad del recipiente (kg)

C_{pR} = Calor específico del acero inoxidable (J/kg°C)

ΔT_R = Gradiente de temperatura del recipiente (°C)

m_A = Cantidad de agua (kg)

C_{pA} = Calor específico del agua (J/kg°C)

ΔT_A = Gradiente de temperatura del agua (°C)

m_H = Cantidad de los huevos de codorniz (kg)

C_{pH} = Calor específico del huevo de codorniz (J/kg°C)

ΔT_H = Gradiente de temperatura de los huevos de codorniz (°C)

Para determinar el calor específico (C_p) del huevo de codorniz, conociendo la información detallada acerca de la composición proximal del producto; puede utilizarse la siguiente expresión recomendada para los alimentos en general, obtenida de los resultados de Choi y Okos (1986), para el rango de 0 a 100°C:

$$C_{p \text{ alimento}} = \sum C_{pi} \cdot X_i \quad (4.29)$$

Donde:

C_{pi} = Calor específico de los componentes del alimento

X_i = Fracción de los componentes del alimento

Las correlaciones que están función únicamente de la temperatura a que está expuesto el alimento y son las siguientes:

$$C_{p \text{ agua}} = 4176,2 - 9,0862 \cdot 10^{-5} T + 5473,1 \cdot 10^{-6} T^2$$

$$C_{p \text{ proteínas}} = 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3} T - 1312,9 \cdot 10^{-6} T^2$$

$$C_{p \text{ lípidos}} = 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3} T - 4800,8 \cdot 10^{-6} T^2$$

$$C_{p \text{ cenizas}} = 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3} T - 3681,7 \cdot 10^{-6} T^2$$

Donde:

T = Temperatura del alimento ($^{\circ}\text{C}$)

Reemplazando datos en las correlaciones para obtener los C_p de los componentes del huevo de codorniz, obtenemos:

$$C_{p \text{ agua}} = 4176,2 - 9,0862 \cdot 10^{-5}(22) + 5473,1 \cdot 10^{-6}(22)^2$$

$$C_{p \text{ agua}} = 4178.85 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p \text{ proteínas}} = 2008,2 + 1208,9 \cdot 10^{-3}(22) - 1312,9 \cdot 10^{-6}(22)^2$$

$$C_{p \text{ proteínas}} = 2034.16 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p \text{ lípidos}} = 1984,2 + 1473,3 \cdot 10^{-3}(22) - 4800,8 \cdot 10^{-6}(22)^2$$

$$C_{p \text{ lípidos}} = 1978.29 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$C_{p \text{ cenizas}} = 1092,6 + 1889,6 \cdot 10^{-3}(22) - 3681,7 \cdot 10^{-6}(22)^2$$

$$C_{p \text{ cenizas}} = 1132.39 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

Utilizando la ecuación 4.29, se obtiene:

$$C_{p \text{ Huevos de C}} = (4178.85 * 0.7058) + (2034.16 * 0.1193) + (1978.29 * 0.1145) + (1132.39 * 1.3 \times 10^{-3})$$

$$C_{p \text{ Huevo de codorniz}} = 3420.10 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

Reemplazando en las ecuaciones 4.26, 4.27 y 4.28, los valores encontrados de C_p de todas las sustancias involucradas para el balance de energía (ANEXO E) y los datos obtenidos del balance de materia, se obtiene:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R$$

$$Q_R = 1 * 460 * (81 - 22)$$

$$Q_R = 27140 \text{ J}$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A$$

$$Q_A = 1.9964 * 4186 * (81 - 22)$$

$$Q_A = 493058.89 \text{ J}$$

$$Q_H = m_H C_{pH} \Delta T_H$$

$$Q_H = 0.9371 * 3420.10 * (81 - 22)$$

$$Q_H = 189093.57 \text{ J}$$

Sumando los calores parciales de las ecuaciones 4.26, 4.27 y 4.28, en la ecuación 4.25, se obtiene:

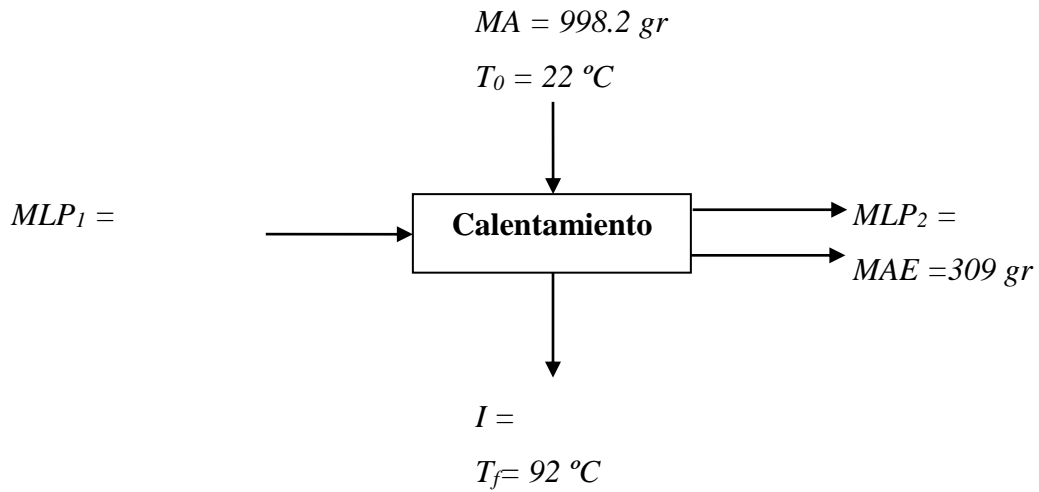
$$Q_c = 27140 + 493058.89 + 189093.57$$

$$Q_c = 709292.46 \text{ J} = 169.44 \text{ kcal}$$

4.7.3 BALANCE DE ENERGÍA EN EL CALENTAMIENTO

La figura 4.19, muestra el calentamiento para obtener la infusión para el líquido de cobertura; para realizar el balance de energía.

Figura 4.19
Diagrama de bloque en el calentamiento



Balance general de energía en el calentamiento

$$Q_C = Q_R + Q_A + Q_{vap} \quad (4.29)$$

Desarrollando la ecuación 4.25, según las ecuaciones 4.18 y 4.19, tenemos:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R \quad (4.30)$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A \quad (4.31)$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda \nu \quad (4.32)$$

Donde:

Q_C = Calor cedido (kcal)

Q_R = Calor del recipiente (J)

Q_A = Calor del agua (J)

Q_{vap} = Calor de evaporación del agua (J)

m_R = Cantidad del recipiente (kg)

C_{pR} = Calor específico del acero inoxidable (J/kg°C)

ΔT_R = Gradiente de temperatura del recipiente (°C)

m_A = Cantidad de agua (kg)

C_{pA} = Calor específico del agua (J/kg°C)

ΔT_A =Gradiente de temperatura del agua (°C)

m_{AE} =Cantidad de agua evaporada (kg)

λ_v =Calor de evaporación del agua(J/kg)

Reemplazando en las ecuaciones 4.30, 4.31 y 4.32, los valores encontrados de C_p para el balance de energía (ANEXO E) y los datos obtenidos del balance de materia, se obtiene:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R$$

$$Q_R = 1 * 460 * (92 - 22)$$

$$Q_R = 32200 \text{ J}$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A$$

$$Q_A = 0.9928 * 4186 * (92-22)$$

$$Q_A = 292496.56 \text{ J}$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda_v$$

$$Q_{vap} = 0.309 * 2260 * 10^3$$

$$Q_{vap} = 698340 \text{ J}$$

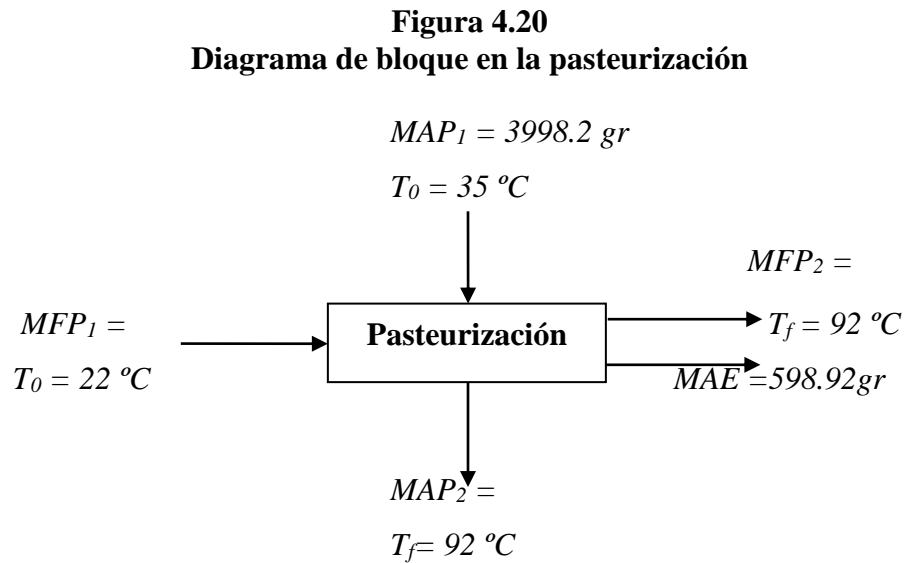
Sumando los calores parciales de las ecuaciones 4.30, 4.31 y 4.32, en la ecuación 4.29, se obtiene:

$$Q_c = 32200 + 292496.56 + 698340$$

$$Q_c = 1023032.56 \text{ J} = 244.39 \text{ kcal}$$

4.7.4 BALANCE DE ENERGÍA EN LA PASTEURIZACIÓN

La figura 4.20, muestra la pasteurización de los frascos con el producto encurtido de huevos de codorniz, para realizar el balance de energía.



Balance general de energía en la pasteurización

$$Q_C = Q_R + Q_A + Q_{FP} + Q_{vap} \quad (4.33)$$

Desarrollando la ecuación 4.20, según las ecuaciones 4.18 y 4.19, tenemos:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R \quad (4.34)$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A \quad (4.35)$$

$$Q_{FP} = m_{FV} C_{pFV} \Delta T_{FV} + m_{LC} C_{pLC} \Delta T_{LC} \quad (4.36)$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda_v \quad (4.37)$$

Donde:

Q_c = Calor cedido (kcal)

Q_R = Calor del recipiente (J)

Q_A = Calor del agua (J)

Q_{FP} = Calor de los frascos con el producto (J)

Q_{vap} = Calor de evaporación del agua

m_R = Cantidad del recipiente (kg)

C_{pR} = Calor específico del acero inoxidable (J/kg°C)

ΔT_R = Gradiente de temperatura del recipiente (°C)

m_A = Cantidad de agua (kg)

C_{pA} = Calor específico del agua (J/kg°C)

ΔT_A = Gradiente de temperatura del agua (°C)

m_{Fv} = Cantidad de frascos de vidrio (kg)

C_{pFv} = Calor específico del vidrio (J/kg°C)

ΔT_{Fv} = Gradiente de temperatura de los frascos de vidrio (°C)

m_{LC} = Cantidad de frascos de vidrio con el producto (kg)

C_{pLC} = Calor específico del líquido de cobertura (J/kg°C)

ΔT_{LC} = Gradiente de temperatura del líquido de cobertura (J/kg°C)

m_{AE} = Cantidad de agua evaporada (kg)

λ_v = Calor de evaporación del agua (J/kg)

Mediante la ecuación 4.29, se determina el calor específico (C_p) del líquido de cobertura; la composición de los componentes en el líquido de cobertura son los siguientes y los C_p de cada componente (ANEXO E).

Infusión = 50 %

Vinagre = 50 %

Sal = 8 %

Azúcar = 1,8 %

Reemplazando datos en la ecuación (4.24), considerando C_p del vinagre igual al C_p del agua, se obtiene:

$$C_{pLC} = (4.186 * 0.5) + (1255 * 0.08) + (1130 * 0.018) + (4186 * 0.5)$$

$$C_{pLC} = 4306.74 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

Reemplazando los valores encontrados para los C_p de todas las sustancias involucradas para el balance de energía (ANEXO E) y los datos obtenidos del balance de materia en las ecuaciones 4.34, 4.35, 4.36 y 4.37, se obtiene:

$$Q_R = m_R C_{pR} \Delta T_R$$

$$Q_R = 2.54 * 460 * (92 - 22)$$

$$Q_R = 81788 \text{ J}$$

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A$$

$$Q_A = 3.9928 * 4186 * (92 - 35)$$

$$Q_A = 953978.52 \text{ J}$$

$$Q_{FP} = m_{Fv} C_{pFv} \Delta T_{Fv} + m_{LC} C_{pLC} \Delta T_{LC}$$

$$Q_{FP} = 1.597 * 837 * (92 - 22) + 3.135 * 4306.74 * (92 - 22)$$

$$Q_{FP} = 1038682.32 \text{ J}$$

$$Q_{vap} = m_{AE} \lambda_v$$

$$Q_{vap} = 0.59892 * 2260 * 10^3$$

$$Q_{vap} = 1038682.32 \text{ J}$$

Sumando los calores parciales de las ecuaciones 4.34, 4.35, 4.36 y 4.37, en la ecuación 4.33, se obtiene:

$$Q_c = 81788 + 953978.52 + 1038682.32 + 1038682.32$$

$$Q_c = 3428008.04 \text{ J} = 818.92 \text{ kcal}$$

Entonces, la energía total necesaria para llevar a cabo el proceso de elaboración del producto encurtido de huevos de codorniz se obtiene de la ecuación 4.38:

$$Q_{total} = Q_E + Q_C + Q_{Ca} + Q_P \quad (4.38)$$

Donde:

Q_{total} = Calor total necesario para elaboración del producto (kcal)

Q_E = Calor necesario para la esterilización (kcal)

Q_C = Calor necesario para la cocción (kcal)

Q_{Ca} = Calor necesario para el calentamiento (kcal)

Q_P = Calor necesario para la pasteurización (kcal)

Reemplazando los valores obtenidos de los balances parciales de energía, tenemos:

$$Q_{total} = 807.3 + 169.44 + 244.39 + 818.92$$

$$Q_{total} = 2040.05 \text{ kcal}$$

5.1 CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos del trabajo de investigación se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- ❖ De acuerdo a las propiedades físicas del huevo de codorniz, se determinó la porción comestible promedio de 10,18 % y porción no comestible promedio de 89,82 %.*
- ❖ En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del huevo de codorniz, presentó un contenido de humedad del 70,58 %, proteína del 11,93 %, lípidos totales del 11,45 %, cenizas del 0,13 % y la presencia de minerales como fósforo 226,0 mg, calcio 76,5 mg y hierro 5,02 mg.*
- ❖ Para obtener el tiempo óptimo de cocción del huevo de codorniz se consideró la segunda opción, siendo el tiempo de 3 minutos a 80 °C; ya que después de efectuar la pasteurización del producto final, el huevo de codorniz tendrá la textura que los jueces eligieron como la mejor de acuerdo a la escala hedónica que se hizo a través de jueces no entrenados.*
- ❖ Según el análisis estadístico del diseño factorial 2³ de las variables de la preparación del líquido de cobertura, tomando en cuenta la cantidad de vinagre, sal y azúcar, se puede observar que existe significancia entre los factores y las interacciones de las variables.*
- ❖ Los resultados del balance de materia indican que para obtener unos 8 frascos (200 ml) de producto encurtido de huevos de codorniz, se necesitan 1000,0 gr de materia prima.*

- ❖ *Las muestras de encurtido de huevos de codorniz fueron evaluadas sensorialmente por jueces no entrenados que calificaron los atributos de sabor, textura y aspecto, dando como resultado una aceptabilidad entre “gusta mucho” y “ni gusta ni disgusta” según la escala hedónica, en los atributos nombrados anteriormente.*
- ❖ *Los análisis fisicoquímicos realizados del producto terminado encurtido de huevos de codorniz realizados en el CEANID indican la acidez del producto es de 830,0 mg, el pH final es de 4,16, además de tener un contenido de minerales como el fósforo de 197,0 mg, calcio de 67,1 mg y hierro de 4,21 mg, demostrando que es un alimento con propiedades nutritivas.*
- ❖ *En el análisis microbiológico del producto terminado de encurtido de huevos de codorniz de mohos y levaduras, Coliformes totales y Bacterias aerobias mesófilas; se determinó que no se observa el desarrollo de Unidades Formadoras de Colonias, (ufc), garantizando así un producto libre de contaminación microbiológica.*

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ *Se recomienda que la cocción del huevo de codorniz sea el menor tiempo posible, de manera que esta operación sólo permita el descascarado, ya que este tratamiento afecta demasiado en la textura final del producto.*
- ❖ *A pesar de que el tiempo de conservación del producto es prolongado, debido a la ausencia de microorganismos y a la propiedad conservadora del vinagre, es recomendable consumir este alimento en aproximadamente 15 días después de su elaboración, ya que el vinagre además de conservar, por su elevada acidez; al transcurrir el tiempo le da una textura ‘gomosa’ al huevo de codorniz volviéndolo no tan agradable al gusto.*

- ❖ *Se debe continuar con el estudio de alimentos como el huevo de codorniz y profundizarlos aun más, ya que es un alimento muy nutritivo y beneficioso para nuestro organismo, además que no existen trabajos de investigación acerca de estos alimentos y sus derivados.*