

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**“ELABORACIÓN DE ENCURTIDO DE
HUEVOS DE CODORNIZ”**

POR:

JENNY LILIANA COLQUE ESPINOZA

*Trabajo final presentado a consideración de la UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar
al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.*

Octubre de 2014

TARIJA – BOLIVIA

VºBº

.....
Ing. Jesús Zamora G.
**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE
BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA
DE LOS ALIMENTOS**

.....
MSc.Ing. Ernesto Álvarez
**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

.....
MSc. Ing. Silvana Paz
**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

APROBADO POR:

.....
Ing. Johnny Mercado Rojas
DOCENTE TRABAJO FINAL (INA 102)

DEDICATORIAS:

El presente trabajo se lo dedico a mis queridos padres Mario y Lidia, como agradecimiento hacia ellos por su amor, apoyo y confianza; y a mi hermanita Pamela por la motivación e inspiración para seguir adelante en el cumplimiento de mis metas a pesar de las adversidades.

Por todo lo que me brindaron, de corazón. GRACIAS.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por darme fortaleza, sabiduría y la voluntad para poder culminar con éxito mis estudios y para seguir adelante por el camino del bien.

A mi familia por toda la ayuda, apoyo y comprensión que me brindaron durante la realización de este trabajo.

A mi docente guía: Ing. Johnny Mercado, por su ayuda y orientación durante todo el proceso de desarrollo del presente trabajo.

A Ing. Beatriz Sossa, por su gran colaboración; y a todos los docentes de cada una de las asignaturas por sus conocimientos y consejos brindados.

A mis compañeras y amigas: Andrea, Fanny y Roxana; por brindarme su valiosa amistad, su gran apoyo, colaboración y sus palabras de aliento durante todos estos años de estudio y durante la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO

*“No se sale adelante celebrando éxitos
sino superando fracasos”.*

Orison S. Marden

ÍNDICE

Dedicatoria
Agradecimientos
Pensamiento
Resumen

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	Página
<i>1.1 Antecedentes</i>	<i>1</i>
<i>1.2 Justificación</i>	<i>3</i>
<i>1.3 Objetivo</i>	<i>4</i>
<i>1.3.1 Objetivo general</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Objetivos específicos</i>	<i>4</i>
<i>1.4 Planteamiento del problema</i>	<i>5</i>
<i>1.5 Hipótesis</i>	<i>5</i>

CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO

<i>2.1 La codorniz</i>	<i>6</i>
<i>2.2 Huevo</i>	<i>7</i>
<i>2.2.1 Estructura</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2 Composición química del huevo</i>	<i>9</i>
<i>2.2.2.1 Proteínas</i>	<i>10</i>
<i>2.2.3 Valor nutricional</i>	<i>11</i>
<i>2.2.4 Beneficios</i>	<i>12</i>
<i>2.3 Vinagre</i>	<i>14</i>
<i>2.3.1 Variedades</i>	<i>15</i>

	Página
2.3.1.1 <i>Vinagre de vino</i>	15
2.3.1.2 <i>Vinagre blanco</i>	15
2.3.1.3 <i>Aceto balsámico</i>	16
2.3.1.4 <i>Vinagre de jerez</i>	16
2.3.1.5 <i>Vinagre de manzana</i>	16
2.4 <i>Sal</i>	17
2.5 <i>Azúcar</i>	18
2.6 <i>Espicias</i>	18
2.6.1 <i>Laurel</i>	18
2.6.2 <i>Pimienta</i>	19
2.7 <i>Efecto de las operaciones aplicadas</i>	19
2.7.1 <i>La temperatura durante la cocción</i>	20
2.7.1.1 <i>Desnaturalización de proteínas</i>	20
2.7.2 <i>Efecto del líquido de cobertura</i>	21
2.7.2.1 <i>Efecto del azúcar</i>	21
2.7.2.2 <i>Efecto de las especias</i>	21
2.7.3 <i>Efecto del vinagre durante el encurtido</i>	22
2.7.3.1 <i>Efecto del medio ácido en las proteínas</i>	22
2.8 <i>Características del producto</i>	23
2.9 <i>Diagrama de flujo para la elaboración de encurtido de huevos de codorniz</i>	23
2.9.1 <i>Descripción general del proceso de elaboración</i>	24
2.10 <i>Evaluación sensorial</i>	25
2.10.1 <i>Tipos de test para la evaluación sensorial</i>	25
2.10.1.1 <i>Pruebas objetivas</i>	25
2.10.1.2 <i>Pruebas subjetivas</i>	25
2.11 <i>Diseño experimental</i>	26

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

	Página
3.1	<i>Introducción</i> 27
3.2	<i>Descripción de equipos</i> 27
3.2.1	<i>Balanza analítica</i> 27
3.2.2	<i>Cocina</i> 27
3.2.3	<i>PHmetro</i> 28
3.3	<i>Materiales de laboratorio</i> 28
3.4	<i>Descripción del proceso</i> 28
3.4.1	<i>Materia prima</i> 30
3.4.2	<i>Proceso de elaboración</i> 30
3.4.2.1	<i>Recepción</i> 30
3.4.2.2	<i>Lavado</i> 30
3.4.2.3	<i>Cocción</i> 30
3.4.2.4	<i>Enfriamiento</i> 30
3.4.2.5	<i>Descascarado</i> 31
3.4.2.6	<i>Envasado</i> 31
3.4.2.7	<i>Pasteurización</i> 31
3.4.2.8	<i>Enfriamiento</i> 31
3.4.2.9	<i>Almacenamiento</i> 31
3.5	<i>Metodología utilizada para la obtención de resultados</i> 32
3.5.1	<i>Propiedades físicas</i> 32
3.5.2	<i>Análisis fisicoquímicos</i> 32
3.5.3	<i>Análisis microbiológico</i> 33
3.6	<i>Análisis sensorial</i> 34
3.6.1	<i>Evaluación sensorial para elegir el tiempo de cocción</i> 34

	Página
3.6.2 <i>Evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia en el diseño experimental.....</i>	34
3.6.3 <i>Evaluación sensorial para el producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	34
3.7 <i>Diseño experimental.....</i>	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 <i>Características de la materia prima.....</i>	36
4.1.1 <i>Propiedades físicas de la materia prima.....</i>	36
4.1.2 <i>Propiedades fisicoquímicas de la materia prima.....</i>	38
4.2 <i>Resultados de la evaluación sensorial en las diferentes muestras tratadas.....</i>	38
4.2.1 <i>Prueba de Duncan para el tiempo de cocción.....</i>	40
4.3 <i>Resultados de la evaluación sensorial para elegir la muestra de preferencia.....</i>	40
4.3.1 <i>Pruebade Duncan para la muestra de preferencia.....</i>	41
4.4 <i>Análisis estadístico del diseño experimental.....</i>	43
4.5 <i>Evaluación sensorial del producto terminado.....</i>	45
4.5.1 <i>Prueba de Duncan para el producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	46
4.5.2 <i>Pruebade Duncan para el producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	48
4.5.3 <i>Análisisfisicoquímico del producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	49

	Página
4.5.4 <i>Análisis microbiológico del producto terminado</i>	50
4.6 <i>Balance de materia</i>	51
4.6.1 <i>Balance de materia en la recepción de materia prima</i>	52
4.6.2 <i>Balance de materia en la cocción</i>	53
4.6.3 <i>Balance de materia en el descascarado</i>	54
4.6.4 <i>Balance de materia en la preparación del líquido de cobertura</i>	55
4.6.4.1 <i>Balance de materia en el calentamiento</i>	56
4.6.4.2 <i>Balance de materia en el mezclado</i>	57
4.6.4.3 <i>Balance de materia en la esterilización</i>	58
4.6.4.4 <i>Balance de materia en la pasteurización</i>	60
4.6.5 <i>Resumen general del balance de materia</i>	62
4.7 <i>Balance de energía</i>	64
4.7.1 <i>Balance de energía en la esterilización</i>	65
4.7.2 <i>Balance de energía en la cocción</i>	67
4.7.3 <i>Balance de energía en el calentamiento</i>	70
4.7.4 <i>Balance de energía en la pasteurización</i>	73

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 <i>Conclusiones</i>	77
5.2 <i>Recomendaciones</i>	78

ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO A</i>	<i>Informe de laboratorio</i>
<i>ANEXO B</i>	<i>Formato de test de evaluación sensorial</i>
<i>ANEXO C</i>	<i>Resultados del análisis estadístico</i>
<i>ANEXO D</i>	<i>Resultados del diseño experimental</i>
<i>ANEXO E</i>	<i>Tablas</i>
<i>ANEXO F</i>	<i>Fotografías</i>

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<i>Tabla 2.1 Análisis comparativo de los componentes estructurales del huevo de gallina y codorniz.....</i>	8
<i>Tabla 2.2 Análisis comparativo entre la composición química del huevo de codorniz y gallina.....</i>	10
<i>Tabla 2.3 Aminoácidos de los huevos de codorniz.....</i>	11
<i>Tabla 2.4 Aporte nutricional medio.....</i>	12
<i>Tabla 2.5 pH de inhibición de bacterias patógenas.....</i>	17
<i>Tabla 3.1 Materiales utilizados durante el proceso de obtención de huevos encurtidos.....</i>	28
<i>Tabla 3.2 Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas</i>	32
<i>Tabla 3.3 Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto.....</i>	33
<i>Tabla 3.4 Determinación del análisis microbiológico.....</i>	33
<i>Tabla 3.5 Niveles de variación de las variables para el líquido de cobertura.</i>	35
<i>Tabla 3.6 Matriz de variables para el líquido de cobertura.....</i>	35
<i>Tabla 4.1 Características físicas del huevo de codorniz.....</i>	38
<i>Tabla 4.2 Propiedades fisicoquímicas del huevo de codorniz.....</i>	38
<i>Tabla 4.3 Datos de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Textura.....</i>	39
<i>Tabla 4.4 Análisis estadístico de la prueba de Duncan para elegir el tiempo de cocción: textura.....</i>	40
<i>Tabla 4.5 Datos de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Sabor.....</i>	41
<i>Tabla 4.6 Análisis estadístico de la prueba de Duncan para elegir la muestra de preferencia: Sabor.....</i>	42
<i>Tabla 4.7 Datos obtenidos instrumentalmente.....</i>	43

	Página
<i>Tabla 4.8 Matriz de resultados de las variables para el líquido de cobertura en función al pH</i>	43
<i>Tabla 4.9 ANVA de las variables para el líquido de cobertura para un diseño 2³</i>	44
<i>Tabla 4.10 Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz: Sabor.....</i>	45
<i>Tabla 4.11 Análisis estadístico de la prueba de Duncan para el producto encurtido de huevos de codorniz: Sabor.....</i>	46
<i>Tabla 4.12 Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz: Textura.....</i>	47
<i>Tabla 4.13 Análisis estadístico de la prueba de Duncan para el producto encurtido de huevos de codorniz: Textura.....</i>	48
<i>Tabla 4.14 Evaluación sensorial del producto terminado encurtido de huevos de codorniz: Aspecto.....</i>	48
<i>Tabla 4.15 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	50
<i>Tabla 4.16 Análisis microbiológico del producto terminado encurtido de huevos de codorniz.....</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<i>Figura 2.1 Dimensiones y forma típica del huevo de codorniz.....</i>	7
<i>Figura 2.2 Diagrama general de elaboración de encurtido de huevos de codorniz.....</i>	24
<i>Figura 3.1 Diagrama de flujo para la elaboración de encurtido de huevos de codorniz.....</i>	29
<i>Figura 4.1 Resultados promedio de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Textura.....</i>	39
<i>Figura 4.2 Resultados promedio de la evaluación sensorial para el tratamiento térmico: Sabor.....</i>	41
<i>Figura 4.3 Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Sabor.....</i>	46
<i>Figura 4.4 Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Textura.....</i>	47
<i>Figura 4.5 Resultados de la evaluación sensorial del producto encurtido de huevos de codorniz: Aspecto.....</i>	49
<i>Figura 4.6 Diagrama de bloques del balance de materia de elaboración de encurtido de huevos de codorniz.....</i>	51
<i>Figura 4.7 Diagrama de bloque de la recepción.....</i>	52
<i>Figura 4.8 Diagrama de bloque en la cocción.....</i>	53
<i>Figura 4.9 Diagrama de bloque del descascarado.....</i>	54
<i>Figura 4.10 Diagrama de bloques de la preparación del líquido de cobertura.....</i>	55
<i>Figura 4.11 Diagrama de bloque en el calentamiento.....</i>	56
<i>Figura 4.12 Diagrama de bloque para el mezclado.....</i>	57
<i>Figura 4.13 Diagrama de bloque en la esterilización.....</i>	59
<i>Figura 4.14 Diagrama de bloque en la pasteurización.....</i>	60
<i>Figura 4.15 Resumen general del balance de materia en la elaboración</i>	

	Página
<i>de encurtido de huevos de codorniz.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.16 Resumen general del balance de materia en la elaboración del líquido de cobertura.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 4.17 Diagrama de bloque en el balance de energía de la esterilización</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.18 Diagrama de bloque en el balance de energía en la cocción.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4.19 Diagrama de bloque en el balance de energía calentamiento....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 4.20 Diagrama de bloque en el balance de energía en la pasteurización</i>	<i>73</i>

SIMBOLOGÍA EMPLEADA

$^{\circ}\text{C}$	=	<i>Grado centígrado.</i>
<i>gr</i>	=	<i>gramo.</i>
<i>cm</i>	=	<i>centímetro.</i>
%	=	<i>porcentaje.</i>
<i>mg</i>	=	<i>miligramo.</i>
μg	=	<i>microgramo.</i>
<i>Mm</i>	=	<i>milímetro.</i>
<i>ufc/g</i>	=	<i>Unidades formadoras de colonias por gramo.</i>
<i>min</i>	=	<i>minutos.</i>
<i>ml</i>	=	<i>mililitro.</i>
\bar{x}	=	<i>Valor promedio de los resultados.</i>
x_1, x_n	=	<i>Son los valores observados de las muestras.</i>
<i>n</i>	=	<i>Número de observaciones.</i>
<i>HC</i>	=	<i>Cantidad de huevo de codorniz.</i>
<i>HCD</i>	=	<i>Cantidad de huevo de codorniz descartado.</i>
<i>HCS</i>	=	<i>Cantidad de huevo de codorniz seleccionado.</i>
<i>MAF</i>	=	<i>Cantidad de agua fría.</i>
<i>MAC</i>	=	<i>Cantidad de agua caliente.</i>
<i>HCC</i>	=	<i>Cantidad de huevo de codorniz cocidos.</i>
X_{PNC}^{HCC}	=	<i>Fracción de la parte no comestible del huevo de codorniz cocido.</i>
X_{PC}^{HCC}	=	<i>Fracción de la parte comestible del huevo de codorniz cocido.</i>
<i>C</i>	=	<i>Cantidad de cáscara.</i>
X_{PNC}^C	=	<i>Fracción de la parte no comestible de la cáscara.</i>
X_{PC}^C	=	<i>Fracción de la parte comestible de la cáscara.</i>
<i>HSC</i>	=	<i>Cantidad de huevo de codorniz sin cáscara.</i>
X_{PNC}^{HSC}	=	<i>Fracción de la parte no comestible del huevo de codorniz sin cáscara.</i>
X_{PC}^{HSC}	=	<i>Fracción de la parte comestible del huevo de codorniz sin cáscara.</i>

kg/m^3 = *Kilogramo por metro cúbico.*

δ = *Densidad.*

m = *masa.*

V = *Volumen.*

Kg = *Kilogramo.*

MA = *Cantidad de agua.*

MLP_1 = *Cantidad de laurel y pimienta.*

MLP_2 = *Cantidad de laurel y pimienta.*

MAE = *Cantidad de agua evaporada.*

I = *Cantidad de infusión.*

MI = *Cantidad de insumos.*

MV = *Cantidad de vinagre.*

MS = *Cantidad de sal.*

MA = *Cantidad de azúcar.*

MLC = *Cantidad de líquido de cobertura.*

Σ = *Sumatoria.*

Q_{cedido} = *Calor cedido.*

Q_{ganado} = *Calor ganado.*

Q = *Calor.*

C_p = *Calor específico.*

ΔT = *Gradiente de temperatura.*

λ = *Calor latente.*

MA_1 = *Cantidad de agua para esterilizar los frascos de vidrio.*

MF_1 = *Cantidad de frascos de vidrio y tapas.*

MF_2 = *Cantidad de frascos de vidrio y tapas después de esterilizar.*

MA_2 = *Cantidad de agua después de esterilizar.*

MAP_1 = *Cantidad de agua para pasteurizar los frascos con el producto.*

MFP_1 = *Cantidad de frascos con el producto.*

MFP_2 = *Cantidad de frascos con el producto después de pasteurizar.*

MAP_2 = Cantidad de agua después de pasteurizar.

T_0 = Temperatura inicial.

T_f = Temperatura final.

Q_C = Calor cedido.

Q_R = Calor del recipiente.

Q_A = Calor del agua.

Q_H = Calor de los huevos de codorniz.

Q_F = Calor de los frascos.

Q_{FP} = Calor de los frascos con el producto.

Q_{vap} = Calor de evaporación del agua.

m_R = Cantidad del recipiente.

C_{pR} = Calor específico del acero inoxidable.

ΔT_R = Gradiente de temperatura del recipiente.

m_A = Cantidad de agua.

C_{pA} = Calor específico del agua.

ΔT_A = Gradiente de temperatura del agua.

m_{Fv} = Cantidad de frascos de vidrio.

C_{pFv} = Calor específico del vidrio.

ΔT_{Fv} = Gradiente de temperatura de los frascos de vidrio.

m_T = Cantidad de tapas.

C_{pT} = Calor específico del acero inoxidable.

ΔT_T = Calor específico de las tapas.

m_{AE} = Cantidad de agua evaporada.

λ_v = Calor de evaporación del agua.

m_H = Cantidad de los huevos de codorniz.

C_{pH} = Calor específico del huevo de codorniz.

ΔT_H = Gradiente de temperatura de los huevos de codorniz.

$C_{p\text{ alimento}}$ = Calor específico de un alimento.

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

- X_i = *Fracción de los componentes del alimento.*
- $C_{p\text{ agua}}$ = *Calor específico del agua sobre la congelación.*
- $C_{p\text{ proteínas}}$ = *Calor específico de proteínas.*
- $C_{p\text{ lípidos}}$ = *Calor específico de lípidos.*
- $C_{p\text{ cenizas}}$ = *Calor específico de cenizas.*
- m_{LC} = *Cantidad de frascos de vidrio con el producto.*
- C_{pLC} = *Calor específico del líquido de cobertura.*
- ΔT_{LC} = *Gradiente de temperatura del líquido de cobertura.*
- Q_{total} = *Calor total necesario para elaboración del producto.*
- Q_E = *Calor necesario para la esterilización.*
- Q_C = *Calor necesario para la cocción.*
- Q_{Ca} = *Calor necesario para el calentamiento.*
- Q_P = *Calor necesario para la pasteurización.*