



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

TEMA:

**Análisis comparativo de control microbiológico de un sistema de
alitas de pollo listas para freír.**

AUTORA:

Huayamave Córdova, Sylvia Dennise

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

Guayaquil, Ecuador

4 de marzo del 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Huayamave Córdova, Sylvia Dennise**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL**.

TUTOR

f. _____

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Pincay Figueroa, Paola, M. Sc.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2026



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Huayamave Córdova, Sylvia Dennise

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Análisis comparativo de control microbiológico de un sistema de alitas de pollo listas para freír**, previo a la obtención del título de **Ingeniera agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2026

LA AUTORA

f. 

Huayamave Córdova, Sylvia Dennise



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

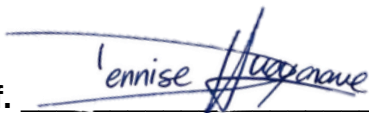
AUTORIZACIÓN

Yo, Huayamave Córdova, Sylvia Dennise

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Análisis comparativo de control microbiológico de un sistema de alitas de pollo listas para freír**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 4 días del mes de marzo del año 2026

LA AUTORA:

f. 

Huayamave Córdova, Sylvia Dennise



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Análisis comparativo de control microbiológico de un sistema de alitas de pollo listas para freír** presentado por el estudiante **Sylvia Dennise Huayamave Córdova** de la carrera de ingeniería agroindustrial, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 2 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**
magister

Trabajo de Integración Curricular Dennis Huayamabe Co

2%
Textos
sospechosos

0%
Similitudes
0 % similitudes entre
comillas
0 % entre las fuentes
mencionadas
1%
Idiomas no
reconocidos
1%
Textos
potencialmente
generados por la IA

Nombre del documento: Trabajo de Integración Curricular Dennis Huayamabe Co.docx
ID del documento: 678876fe27af26aa9dee20376c8876c663393750
Tamaño del documento original: 1,38 MB

Depositante: Jorge Ruperto Velasquez Rivera
Fecha de depósito: 2/3/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 2/3/2026

Número de palabras: 13.877
Número de caracteres: 90.579

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuente: COMPILATIO-Usuario Velásquez, 2026

Certifica

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

TUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a mis abuelos, Sylvia y Víctor, por ser un pilar fundamental en mi vida y apoyarme en cada paso que doy, también por ser un ejemplo a seguir para mí y haberme enseñado a luchar por mis metas.

Agradezco a mis padres, por todo su trabajo y esfuerzo para ofrecerme una buena educación, por ser mi inspiración y apoyo incondicional.

Agradezco a mi familia, por haber sido un apoyo durante esta etapa, por brindarme un hogar cuando yo estaba lejos del mío y siempre aconsejarme y guiarme para ser una mejor persona.

Agradezco también a mi pareja, por su comprensión, paciencia y motivación en mis últimos años de estudio.

Agradezco a mis amigos y compañeros, por todos los momentos que hemos compartido, risas, estudios y prácticas; les deseo lo mejor.

Por último, le agradezco al Ing. Jorge Velásquez, mi tutor, por haberme acompañado en este proceso de titulación, quien me guió y me tuvo paciencia durante mi investigación. Por otro lado, a la Ing. Bella Crespo, quien también me apoyó durante toda mi investigación, gracias por todos sus consejos y enseñanzas, las llevaré siempre conmigo.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto con todo mi amor a mis abuelos, a mis padres, quienes han sido mi ejemplo de superación, esfuerzo y valores por los cuales hoy puedo cumplir esta meta.

A mi pareja, por acompañarme en cada paso de doy y por creer en mí incluso cuando yo no creía en mí misma.

Me dedico este proyecto a mí misma, porque sé que puedo cumplir todas mis metas y que estoy hecha para grandes cosas.

Este logro también es suyo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. _____

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

TUTOR

f. _____

Ing. Pincay Figueroa, Paola, M. Sc.

DIRECTORA DE CARRERA

f. _____

Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc.

COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CALIFICACIÓN

f. _____

Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.	3
1.2 Hipótesis.....	4
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Taxonomía del pollo	5
2.2 Consumo avícola en Ecuador	5
2.3 Pollo como materia prima	5
2.3.1 Pollos Broiler.....	6
2.4 Características físicas y químicas de la carne de pollo.....	6
2.4.1 Aporte nutricional del pollo.....	6
2.4.2 pH.	6
2.4.3 Determinación de humedad.	7
2.4.4 Determinación de ceniza.....	7
2.4.5 Análisis bromatológicos.	8
2.5 Faenamiento de pollos.....	8
2.6 Alitas de pollo como presas cárnicas.....	9
2.7 Obtención de presas	9
2.8 Consumo per cápita de pollo en Ecuador	9
2.9 Precocción de alimentos.....	10
2.9.1 Cambios físicos.....	10
2.10 Cinética de inactivación térmica.....	10
2.10.1 Valor D (Tiempo de reducción decimal).	10
2.10.2 Valor z (Resistencia Relativa a la Temperatura).....	11
2.11 Enfriamiento rápido (Blast Chilling).....	11
2.12 Zona de peligro de temperatura	12
2.13 Indicadores de calidad de productos a base de pollo	12
2.13.1 Inocuidad.	13
2.14 Normativa INEN 1338	13
2.15 Sistema de doble empanizado en seco.....	13
2.16 Empaque al vacío	13
2.17 Conservación por congelación	14
2.18 Indicadores microbiológicos en productos cárnicos	14
2.18.1 Indicadores de higiene y deterioro.	15

2.18.2 Indicadores de riesgo sanitario (Patógenos).....	15
2.18.3 Enfermedades transmitidas por alimentos.....	16
2.18.4 Requisitos INEN 1338:2012	17
3 MARCO METODOLÓGICO.....	18
3.1 Ubicación de investigación	18
3.2 Condiciones climáticas de la zona	18
3.3 Duración.....	19
3.4 Materiales, equipos e insumos	19
3.4.1 Materiales.....	19
3.4.2 Equipos.....	19
3.4.3 Insumos.....	20
3.5 Descripción del ensayo	20
3.5.1 Población y muestra.	20
3.5.2 Recepción y selección de materia prima.....	21
3.5.3 Caracterización de materia prima.....	21
3.5.4 Protocolo de tratamiento térmico y empanizado.	23
3.5.5 Formulación de salmuera para precocción.	24
3.5.6 Formulación de empanizado.....	24
3.5.7 Precocción de alitas de pollo.	24
3.5.8 Enfriamiento.....	25
3.5.9 Empanizado.....	25
3.5.10 Empaque al vacío.....	25
3.5.11 Congelación.	26
3.6 Preparación de medios de cultivo para análisis microbiológicos	26
3.6.1. Medio de cultivo para <i>Staphylococcus aureus</i>	26
3.6.2 Medio de cultivo para <i>Escherichia coli</i>	26
3.6.3 Medio de cultivo para aerobios mesófilos.	27
3.6.4 Medio de cultivo para <i>Salmonella</i>	27
3.6.5 Evaluación microbiológica.....	28
3.6.6 Mecanismo de ingreso de datos.....	29
3.7 Diseño de investigación	29
3.8 Diseño experimental.....	31
3.8.1 Diseño y factores.	31
3.8.2 Desarrollo de Análisis de Varianza (ANOVA).	32
3.8.3 Modelo lineal aditivo de un experimento bifactorial en DCA.	32
3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33

3.9.1 Repetición experimental.	33
3.10 Análisis estadístico	33
3.11 Costos de producción.....	34
3.11.1 Costos totales.....	34
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 Caracterización de materia prima	35
4.1.1 Carne de pollo “ <i>Gallus domesticus</i> ”	35
4.1.2 Microbiología.	36
4.2 Conteo microbiológico inicial (día 0)	36
4.3 Conteo microbiológico final (día 7)	44
4.4 Análisis estadístico de <i>Staphylococcus aureus</i>	48
4.4.1 Determinación de mejor tratamiento.	51
4.4.2 Análisis de varianza.	51
4.5 Análisis estadístico de mesófilos aerobios	54
4.5.1 Determinación de tratamiento más efectivo.	56
4.5.2 Análisis de varianza.	57
4.6 Determinación de tratamiento escogido	59
4.6.1 Caracterización física y química del tratamiento escogido.....	59
4.7 Cálculo de costos.....	60
4.7.1 Costos de producción	61
4.7.2 Costo total producción por alita	62
4.8 Beneficio / Costo	62
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
6.1 Conclusiones	63
6.2 Recomendaciones.....	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Taxonomía del pollo</i>	5
Tabla 2. <i>Normativa INEN NTE 1338</i>	17
Tabla 3. <i>Formulación de salmuera para precocción</i>	24
Tabla 4. <i>Formulación del empanizado</i>	24
Tabla 5. <i>Conteo microbiológico del tratamiento x</i>	29
Tabla 6. <i>Descripción de los tratamientos</i>	31
Tabla 7. <i>Esquema de análisis de varianza</i>	32
Tabla 8. <i>Resultados físicos y químicos de la carne de pollo</i>	35
Tabla 9. <i>Conteo microbiológico del pollo crudo</i>	36
Tabla 10. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 1</i>	37
Tabla 11. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 2</i>	38
Tabla 12. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 3</i>	38
Tabla 13. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 4</i>	39
Tabla 14. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 5</i>	39
Tabla 15. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 6</i>	40
Tabla 16. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 7</i>	40
Tabla 17. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 8</i>	41
Tabla 18. <i>Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 9</i>	41
Tabla 19. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 1</i>	44
Tabla 20. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 2</i>	44
Tabla 21. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 3</i>	45
Tabla 22. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 4</i>	45
Tabla 23. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 5</i>	45
Tabla 24. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 6</i>	46
Tabla 25. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 7</i>	46
Tabla 26. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 8</i>	46
Tabla 27. <i>Conteo microbiológico final del Tratamiento 9</i>	47
Tabla 28. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 1</i>	49
Tabla 29. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 2</i>	49
Tabla 30. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 3</i>	49
Tabla 31. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 4</i>	49
Tabla 32. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 5</i>	50
Tabla 33. <i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 6</i>	50

Tabla 34.	<i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 7...</i>	50
Tabla 35.	<i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 8</i>	50
Tabla 36.	<i>Conteo de Staphylococcus aureus del Tratamiento 9</i>	51
Tabla 37.	<i>Análisis de varianza de Staphylococcus aureus</i>	52
Tabla 38.	<i>Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)</i>	52
Tabla 39.	<i>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.02326</i>	52
Tabla 40.	<i>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.67119</i>	53
Tabla 41.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 1</i>	54
Tabla 42.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 2</i>	54
Tabla 43.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 3</i>	54
Tabla 44.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 4</i>	55
Tabla 45.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 5</i>	55
Tabla 46.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 6</i>	55
Tabla 47.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 7</i>	55
Tabla 48.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 8</i>	56
Tabla 49.	<i>Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 9</i>	56
Tabla 50.	<i>Análisis de varianza de mesófilos aerobios</i>	57
Tabla 51.	<i>Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)</i>	57
Tabla 52.	<i>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=26.16866</i>	58
Tabla 53.	<i>Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=33.32827</i>	58
Tabla 54.	<i>Resultados físicos y químicos del tratamiento escogido</i>	60
Tabla 55.	<i>Cálculo de producción de harina saborizada</i>	60
Tabla 56.	<i>Cálculo de producción por unidad de alita</i>	61
Tabla 57.	<i>Cálculo de costos de producción</i>	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación del ensayo</i>	18
Figura 2. Diagrama de flujo de procesamiento de alitas de pollo	23
Figura 3. Diagrama de flujo de análisis de microorganismos	28
Figura 4. <i>Gráfico de interacción de aerobios mesófilos día 0</i>	43
Figura 5. <i>Gráfico de interacción de Staphylococcus aureus día 0</i>	42
Figura 6. <i>Gráfico de interacción Staphylococcus aureus día 7</i>	47
Figura 7. <i>Gráfico de interacción de Aerobios mesófilos día 7</i>	47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación desarrolla un análisis comparativo del control microbiológico en alitas de pollo listas para freír y evalúa la influencia de la temperatura de precocción y el método de enfriamiento en la vida útil y la calidad sanitaria del producto. La investigación surge de la necesidad de estandarizar procesos en productos cárnicos precocidos y busca garantizar la inocuidad sin afectar las características sensoriales. El estudio aplicó un diseño experimental bifactorial completamente al azar, en el cual se evaluaron tres temperaturas de precocción (80 °C, 90 °C y 100 °C) en combinación con diferentes temperaturas de enfriamiento (30 °C, 15 °C, 5 °C y ambiente) lo que dio lugar a doce tratamientos. Luego, las alitas se empanizaron, se empacaron al vacío y se almacenaron bajo congelación. Se efectuaron análisis microbiológicos en los días 0 y 7 de almacenamiento, con el fin de cuantificar *Salmonella*, *Escherichia coli*, mesófilos aerobios y *Staphylococcus aureus*. Los conteos microbiológicos fueron expresados en UFC para el análisis estadístico, los datos se procesaron mediante un ANOVA de dos vías, por el cual se identificaron las diferencias significativas entre tratamientos y a partir de esto, determinar tanto la influencia individual de cada factor como su interacción. Los resultados evidenciaron que los tratamientos con precocción a 100 °C en combinación con enfriamiento rápido presentó el mejor desempeño microbiológico, porque se registró menor crecimiento microbiano durante el almacenamiento y mayor estabilidad del producto. La investigación concluye que la aplicación correcta de tratamientos térmicos junto con un control de enfriamiento representa un factor importante para garantizar la inocuidad en productos cárnicos precocidos. Además, demuestra que, además de estandarizar el proceso, también se mejora la seguridad alimentaria, y a partir de esto, se fortalece la viabilidad técnica y productiva del sistema propuesto.

Palabras clave: Precocción, vida útil, enfriamiento, calidad microbiológica, tratamiento térmico

ABSTRACT

The present research work develops a comparative analysis of microbiological control in ready-to-fry chicken wings and evaluates the influence of pre-cooking temperature and cooling method on the shelf life and sanitary quality of the product. The research arises from the need to standardize processes in precooked meat products and seeks to guarantee food safety without affecting sensory characteristics. The experimental design used a completely randomized, two-factor experimental design, to evaluate three precooking temperatures (80 °C, 90 °C, and 100 °C) in combination with different cooling temperatures (30 °C, 15 °C, 5 °C, and ambient), resulting in twelve treatments. The chicken wings were breaded, vacuum-packed, and stored frozen. Microbiological analyses were performed after the process (on day 0) and day 7 of storage to quantify *Salmonella*, *Escherichia coli*, aerobic mesophilic bacteria, and *Staphylococcus aureus*. Microbiological counts were expressed in colony-forming units (CFU) for statistical analysis. Data were processed using Statgraphics, with a wo-way ANOVA to identify significant differences between treatments and, based on this, determine the individual influence of each factor and their interaction. The results showed that precooking at 100°C combined with rapid cooling exhibited the best microbiological performance, with less microbial growth during storage and greater product stability. The research concludes that the correct application and combination of heat treatments along with controlled cooling is a significant factor in ensuring the safety of precooked meat products. The research concludes that the chosen treatment is a key factor in ensuring safety in precooked meat products. Furthermore, it demonstrates that, in addition to standardizing the process, food safety is improved, thereby strengthening the technical and productive feasibility of the proposed system.

Keywords: Pre-cooking, shelf life, cooling, microbiological quality, thermal treatment.

1 INTRODUCCIÓN

La calidad microbiológica de los alimentos representa un punto crítico en la industria de los alimentos, en especial en los productos cárnicos por ser altamente susceptibles a la contaminación cruzada y deterioro. En productos procesados de consumo frecuente como las alitas de pollo, es fundamental asegurar condiciones adecuadas de procesamiento y conservación para poder proteger la calidad e inocuidad del producto y evitar riesgos para la salud del consumidor.

En la ciudad de Salinas, provincia de Santa Elena, la preparación de alitas de pollo en su mayoría se ejecuta con procesos artesanales, donde la prioridad suele estar puesta en el sabor y la rapidez del servicio, más que en el control técnico de factores que alteran directamente en la calidad microbiológica. Estas prácticas comunes en muchos establecimientos gastronómicos de pequeña y mediana escala, puede generar variaciones importantes en la carga microbiana del producto final y limitar su estabilidad durante el almacenamiento.

El presente estudio tomó como referencia un restaurante local que inició sus actividades en el año 2023 como un emprendimiento de pequeña escala. El crecimiento del negocio, como consecuencia de una alta aceptación del producto, evidenció la necesidad de fortalecer los procesos de preparación, para poder cumplir con la alta demanda y también asegurar que el alimento mantenga condiciones de calidad e inocuidad constantemente. Esta problemática permitió identificar la importancia de evaluar el producto desde una perspectiva técnica y microbiológica.

Desde una perspectiva agroindustrial, combinar la aplicación de tratamientos térmicos, junto con métodos adecuados de enfriamiento y conservación, ha evidenciado ser una estrategia eficiente para fortalecer la estabilidad microbiológica de productos cárnicos. Por lo que, se buscó analizar y seleccionar un sistema de combinación térmica para determinar

diferencias significativas en los recuentos microbiológicos y estabilidad en el producto luego de días de congelación.

Finalmente, este trabajo se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular el ODS 9, gracias a que promueve la aplicación de innovación en los procesos productivos; el ODS 12, por contribuir a la reducción de pérdidas mediante una mejor conservación de los alimentos; y el ODS 8, al fomentar prácticas productivas más seguras y sostenibles, lo cual destaca la importancia del control microbiológico como un eje central en la elaboración de alimentos de calidad.

Para ello, se definieron los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Analizar el efecto comparativo de un control microbiológico en un sistema de alitas de pollo listas para freír.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar la materia prima mediante parámetros físicos y químicos.
- Comparar el efecto de la aplicación de diferentes temperaturas de precocción (80, 90 y 100 °C) y enfriamiento (ambiental, 30, 15 y 5 °C) sobre los recuentos microbiológicos (aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*) de alitas de pollo empanizadas.
- Analizar la calidad microbiológica de las alitas de pollo empanizadas y empacadas al vacío al término de cada proceso y luego de 7 días de congelación.
- Identificar el tratamiento que favorece el menor crecimiento microbiano del producto final.
- Evaluar el costo/beneficio de la implementación del protocolo de estandarización de alitas de pollo

1.2 Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en los recuentos microbiológicos en los diferentes tratamientos tanto en tiempo 0 como luego de 7 días de congelación.

Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias significativas en los recuentos microbiológicos en los diferentes tratamientos tanto en tiempo 0 como luego de 7 días de congelación.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Taxonomía del pollo

Clasificación taxonómica de pollos según Quijije, (2023).

Tabla 1.

Taxonomía del pollo

Nombre común	Pollo
Reino	animalia
Filo	chordata
Clase	Aves
Orden	galliformes
Familia	phasianidae
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>gallus</i>
Subespecie	<i>domesticus</i>

Nota. Tomado de Quijije, 2025.

2.2 Consumo avícola en Ecuador

El sector avícola ecuatoriano ha mostrado un crecimiento sostenido en los últimos años. Entre 2018 y 2019, la producción de aves en granjas y criaderos del país experimentó un aumento del 27 %, reflejando la importancia de esta actividad dentro de la economía y la seguridad alimentaria nacional. La carne de pollo y los huevos constituyen componentes esenciales de la dieta de la población ecuatoriana y forman parte de los alimentos de origen animal más consumidos a nivel global. Su demanda ha crecido de manera acelerada en las últimas décadas, impulsada por su accesibilidad, su presencia en diversas culturas y la ampliación de los sistemas de producción avícola en todo el mundo (Conave, s/f-a)

2.3 Pollo como materia prima

La carne de pollo se encuentra entre las carnes más consumidas a nivel mundial debido a su accesibilidad y valor nutricional. Se caracteriza por ser una fuente rica en proteínas de alta calidad, además de aportar vitaminas esenciales y minerales como potasio y calcio. Estas propiedades la convierten en un alimento versátil y adecuado para una dieta equilibrada (Rodríguez León, 2020).

2.3.1 Pollos Broiler

El término broiler se utiliza para describir a los pollos destinados específicamente a la producción de carne y no corresponde a una raza tradicional, sino a una línea genética desarrollada mediante programas de mejoramiento avícola. Estas líneas han sido seleccionadas durante décadas para obtener aves con rápido crecimiento, alta conversión alimenticia y mayor resistencia a enfermedades, características que permiten un rendimiento óptimo en sistemas de producción intensiva (Pozo Baque, 2022).

2.4 Características físicas y químicas de la carne de pollo

Las propiedades físicas y químicas de la carne de pollo, tales como color, pH, humedad y ceniza; constituyen indicadores fundamentales de su calidad. Estas características influyen directamente en la aceptación del producto y permiten determinar su capacidad para el consumo (León et al., 2018).

2.4.1 Aporte nutricional del pollo.

La carne de pollo contiene un alto valor nutricional, caracterizado por su elevado contenido de proteínas y su bajo aporte de grasa en cortes sin piel. Una porción de 150 g de carne de pollo sin piel cubre el 52 % de la recomendación diaria de proteínas, 8 % de grasas, 5 % de sodio. Estas características hacen de la carne de pollo una fuente proteica versátil y adecuada para distintos requerimientos nutricionales (Gallinger, 2016).

2.4.2 pH.

El pH es una de las propiedades más importantes de la carne de pollo, este permite evaluar el grado de acidez o alcalinidad del medio. A su vez, influye directamente en la calidad, estabilidad y condición para el consumo o procesamiento industrial. Este parámetro se define a partir del equilibrio entre la concentración de iones de hidrógeno (H^+) y de iones hidroxilo (OH^-) presentes en una solución. Cuando la concentración de H^+ es mayor que la de OH^- , el medio se considera ácido; cuando ambas concentraciones son iguales, el pH es neutro; y cuando la concentración de OH^- supera a la de H^+ , el medio se clasifica como alcalino (Argote, 2022).

El pH se mide principalmente con pH-metros digitales (Potenciométrico) o con papel indicador (Tiras de pH), también con reactivos líquidos indicadores colorimétricos). La elección del método dependerá de la precisión necesaria, si se desean datos más exactos lo ideal es utilizar un pH-metro; para una estimación rápida y económica, las tiras son una alternativa (Dubaniewicz, 2024).

2.4.3 Determinación de humedad.

El contenido de agua en un producto es fundamental para poder determinar la humedad de este, es la base para poder comparar resultados analíticos y convertir valores. La selección del método para la determinación dependerá de la composición química, compuestos y contenido de grasa del alimento, el objetivo es aplicar calor para evaporar el agua presente en la muestra (Masson, s/f).

El método de estufa desecadora se basa en la eliminación del agua presente en el alimento a través de la aplicación de calor controlado. Durante este procedimiento, se toma una muestra pesada y se coloca en un recipiente seco, luego, se somete a secado en la estufa a una alta temperatura. Posteriormente, se enfría la muestra, la cual será pesada para registrar la pérdida de masa según Ciro (2022). A partir de eso se puede calcular el porcentaje de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Ms = \text{Peso de muestra (g)} / \text{Peso de la muestra (g)} \times 100$$

2.4.4 Determinación de ceniza.

El análisis de determinación de ceniza es utilizado para estimar el contenido total de minerales existentes en un alimento. Este proceso se basa en la eliminación de la materia orgánica mediante calcinación, de esto se obtiene como resultado un residuo conocido como ceniza. Este análisis es indispensable en estudios de calidad y caracterización de alimentos (Trejo Miranda, s/f).

Para el proceso de incineración controlada se utiliza una muestra del producto a analizar, se pesa y se coloca dentro de un crisol previamente limpio y seco. Posteriormente, el material se introduce a una mufla y se calcina a una temperatura de 500 a 600 °C, hasta la completa eliminación de la materia orgánica y la obtención de cenizas. Una vez finalizada la calcinación, se retira el crisol de la mufla y se deja enfriar de acuerdo a las indicaciones de Arriaga Zacarias et al (2022). Finalmente, se pesa el crisol con el residuo y el peso que se obtuvo, se utiliza para calcular el contenido de ceniza del alimento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de cenizas \%} = \frac{\text{peso de cenizas}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

2.4.5 Análisis bromatológicos.

Un análisis bromatológico está conformado por técnicas y métodos científicos utilizados para proporcionar información nutricional y composición química de los alimentos según Multianalityca S.A. (2024). Este análisis proporciona varios componentes, tales como:

- Humedad
- Proteínas
- Grasas
- Carbohidratos
- Vitaminas y minerales

2.5 Faenamiento de pollos

La importancia de un faenamiento adecuado se evidencia al comparar la carne proveniente de aves sacrificadas bajo procesos controlados con aquella obtenida de animales que han muerto antes del sacrificio. Las aves que fallecen por enfermedad, estrés térmico, intoxicación, transporte, desastres naturales o cualquier causa no controlada generan lo que se conoce como cold-slaughtered meat (CS), carne que no es apta para el consumo debido a su alto riesgo sanitario. Este tipo de productos se caracteriza por retener casi el 100 % de la sangre en los tejidos, a diferencia de la carne proveniente de un faenamiento higiénico, donde se permite reducir por debajo del 50 % el proceso de sangrado (Banerjee et al., 2025).

2.6 Alitas de pollo como presas cárnicas

Las alitas de pollo constituyen una de las presas más apreciadas por los consumidores debido a sus atributos sensoriales únicos. Desde el punto de vista nutricional, las alitas representan una fuente importante tanto de macronutrientes como de micronutrientes esenciales. Su composición promedio incluye 17.6 % de proteínas, 14.9 % de grasas y 0.7 % de cenizas, valores que reflejan un aporte energético significativo y un contenido proteico adecuado para su uso como materia prima en procesos agroindustriales (Zhang et al., 2025).

2.7 Obtención de presas

La obtención de presas de pollo forma parte de la fase de despiece posterior al faenamiento, y consiste en separar la canal en cortes específicos destinados al consumo o a procesos posteriores. Según los lineamientos establecidos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG, 2021), este procedimiento debe realizarse inmediatamente después del eviscerado y el lavado final, manteniendo la canal a temperaturas de refrigeración para reducir la proliferación microbiana. El despiece inicia con la separación de las extremidades y articulaciones principales, continuando con cortes definidos que permiten obtener alas, muslos, piernas, pechugas y espinazo (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, 2021).

2.8 Consumo per cápita de pollo en Ecuador

El consumo per cápita de pollo muestra una tendencia claramente creciente entre 2016 y 2025. En 2016 se registraron 25.15 kg por persona, incrementándose de forma sostenida hasta alcanzar 30.62 kg en 2019, año en el que se evidenció el mayor crecimiento previo a la pandemia. Durante 2020 y 2021 el consumo disminuyó levemente, probablemente por factores económicos y logísticos asociados al contexto sanitario, pero a partir de 2022 inició una recuperación progresiva que llevó a superar nuevamente la barrera de los 30 kg en 2023. Las proyecciones para 2025 alcanzan los 31 kg por persona al año, lo que confirma una demanda estable y en aumento (Conave, s/f).

2.9 Precocción de alimentos

La precocción provoca una serie de cambios estructurales en la carne debido a la desnaturalización de las proteínas musculares, las cuales determinan la textura y la capacidad de retención de agua. Las proteínas, miofibrilares, sarcoplásmicas y de tejido conectivo, pierden su conformación original cuando se exponen al calor, fenómeno que influye directamente en la jugosidad y firmeza del producto final (Wang et al., 2025).

2.9.1 Cambios físicos.

Durante el calentamiento, especialmente entre 45 y 90 °C, las proteínas miofibrilares comienzan a desdoblarse y posteriormente a agregarse, generando la contracción de las fibras musculares y favoreciendo la pérdida de agua y el aumento de la dureza. El tejido conectivo también experimenta contracciones a temperaturas inferiores a 60 °C; sin embargo, a medida que la cocción progresa, dicho tejido se rompe y se solubiliza, contribuyendo a una mayor ternura (Wang et al., 2025).

2.10 Cinética de inactivación térmica

La precocción es uno de los pasos del procesamiento y representa un punto crítico, su objetivo es que el producto resulte inocuo mediante la reducción de la carga microbiana. La cinética de inactivación térmica garantiza la eficacia de la precocción, debido a que describe la velocidad en la que los microorganismos o sus enzimas pierden la actividad al aumentar el calor (Nayak et al., 2022).

2.10.1 Valor D (Tiempo de reducción decimal).

El Valor D es una medida directa de la resistencia térmica de un microorganismo a una temperatura específica y constante. Se define como el tiempo (expresado en minutos o segundos) requerido para destruir el 90 % de la población microbiana, lo que equivale a una reducción de un ciclo logarítmico (1-log) de la población inicial.

$$D = \text{Tiempo} / (\log N_0 - \log N_1)$$

Donde N_0 representa la población microbiana inicial y N_1 representa la población microbiana final. Este parámetro es indispensable en el procesamiento de la carne de pollo, porque permite calcular el tiempo exacto que debe durar la precocción a una temperatura específica para lograr una reducción de seguridad establecida (Milkiewicz et al., 2021).

2.10.2 Valor z (Resistencia Relativa a la Temperatura).

El Valor Z es el segundo parámetro esencial en la cinética térmica, ya que describe cómo la resistencia de un microorganismo (su Valor D) cambia en función de la temperatura. Se define como el cambio de temperatura necesario para que el Valor D se reduzca en un ciclo logarítmico, es decir, que su valor se reduzca a una décima parte (Milkiewicz et al., 2021)

Este parámetro es vital para el diseño de procesos debido a que:

- Permite comparar tratamientos térmicos que utilizan diferentes combinaciones tiempo-temperatura.
- Facilita el cálculo del Valor F (letalidad total del proceso), que es el estándar de seguridad en la industria alimentaria para garantizar la destrucción de los patógenos más resistentes.

2.11 Enfriamiento rápido (Blast Chilling)

El enfriamiento rápido es un factor crítico para garantizar la calidad microbiológica de productos precocidos. El objetivo principal de esta técnica es reducir la temperatura interna del producto posterior de la cocción, para que atravesase rápidamente “la zona de peligro” y así alcanzar una temperatura de conservación segura. Para esto se utilizan congeladores con ventilación para poder optimizar el movimiento del aire alrededor del producto para poder lograr el enfriamiento dentro de los tiempos límite establecidos por la normativa y minimizar la falta de uniformidad del producto final (Hoang & Carson, 2024).

Existe una diferencia significativa en la carga bacteriana dependiendo del método de conservación utilizado en los centros de abasto. En estudios realizados en la provincia de Manabí, se determinó que la carne de pollo

mantenida a temperatura ambiente presentó promedios de mesófilos de 5.35 Ufc/g, mientras que aquellas muestras conservadas en vitrinas frigoríficas redujeron este promedio a 4.10 Ufc/g (Anchundia Zambrano et al., 2025).

2.12 Zona de peligro de temperatura

La zona de peligro de temperatura es el rango establecido en el cual los microorganismos patógenos se multiplican aceleradamente. Dentro de la normativa de seguridad alimentaria este rango se encuentra definido dentro de los 60 °C y 5 °C. Las temperaturas desde 5 °C o menores, reducen el crecimiento de los microorganismos al ser lo suficientemente frías y en temperaturas mayores a 60 °C, los microorganismos potencialmente peligrosos empiezan a ser destruidos. esta información sirve para el subtema "zona de peligro de temperatura" (U.S Department of Agriculture, 2020).

La etapa de procesamiento en la que se controla el tiempo y la temperatura durante el enfriamiento es considerado un punto crítico para evitar el crecimiento microbioano, sobre todo en los alimentos con clasificación TCS (Time/Temperature Control for Safety) según Department of Health, (2019).

2.13 Indicadores de calidad de productos a base de pollo

La calidad en productos a base de pollo corresponde a un proceso que debe ser administrado y gestionado continuamente. Al implementar una gestión dentro del concepto de calidad es esencial para poder alcanzar resultados superiores, asegurando inocuidad y satisfacción del cliente.

En la actualidad, existen sistemas utilizados para poder asegurar la calidad en los alimentos según Roberto González-Enríquez & García-Pérez (2022). Son tres:

- Buenas prácticas de manufactura
- Los procesos operativos estandarizados de sanitización.
- Análisis de puntos críticos de control
- Análisis de peligros

2.13.1 Inocuidad.

El concepto de seguridad alimentaria no solo abarca la disponibilidad, acceso y valor nutritivo de los alimentos, sino también la cualidad estricta de ser inocuo. Un alimento se considera inocuo cuando cumple con estar libre de peligros que puedan atentar contra la salud de los consumidores. Libre de peligros incluye estar exento de riesgos biológicos, químicos, o físicos. A su vez, que los niveles detectados de los peligros previamente mencionados no sean representativos para la salud humana (Márquez Araque, 2021).

2.14 Normativa INEN 1338

La normativa INEN establece estándares de calidad, requisitos, seguridad y conformidad para procesamiento, productos o servicios. Según los estándares mencionados, se establecen los parámetros microbiológicos de que son aceptados para garantizar inocuidad. Los valores que establecer la NTE INEN 1338:2010 para los productos cárnicos precocidos congelados serán utilizados como referencia para analizar y evaluar la calidad microbiológica, determinar la vida útil y asegurar la inocuidad (Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), s/f).

2.15 Sistema de doble empanizado en seco

El empanizado influye en la transferencia de calor y en las características estructurales del producto durante la fritura (Bhuiyan & Ngadi, 2024). Por otro lado, el método de doble empanizado en seco, también conocido como el proceso de recubrimiento de tres pasos (Dry-Wet-Dry), representa una tecnología esencial para producir alimentos para freír.

El doble empanizado en seco involucra una secuencia de aplicación de materiales: un pre-polvo como base de harina con sal y pimienta, posteriormente, una capa de unión líquida (agua), finalmente, una capa de empanizado saborizado. El objetivo de este sistema de recubrimiento por etapas es poder optimizar la adherencia de la cobertura, reducir la absorción de aceite y brinda una textura crocante que, a su vez, puede actuar como una barrera en contra de la humedad (Aponte Chumpitaz, 2022).

2.16 Empaque al vacío

El empaque al vacío es una de las tecnologías más eficaces para preservar productos cárnicos, precocidos y congelados. El objetivo principal es que permite prolongar significativamente la vida útil y la preservación de la calidad del producto. Este método consiste en extraer el aire del envase antes de ser sellado herméticamente, reduciendo la concentración de oxígeno, debido a esto se inhibe el crecimiento de microorganismos aerobios, los cuales son responsables del deterioro y retrasa los procesos de oxidación de grasas, previniendo la pérdida de color o rancidez (Gualdron, 2025).

2.17 Conservación por congelación

La congelación es un método de conservación basado en la reducción drástica de la temperatura, generalmente por debajo del punto de congelación de agua (-18 °C). Este mecanismo que actúa sobre dos principios fundamentales: inhibe el crecimiento microbiano y la ralentización de reacciones físicas, químicas y enzimáticas que causan el deterioro de productos cárnicos. Cuando se convierte el agua libre del alimento en hielo, se disminuye la actividad de agua a niveles insuficientes para el metabolismo microbiano. Si se aplica un choque térmico al producto, se logra formar cristales de hielo pequeños y uniformes que minimizan el daño estructural de la célula microbiana, esto hace que se preserve la textura y la calidad nutricional (Calanche Rodríguez & Albino Rabón, 2021).

2.18 Indicadores microbiológicos en productos cárnicos

La calidad sanitaria y la vida útil de un producto se evalúan mediante análisis de indicadores microbiológicos específico. Los cuales se miden en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), esto determina si el producto ha sido procesado de forma higiénica y si se mantiene inocuo a lo largo del almacenamiento (Ramírez Ramos, 2023).

Artículos publicados recientemente, han evidenciado que la prevalencia de microorganismos como *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* en ambientes de faenamiento y distribución es significativa, alcanzando niveles de hasta el 26 % y 30 % respectivamente (Nivedha et al., 2025).

2.18.1 Indicadores de higiene y deterioro.

Los aerobios mesófilos son un grupo de microorganismos que requieren oxígeno (O₂) para su crecimiento y se pueden desarrollar óptimamente en temperaturas moderadas entre los 20 °C y 45 °C. Dentro de la industria alimentaria, el recuento de aerobios mesófilos se utiliza como un indicador general de la calidad higiénica del proceso y la vida útil potencial del producto. Estos microorganismos no siempre son considerados como patógenos, por ello se utiliza un contador el cuál va a determinar las características de los alimentos (Cuenca Cajas, 2023).

2.18.2 Indicadores de riesgo sanitario (Patógenos).

Los indicadores de riesgo sanitario son microorganismos cuya presencia en los alimentos, señala la existencia de un peligro potencial para la salud humana incluso luego de haber pasado por un proceso térmico. Su detección es importante ya que suelen estar asociados con contaminación ambiental o fecal y existiría una alta probabilidad de causar infecciones según indica Orlando Bejarano Llangari (2024). Los microorganismos patógenos son el foco principal de la inocuidad y justifican las regulaciones de la NTE INEN 1338:2012

2.18.2.1 *Salmonella*.

La presencia de *salmonella* indica un grave fallo de inocuidad durante el procesamiento del producto, generalmente debido a contaminación cruzada luego de la cocción. En la investigación realizada por Cortés-Higareda et al (2021), realizada en pollo listo para el consumo, la salmonella fue detectada con recuentos que oscilaron entre 3.0×10^6 y 2.8×10^6 UFC/g. Lo que indica que los establecimientos no estaban cumpliendo con las normas de seguridad y la presencia del patógeno es un indicador de peligro y fuente de enfermedades transmitidas por los alimentos (Sukumaran et al., 2025).

2.18.2.2 *Escherichia coli* (*E. coli*).

El patógeno *Escherichia coli* (*E. coli*) actúa como un indicador de la eficacia de las prácticas de higiene y manipulación de los productos. A pesar

de que la mayoría de las cepas son inofensivas, su presencia en carnes procesadas, indican que existe una contaminación fecal reciente, lo cual puede resultar en enfermedades graves (Muñoz Sepúlveda et al., 2023).

2.18.2.3 *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*).

Staphylococcus aureus corresponde a una bacteria que se comporta como un indicador de contaminación por manipulación humana, debido a que se encuentra habitualmente en la piel o fosas nasales. El riesgo principal que representa *S. aureus* radica en que tiene la capacidad de multiplicarse rápidamente en la zona de peligro y produce una enterotoxina que es termoestable, esto significa que el peligro no se erradica con recalentamiento posterior del producto (Peña Kieninger et al., 2025).

Según Madahi et al. (2014), la prevalencia de *Staphylococcus aureus* en derivados de pollo representa un riesgo significativo de salud pública, debido a que una alta proporción de los aislados (75%) porta genes de enterotoxinas, los cuales son termostables y responsables de cuadros de gastroenteritis aguda tras el consumo de alimentos contaminados.

2.18.3 Enfermedades transmitidas por alimentos.

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) son infecciones o intoxicaciones que se originan por el consumo de alimentos o bebidas contaminados con microorganismos patógenos capaces de afectar la salud humana. Estos microorganismos son un problema importante de salud pública, ya que las ETA se manifiestan a través de síntomas gastrointestinales como diarrea, náuseas, vómitos, dolor abdominal y fiebre. El riesgo de una aparición de ETA en alimentos cárnicos es alto porque puede existir una contaminación durante el faenamiento, procesamiento y manipulación luego a la cocción. Es necesario tener un control estricto en temperaturas, manejo de higiene adecuado y evitar contaminación cruzada para garantizar la seguridad del alimento y proteger la salud del consumidor (Fernández et al., 2021).

2.18.4 Requisitos INEN 1338:2012

Los requisitos según la normativa INEN 1338:2012 “Carne y productos cárnicos. la misma que define rangos microbiológicos de aceptación e inocuidad y requisitos para productos cárnicos, precocinados y congelados, estos valores se ven detallados en la Tabla 2.

Tabla 2.
Normativa INEN NTE 1338

Requisito	n	c	m	M	Método de ensayo
Mesófilos aerobios (UFC/g) *	5	3	1,0x10 ⁶	1,0x10 ⁷	NTE INEN 1529-5
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	5	2	1,0x10 ²	1,0x10 ³	NTE INEN 1529-8
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	5	2	1,0x10 ²	1,0x10 ³	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i> / 25 g **	5	0	Ausencia	-	NTE INEN 1529-15
<i>E. coli</i> O157:H7 **	5	0	Ausencia	-	ISO 16654

Nota. Fuente: INEN NTE 1338

Donde:

- *n*: se refiere al número de unidades de muestra
- *c*: se refiere a las unidades defectuosas que se acepta
- *m*: se refiere al nivel de aceptación
- *M*: se refiere al nivel de rechazo

* Requisitos para establecer tiempo de vida útil

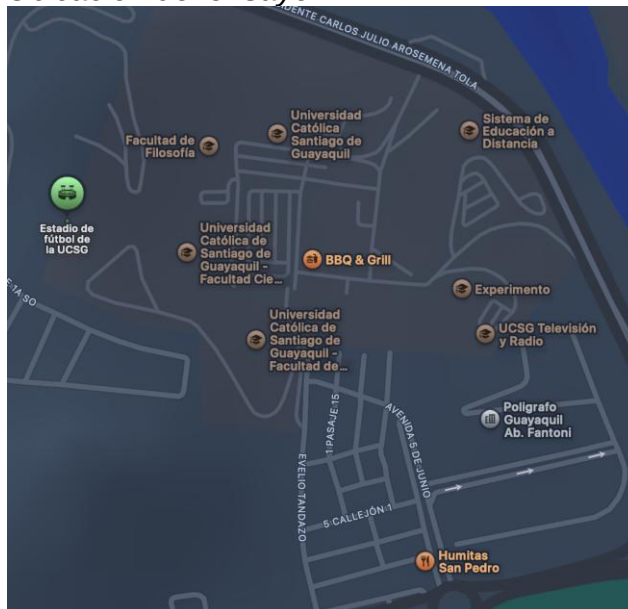
** Requisitos para establecer inocuidad del producto

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación de investigación

Los análisis microbiológicos correspondientes a la evaluación de la calidad sanitaria del producto durante su vida útil se efectuaron en la planta de microbiología de la Facultad Técnica para el Desarrollo, perteneciente a la Universidad de Santiago de Guayaquil, situada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. En la Figura 1 se detalla la ubicación de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Figura 1.
Ubicación del ensayo



Nota. Tomado de: Google maps, 2026

3.2 Condiciones climáticas de la zona

En la ciudad de Guayaquil, el clima se identifica por temperaturas altas durante todo el año. La temporada lluviosa presenta condiciones cálidas, con alta humedad, mientras que la temporada seca mantiene un ambiente igualmente caluroso. Durante todo el año, la temperatura se mantiene generalmente entre los 21 °C y 31 °C, siendo poco frecuentes valores inferiores a 19 °C o superiores a 33 °C.

3.3 Duración

La investigación se llevó a cabo durante cuatro meses luego de haber sido aprobada.

3.4 Materiales, equipos e insumos

3.4.1 Materiales.

- Bandejas de acero inoxidable
- Rejillas para drenar
- Bandejas de plástico para apanado
- Mesa de trabajo de acero inoxidable
- Tablas de picar
- Cucharas
- Cuchillos
- Espumaderas de acero inoxidable
- Cajas petri
- Pipetas
- Papel aluminio
- Guantes
- Cofias
- Mandil

3.4.2 Equipos.

- Báscula
- Olla de 20 litros
- Cocina industrial
- Congelador vertical
- Empacadora al vacío
- Termómetro
- Temporizador
- Incubador
- Cámara de flujo
- Autoclave
- Termo agitador

- Lector de colonias
- Esterilizador

3.4.3 Insumos.

- Alitas de pollo
- Harina blanca
- Paprika
- Sal
- Pimienta
- Comino en polvo
- Ajo en polvo
- Cebolla en polvo
- Orégano en polvo
- Tomillo en polvo
- Agua
- Laurel
- Apio
- Fundas para empaques al vacío

3.5 Descripción del ensayo

3.5.1 Población y muestra.

La población de estudio está conformada por un lote de 360 alitas de pollo frescas, provenientes de un proveedor local, con un peso promedio por unidad entre 45 y 50 gramos.

La muestra fue seleccionada de manera aleatoria y estuvo compuesta por 120 unidades experimentales de alitas de pollo por repetición, distribuidas equitativamente en tres temperaturas de precocción (80 °C, 90 °C y 100 °C) y cuatro temperaturas de enfriamiento, con el uso de congeladores verticales para el enfriamiento rápido.

Cada tratamiento estuvo conformado por 10 alitas, realizándose tres repeticiones independientes del ensayo. Posteriormente, se efectuaron

análisis microbiológicos comparativos, posteriores al procesamiento y tras siete días de congelación; se evaluaron parámetros como el recuento de mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*.

3.5.2 Recepción y selección de materia prima.

Se inició con la recepción de un lote de 360 alitas de pollo frescas, adquiridas de un proveedor local, con el fin de garantizar la homogeneidad del material experimental. Las piezas fueron inspeccionadas visualmente, descartando aquellas que presenten hematomas, malformaciones o signos de descomposición.

Posteriormente, se pesaron individualmente para verificar que se encontraran dentro del rango establecido de 45 a 50 gramos por unidad. Las alitas seleccionadas se mantuvieron en refrigeración ($\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) hasta el momento de su procesamiento experimental.

3.5.3 Caracterización de materia prima.

3.5.3.1 pH.

Para la determinación de pH, se utilizaron tiras de papel tornasol. Primero, se pesaron 10 gramos de muestra y 90 mL de agua destilada, se homogenizó para posteriormente sumergir la tira de pH. Finalmente, se compara el color de la tira, con la imagen referencial para poder determinar el número de pH.

3.5.3.2 Humedad.

Para la determinación de humedad se utilizó el método de secado por estufa. Primero, se tomó el peso de un crisol vacío, para luego tomar una muestra de 10 gramos, para luego tomar el peso en conjunto. Posteriormente, se colocó el crisol en la estufa a $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se pesó la muestra 3 ocasiones cada 30 minutos. Con el último peso registrado, se realizará la fórmula para determinar la humedad.

3.5.3.3 Ceniza.

La determinación del contenido de ceniza se realizó registrando el peso de un crisol vacío, luego se colocó 5 gramos de muestra en el crisol, se tomó el peso de la muestra más el crisol. Las muestras fueron sometidas a incineración en una mufla a 550 °C durante 2 horas, hasta obtener una ceniza de color gris claro, indicativo de la completa combustión de la materia orgánica.

3.5.3.4 Proteína.

La determinación del contenido de proteína fue enviada a un laboratorio externo especializado en análisis bromatológicos, con el fin de garantizar precisión y confiabilidad en los resultados obtenidos.

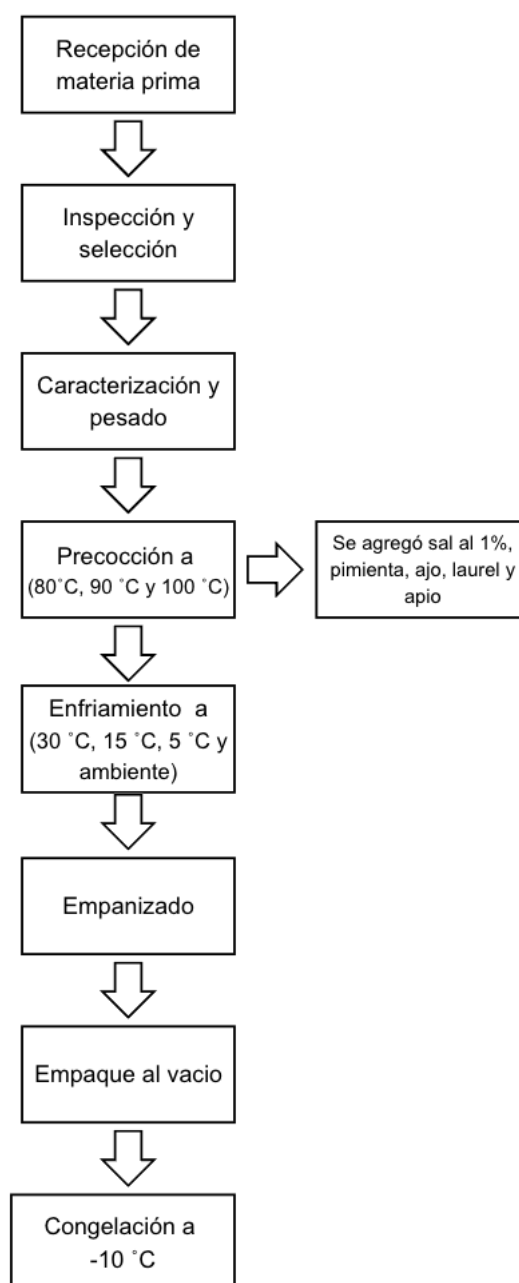
La materia prima utilizada para las muestras fueron empacadas al vacío y rotuladas con la información respectiva. Posteriormente, se llevaron hasta el laboratorio, donde se realizó el análisis para determinación de proteína en productos cárnicos.

3.5.4 Protocolo de tratamiento térmico y empanizado.

En la Figura 2 se detalla el diagrama de flujo correspondiente al proceso de alitas de pollo empanizadas y empacadas al vacío.

Figura 2.

Diagrama de flujo de procesamiento de alitas de pollo



3.5.5 Formulación de salmuera para precocción.

Para la salmuera utilizada para la precocción de los tratamientos, se aplicó una salmuera al 5 %, es decir 50 gramos por litro de agua. Todos los ingredientes y cantidades utilizadas se encuentran en la Tabla 3.

Tabla 3.

Formulación de salmuera para precocción

Ingredientes	Cantidad	Unidades
Agua	4000	mL
Sal	200	g
Ajo	54	g
Apio	60	g
Hojas de Laurel	2	g
Pimienta	3	g

3.5.6 Formulación de empanizado.

Para el empanizado utilizado en todos los tratamientos, se utilizó harina condimentada con varias especias, las cuales están especificadas en la Tabla 4.

Tabla 4.

Formulación del empanizado

Ingredientes	Cantidad	Unidades
Harina	9000	g
Sal	100	g
Pimienta negra	300	g
Ajo en polvo	100	g
Cebolla en polvo	100	g
Páprika	100	g
Comino	100	g
Orégano	15	g
Romero	15	g
Tomillo	15	g

3.5.7 Precocción de alitas de pollo.

Las alitas seleccionadas se dividieron en tres grupos, correspondientes a las temperaturas de precocción de 80 °C, 90 °C y 100 °C. Cada grupo se conformó con la cantidad para completar los doce tratamientos experimentales y sus tres repeticiones. La precocción se realizó en agua a la temperatura correspondiente, el tiempo de inmersión varió en dependencia de la temperatura interna del producto a causa del incremento de temperatura

(entre 68 °C y 70 °C de temperatura interna) el mismo osciló entre los 6 y 8 minutos.

3.5.8 Enfriamiento.

Una vez finalizada la precocción, las alitas fueron retiradas del agua y colocadas sobre rejillas de acero inoxidable para eliminar el exceso de líquido. Posteriormente, cada grupo de precocción se subdividió en cuatro tratamientos, según la temperatura de enfriamiento: 30 °C, 15 °C, 5 °C y temperatura ambiente (testigo), la cual se encontraba en 15 °C.

El enfriamiento se realizó utilizando congeladores verticales, para controlar la temperatura central de las alitas hasta alcanzar el valor establecido en cada tratamiento. Para el tratamiento ambiente, se colocó el tratamiento expuesto en una bandeja con rejilla durante 30 minutos aproximadamente.

3.5.9 Empanizado.

Al alcanzar la temperatura de enfriamiento, se procedió con el empanizado. Primero, las alitas fueron cubiertas con harina blanca mezclada con sal, generando una capa de producto seca inicial para facilitar la adhesión. Luego, se sumergieron en agua para humedecer ligeramente la superficie. Para finalizar, se empanizaron nuevamente con harina saborizada, la cual incluía la mezcla de especias: paprika, comino, ajo en polvo, cebolla en polvo, orégano y tomillo.

3.5.10 Empaque al vacío.

Las alitas empanizadas fueron colocadas en porciones de 10 unidades por paquete. Se procedió a empacar al vacío para prolongar la vida útil. Una vez selladas, se etiquetaron con la fecha de procesamiento para su seguimiento.

3.5.11 Congelación.

Los tratamientos fueron trasladados a un congelador de piso y almacenados a una temperatura de -18 °C. Las muestras se mantuvieron en estas condiciones durante 7 días.

3.6 Preparación de medios de cultivo para análisis microbiológicos

La preparación de los medios de cultivo y el procedimiento de análisis microbiológico se realizaron tomando como referencia los lineamientos establecidos según el (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013), la cual especifica los criterios microbiológicos y las directrices generales para el control sanitario de alimentos. Esta normativa sirvió como base para garantizar la estandarización de los métodos aplicados y la confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.6.1. Medio de cultivo para *Staphylococcus aureus*.

Para el aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus* se utilizó el medio selectivo Baird-Parker Agar. De acuerdo con las indicaciones, se pesaron 60 g del medio y se disolvieron en 1 L de agua destilada.

Posteriormente, el medio preparado fue sometido a esterilización en autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Finalizado el proceso de esterilización, el medio se dejó enfriar ligeramente y fue dispensado en placas Petri desechables, las cuales se dejaron reposar hasta la completa solidificación del agar.

Las placas preparadas fueron rotuladas y conservadas en refrigeración hasta el momento de su utilización en los análisis microbiológicos correspondientes.

3.6.2 Medio de cultivo para *Escherichia coli*.

Para el aislamiento de *Escherichia coli* se empleó el medio Chromogenic Agar. Siguiendo las especificaciones del fabricante, se pesaron 36,6 g del medio deshidratado, los cuales fueron disueltos en 1 L de agua destilada, asegurando una adecuada homogeneización de la mezcla.

La solución obtenida fue esterilizada en el autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Una vez concluido este proceso, el medio se dejó enfriar hasta una temperatura adecuada y posteriormente fue vertido en placas Petri desechables.

Finalmente, las placas se dejaron solidificar completamente, fueron debidamente identificadas y se mantuvieron en refrigeración hasta su uso en los análisis microbiológicos.

3.6.3 Medio de cultivo para aerobios mesófilos.

Para el recuento de aerobios mesófilos se utilizó el medio Standard Methods Agar. Conforme a las indicaciones del fabricante, se pesaron 23.5 g del medio deshidratado, los cuales fueron disueltos en 1 L de agua destilada, agitando hasta lograr una completa disolución del producto.

El medio preparado fue posteriormente esterilizado en un autoclave a 121 °C durante 15 minutos. Una vez finalizado el proceso, se permitió el enfriamiento del medio hasta alcanzar una temperatura adecuada para su manejo y, bajo condiciones asépticas, fue dispensado en placas Petri desechables.

Las placas obtenidas se dejaron solidificar, se rotularon correctamente y se conservaron en refrigeración hasta el momento de su utilización para los análisis microbiológicos correspondientes.

3.6.4 Medio de cultivo para *Salmonella*.

Para el recuento de *salmonella* se suspendieron 58.09 gramos del medio en 1000 ml de agua destilada. Calentar hasta que hierva para disolver el medio completamente.

El medio preparado fue posteriormente esterilizado en un autoclave a 15 lb de presión (121 °C) durante 15 minutos y se dispensaron en cajas petri.

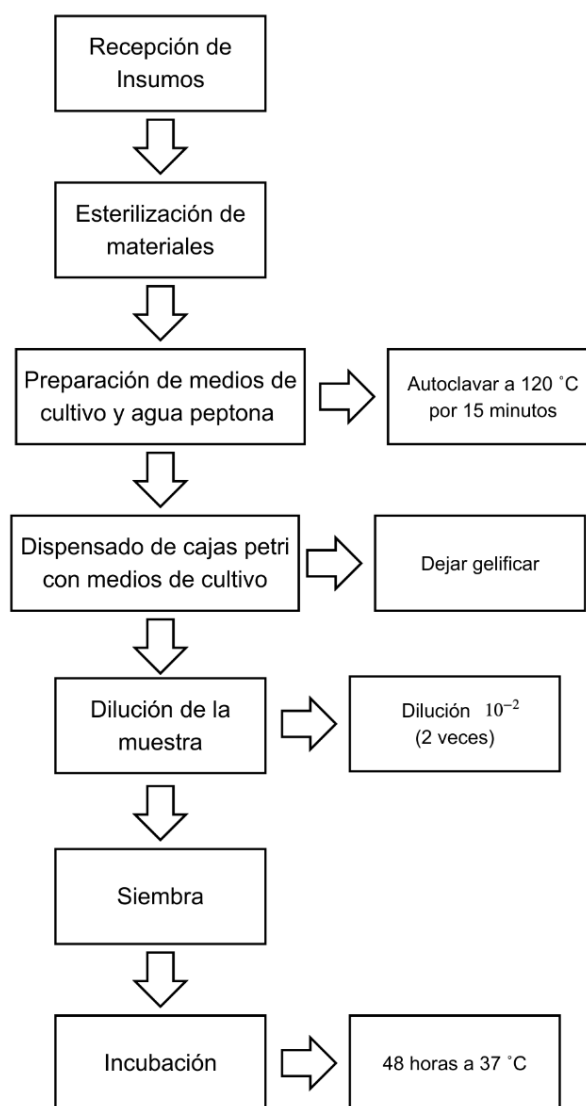
3.6.5 Evaluación microbiológica.

Para la evaluación microbiológica se utilizaron muestras de 10 gramos de cada tratamiento; con estas muestras se realizó la siembra con los cultivos preparados previamente.

La evaluación microbiológica se realizó en dos momentos, primero, previo a la congelación y luego de siete días de almacenamiento congelado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. En la Figura 3 se presenta el diagrama de flujo de este proceso.

Figura 3.

Diagrama de flujo de análisis de microorganismos



Los análisis microbiológicos se realizan diluyendo las muestras de pollo en un determinado número de veces, en este caso se realizó la dilución dos veces.

Las diluciones se iniciaron mediante la homogenización de 10 g de muestra del producto en 90 mL de agua peptona, de esto se obtiene la primera dilución. A partir de esta dilución se tomó 1 mL, el cual se dispensó en un tubo Eppendorf con 1 mL de agua peptona para obtener la primera dilución decimal. Posteriormente, se tomó nuevamente 1 mL de esta dilución y se transfirió a otro tubo, el cual tenía la misma cantidad de agua peptona. Luego de que se repitió el proceso dos veces, se tomó 1 mL de la última dilución para sembrar en las cajas Petri donde se encontraban los medios de cultivo correspondientes. Luego, se introdujeron en la incubadora que estuvo a una temperatura constante de 37 °C por 48 horas.

3.6.6 Mecanismo de ingreso de datos.

Luego de determinar el número de tratamientos con sus respectivas variables, los resultados fueron clasificados de acuerdo con el microorganismo. En la siguiente tabla, se detalla el formato el cual fue utilizado para registrar los datos finales.

Tabla 5.

<i>Conteo microbiológico del tratamiento x</i>				
Tratamiento x				
Microorganismo	R1	R2	R3	
<i>Escherichia coli</i>				
<i>Salmonella</i>				
<i>Staphylococcus aureus</i>				
Aerobios mesófilos				

3.7 Diseño de investigación

La investigación es de tipo experimental con enfoque cuantitativo y microbiológico, ya que se evaluó el efecto de diferentes temperaturas de precocción y enfriamiento, con el uso de congeladores verticales para el enfriamiento rápido, sobre el control microbiológico de alitas de pollo listas

para freír. Se emplearon análisis de laboratorio para obtener datos objetivos y mensurables mediante recuentos microbiológicos en tiempo 0 y después de siete días de congelación.

El diseño experimental consistió en aplicar tres niveles de temperatura de precocción:

- 80 °C
- 90 °C
- 100 °C

A cada nivel de precocción se le aplicaron cuatro temperaturas objetivo de enfriamiento:

- 30 °C
- 15 °C
- 5 °C
- Temperatura ambiente (testigo)

Esto generó doce tratamientos experimentales (3 temperaturas de precocción × 4 temperaturas de enfriamiento). Cada tratamiento estuvo compuesto por 10 alitas, y el estudio se realizó con tres repeticiones independientes.

Todas las muestras fueron sometidas al mismo proceso posterior:

- Empanizado bajo condiciones estandarizadas
- Empaque al vacío
- Congelación en tiempo 0
- Congelación por siete días
- Análisis microbiológico

3.8 Diseño experimental

3.8.1 Diseño y factores.

Tipo de análisis: ANOVA de dos vías (factorial) para evaluar el efecto de los factores principales y su interacción sobre los recuentos microbiológicos.

Factores de estudio:

- Temperatura de precocción (A): 80 °C, 90 °C y 100 °C (3 niveles).
- Temperatura objetivo de enfriamiento (B): 30 °C, 15 °C, 5 °C y temperatura ambiente como tratamiento testigo (4 niveles).

Diseño experimental: factorial 3 × 4, con un total de 12 tratamientos.

Réplicas: se realizaron 3 repeticiones independientes por tratamiento, procesadas en días distintos bajo las mismas condiciones experimentales.

Variables de respuesta: recuentos de aerobios mesófilos, *E.coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*.

Evaluaciones: se efectuará una medición microbiológica previa al empaclado al vacío y después de siete días de congelación (≤ -18 °C).

En la Tabla 6 se muestra el diseño experimental y la descripción de los tratamientos para las tres repeticiones.

Tabla 6.

Descripción de los tratamientos

Código	Temperatura de precocción (°C)	Temperatura de Enfriamiento (°C)	Método de enfriamiento
T1	80 °C	Ambiente	Ambiente
T2	80 °C	30 °C	Congelador
T3	80 °C	15 °C	Congelador
T4	80 °C	5 °C	Congelador
T5	90 °C	Ambiente	Ambiente
T6	90 °C	30 °C	Congelador
T7	90 °C	15 °C	Congelador
T8	90 °C	5 °C	Congelador
T9	100 °C	Ambiente	Ambiente

T10	100 °C	30 °C	Congelador
T11	100 °C	15 °C	Congelador
T12	100 °C	5 °C	Congelador

3.8.2 Desarrollo de Análisis de Varianza (ANOVA).

Se realizó un ANOVA de dos vías (factorial 3×4) de manera independiente para cada variable de respuesta:

- Recuento de aerobios mesófilos
- Recuento de *Escherichia coli*
- Recuento de *Salmonella*
- Recuento de *Staphylococcus aureus*

El análisis estadístico se efectuó sobre los datos obtenidos en una medición realizada al procesar el producto y después de 7 días de congelación (≤ -10 °C), considerando como factores fijos: (A) temperatura de precocción (80, 90, 100 °C) y (B) temperatura objetivo de enfriamiento (30 °C, 15 °C, 5 °C y ambiente), e incluyendo su interacción A×B.

Con el uso del programa estadístico StatGraphics, se procesaron los datos, a los cuales se le estimaron medias, desviación estándar y se calcularon los p valor para determinar los efectos principales y la interacción de ($\alpha = 0.05$). Si el ANOVA indica diferencias significativas, se aplicará la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0.05$) para identificar qué tratamientos difieren entre sí.

En la Tabla 7, se detalla el esquema de análisis de varianza con las fuentes de variación.

Tabla 7.

Esquema de análisis de varianza

Fuentes de Variación	Grados de libertad	
Tratamientos	T-1	11
Error experimental	(n-1) -(t-1)	24
Total	n-1	35

3.8.3 Modelo lineal aditivo de un experimento bifactorial en DCA.

El Modelo lineal propuesto es:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + \beta_j + (a\beta)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Valor estimado de la variable

μ : Media general

a_i : Efecto del nivel del Factor A

β_j : Efecto del nivel del Factor B

$(a\beta)_{ij}$: Efecto de la interacción AxB

E_{ij} : Error experimental

3.9 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recolectar los datos se empleará la técnica de análisis microbiológico, mediante ensayos en laboratorio que permitirán determinar la calidad microbiológica de las alitas de pollo. Las muestras serán analizadas se evaluarán a los 7 días de congelamiento para determinar su calidad microbiológica.

Se utilizarán como instrumentos medios de cultivo específicos para el recuento de mesófilos aerobios, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *salmonella*, además de material de laboratorio como placas de Petri, pipetas, incubadora, entre otros equipos necesarios para los análisis microbiológicos. Los resultados se registrarán en fichas de control para su posterior procesamiento y análisis estadístico.

3.9.1 Repetición experimental.

Con el propósito de garantizar la confiabilidad de los resultados y reducir la variabilidad del proceso, el experimento se realizó en tres repeticiones independientes, en los cuales se siguió el mismo procedimiento descrito en cada etapa.

3.10 Análisis estadístico

Los resultados obtenidos de los recuentos microbiológicos fueron ejecutados con el programa estadístico “STATGRAPHICS” para determinar el

análisis de varianza, adicional, una comparación de medias utilizando la prueba “Tukey”.

3.11 Costos de producción

Para calcular los costos de producción se identificaron y cuantificaron los costos variables y los costos fijos.

Primero, se determinó el costo unitario de la materia prima, se consideró el precio por kilogramo de alitas y el peso promedio por unidad. Posteriormente, se agregaron los costos variables correspondientes al mix de harina y especias utilizado en el empanizado, también el costo del material de empaque al vacío prorrateado por unidad.

Segundo, se calcularon los costos fijos mensuales del establecimiento, incluyendo consumo de energía eléctrica, gas y mano de obra. Estos valores fueron distribuidos según el volumen mensual proyectado de producción, esto permitió obtener el costo fijo unitario por alita.

3.11.1 Costos totales.

El costo total unitario se obtuvo mediante la suma de los costos variables y la proporción correspondiente de costos fijos.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de materia prima

4.1.1 Carne de pollo "*Gallus domesticus*"

4.1.1.1 pH.

El potencial de hidrógeno estudiado en las muestras de carne de pollo utilizados fue de 5.

4.1.1.2 Humedad.

El valor de la humedad de las alitas de pollo fue del 61.67%, que se encuentra por debajo del estudio realizado por (Orduz et al., 2017), la cual registró 77.3% de humedad. Esto pudo deberse a que fue analizado con un corte diferente del pollo.

4.1.1.3 Ceniza.

El porcentaje de la determinación de ceniza se obtuvo un 2.067% el cual se encuentra por encima de la determinación de ceniza realizada por Aparicio et al. (2022). El incremento del porcentaje de ceniza puede atribuirse al tipo de corte. Las alitas de pollo presentan mayor proximidad al tejido óseo y una mayor proporción de piel y tejido conectivo, lo que incrementa el contenido mineral total.

4.1.1.3 Proteína.

El contenido de proteína fue 28.74%, determinado por un laboratorio certificado de Guayaquil. Este porcentaje es superior al determinado por Gallinger et al (2016).

Tabla 8.

Resultados físicos y químicos de la carne de pollo

Parámetro %	R1	R2	R3	Media	Desv. estándar	Coef. De Variación
pH	5	5	5	5	0.1	2%
Humedad	65	61	59	61.67	3.055	5%
Ceniza	1.5	2	2	1.83	0.28	16%
Proteína				28.74		

4.1.2 Microbiología.

Los resultados del análisis microbiológico de la carne de pollo presentaron recuentos de aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* por debajo de los niveles aceptados establecidos en la norma INEN 1338 para productos cárnicos congelados. A la vez, se determinó que el microorganismo *Salmonella* spp, estuvo ausente en los 10 gramos de muestra utilizados para el análisis. Gracias a estos resultados, se puede confirmar que la carne de pollo como materia prima cumple con los requisitos microbiológicos.

Tabla 9.

Conteo microbiológico del pollo crudo

Microorganismo	Resultado	Unidad	m	M
Aerobios mesófilos	6.5×10^1	UFC/g	1.0×10^2	1.0×10^3
<i>E. Coli</i>	<10	UFC/g	1.0×10^2	1.0×10^3
<i>Staphylococcus aureus</i>	4.2×10^2	UFC/g	1.0×10^3	1.0×10^4
<i>Salmonella</i>	Ausencia	/10g	Ausencia	-

Los resultados indican que la materia prima se encontraba dentro de las condiciones y dentro de los parámetros aceptables para carne fresca, según la norma INEN 1529-2 y Codex Alimentarius (CAC/RCP 58-2005), donde indica que se establecen las limitaciones para *Staphylococcus aureus* y la ausencia de *salmonella* en productos crudos que tienen como finalidad pasar por una cocción posterior.

4.2 Conteo microbiológico inicial (día 0)

En el ensayo microbiológico se analizó el conteo inicial de *E. coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* y Mesófilos aerobios de las alitas de pollo luego de ser procesadas, previo a ser empacadas y congeladas para poder evaluar si se presenta un efecto antimicrobiano. Para esto, se pesó una muestra de 10 gramos de cada tratamiento, se aislaron en cajas Petri para su inoculación. A continuación, se presentan las tablas con los resultados de los tratamientos sometidos a una precocción de 80 °C, en combinación con las respectivas temperaturas de enfriamiento.

En todos los tratamientos evaluados en el Día 0 se registró ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., estudios recientes han demostrado que la reducción de *Salmonella* en alitas de pollo puede optimizarse mediante diferentes tratamientos térmicos (Kroft et al., 2024). Los recuentos están expresados en unidades formadoras de colonias, para su análisis posterior, el cual incluye media, desviación estándar y coeficiente de variación, a partir de tres replicas hechas por tratamiento. Esto hace que cumpla con los criterios microbiológicos establecidos en la normativa vigente. En la Tabla 10 hasta la 18, se presenta el conteo microbiológico de los tratamientos.

Tabla 10.
Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 1

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
Staphylococcus aureus	45	46	43	44.667	3%	1.52752523
Mesófilos aerobios	189	187	190	188.67	1%	1.52752523

El microorganismo *Staphylococcus aureus* presentó una media de 44.67 UFC/g, con un coeficiente de variación del 3 %, lo que indica una baja variabilidad entre las réplicas y una adecuada repetibilidad del análisis. Por su parte, los aerobios mesófilos registraron una media de 188.67 UFC/g y un coeficiente de variación del 1 %, evidenciando una distribución homogénea de los datos y una carga microbiana inicial consistente.

En el Tratamiento 1 se observan valores que generan un gran impacto, donde se convino la temperatura de precocción y la velocidad para enfriar, de esta manera se puede evidenciar la supervivencia bacteriana. Se notó que, a mayor temperatura y menor temperatura de enfriamiento, la disminución de microorganismos es más significativa.

Al comparar varios criterios establecidos por INEN 1529- y tomando en cuenta varios lineamientos ARCSA para los productos cárnicos cocidos y precocidos, los valores presentados se encuentran dentro del rango

establecido y que está permitido para productos que serán destinados a frituras o precocidos, siempre que se garantice las BPM.

Tabla 11.

Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 2

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	42	40	41	41	2 %	1
Mesófilos aerobios	176	177	173	175.333333	1 %	2.081666

El recuento de *Staphylococcus aureus* mostró una media de 41 UFC/g y un coeficiente de variación del 2 %, reflejando una ligera disminución respecto al enfriamiento a temperatura ambiente. En el caso de los aerobios mesófilos, se obtuvo una media de 175.33 UFC/g con un coeficiente de variación del 1 %, manteniéndose una baja dispersión entre las réplicas.

Tomando como referencia las normas del INEN 1529-2, y las guías de ARCSA para carnes ya cocidas, los valores presentados indican que se encuentra dentro del rango. Son rangos que se aceptables para estas carnes.

Tabla 12.

Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 3

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	41	37	39	39	5 %	2
Aerobios	172	169	171	170.666667	1 %	1.527525232
Mesófilos						

Cuando el enfriamiento se realizó a 15 °C, los valores de *Staphylococcus aureus* presentaron una media de 39 UFC y un coeficiente de variación del 5 %, lo que indica una mayor variabilidad relativa, aunque dentro de rangos aceptables. Los aerobios mesófilos registraron una media de 170.67 UFC/g y un coeficiente de variación del 1 %, manteniendo una distribución homogénea de los datos.

Comparando los parámetros registrados por INEN 1529-2 y requisitos ARCSA para productos cárnicos precocidos, se evidenció que los valores se encuentran dentro de rangos permitidos para productos para fritura, se debe considerar que se debe garantizar una cocción completa antes del consumo.

Tabla 13.

Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 4

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	35	33	31	33	6 %	2
Aerobios Mesófilos	169	165	167	167	1 %	2

En el tratamiento con enfriamiento a 5 °C, *Staphylococcus aureus* alcanzó la media más baja del Día 0, con 33 UFC/g y un coeficiente de variación del 6 %, evidenciando una reducción progresiva del recuento inicial conforme disminuyó la temperatura de enfriamiento. De igual manera, los aerobios mesófilos presentaron una media de 167 UFC/g y un coeficiente de variación del 1 %, confirmando la estabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 14.

Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 5

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	40	40	41	40.33333333	1 %	0.577350269
Aerobios Mesófilos	170	166	169	168.3333333	1 %	2.081665999

En este tratamiento, *Staphylococcus aureus* presentó una media de 40.33 UFC/g y los aerobios mesófilos de 168,33 UFC/g. Los bajos coeficientes de variación (1 %) indican una adecuada homogeneidad entre las réplicas.

Estos números muestran cómo influyen juntos la temperatura de cocción y la rapidez del enfriamiento en la supervivencia de bacterias. Se nota que un aumento en la temperatura combinado con un enfriamiento más lento resulta en una disminución más marcada de microorganismos.

Tabla 15.*Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 6*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	39	37	35	37	5 %	2
Aerobios Mesófilos	167	159	162	162.66667	2 %	4.041884

El recuento de *Staphylococcus aureus* bajó a 37 UFC, por otro lado, que los aerobios mesófilos alcanzaron una media de 162.67 UFC. Los coeficientes de variación se mantuvieron bajos, esto evidencia consistencia en los resultados.

Al llegar a la mitad de los tratamientos, al cual lo llamamos como Tratamiento 6 se observan que existe una consistencia en resultados, donde los valores generan un gran impacto, ya que se combinó la temperatura de precocción y la velocidad para enfriar, de esta manera se puede evidenciar la supervivencia bacteriana. Se demostró que, a mayor temperatura y menor temperatura de enfriamiento, la disminución de microorganismos es más significativa.

Tabla 16.*Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 7*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	25	25	22	24	7 %	1.73205
Aerobios Mesófilos	165	160	161	162	2 %	2.64575131

En este tratamiento se pudo observar una reducción más marcada de *Staphylococcus aureus*, con una media de 24 UFC, mientras que los aerobios mesófilos se mantuvieron alrededor de 162 UFC, con baja variabilidad.

Tabla 17.*Conteo microbiológico inicial del Tratamiento 8*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	10	11	9	10	10 %	1
Aerobios Mesófilos	162	153	151	155.33	4 %	5.8594

El tratamiento 8 (90°C - 5°C) mostró un promedio de 10 UFC para *Staphylococcus aureus* y 155.33 UFC para microorganismos aerobios mesófilos. Estas cifras evidencian el efecto conjunto de la temperatura de precocción y el proceso de enfriamiento sobre la supervivencia de las bacterias. Se evidencia que al aumentar la temperatura y reducir la temperatura de enfriamiento, la disminución de microorganismos es más significativa.

Tabla 18.*Conteo microbiológico inicial del tratamiento 9*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	30	26	24	26.666	11 %	3.05505
Aerobios Mesófilos	130	128	127	128.3	1 %	1.527525

En este tratamiento, *Staphylococcus aureus* presentó una media de 26.67 UFC/g, mientras que los aerobios mesófilos alcanzaron una media de 128.33 UFC/g. Los coeficientes de variación indican una mayor variabilidad relativa para *Staphylococcus aureus*, aunque con valores absolutos bajos, y una alta homogeneidad en los aerobios mesófilos. Se notó que, a mayor temperatura y menor temperatura de enfriamiento, la disminución de microorganismos es más significativa.

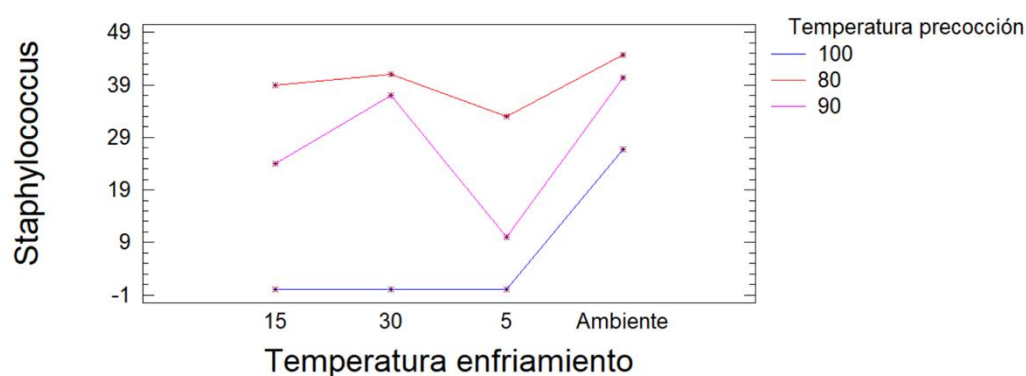
Al comparar varios criterios establecidos por INEN 1529- y tomando en cuenta varios lineamientos ARCSA para los productos cárnicos cocidos y precocidos, los valores presentados se encuentran dentro del rango establecido y que está permitido para productos que serán destinados a frituras o precocidos.

En los Tratamientos 10, 11 y 12 no se detectó crecimiento de *Staphylococcus aureus* ni de mesófilos aerobios en ninguna de las réplicas analizadas, registrándose ausencia total de ambos microorganismos. Y se observa que, a mayor temperatura y menor temperatura de enfriamiento, la reducción microbiana es más pronunciada y acertada ya que los resultados obtenidos fueron los ideales para el proceso.

A continuación, la Figura 4 y 5 se muestran los gráficos detallados del análisis realizado, confirmando la hipótesis alternativa, que indica que existen diferencias significativas en los recuentos microbiológicos.

Figura 4.

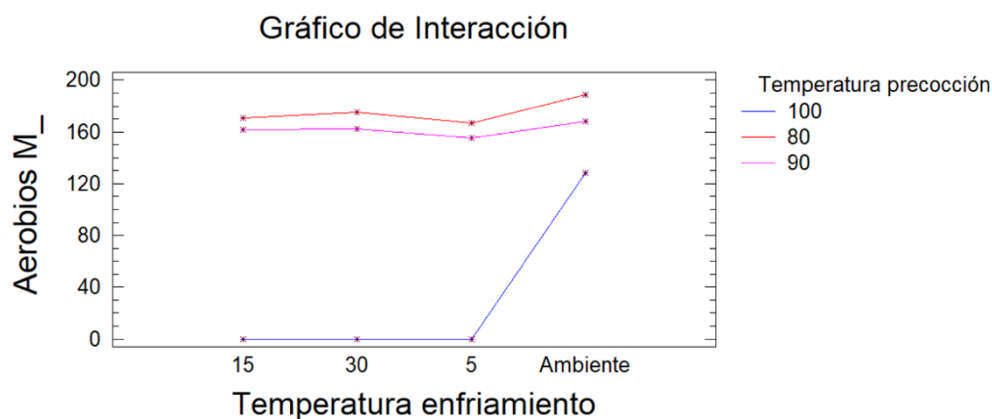
Gráfico de interacción de Staphylococcus aureus día 0



En la Figura 4, se evidencia como el tratamiento a mayor temperatura en combinación con una temperatura de enfriamiento, presenta bajos conteos microbiológicos en comparación con las demás temperaturas y los tratamientos al ambiente.

Figura 5.

Gráfico de interacción de aerobios mesófilos día 0



La inactivación de bacterias mediante el calor está influenciada por la duración y la temperatura a las que son expuestas. Según lo mencionado por Jay et al. (2005), temperaturas que superan los 70 °C causan una desnaturalización permanente de las proteínas celulares, lo que daña tanto las membranas como las enzimas necesarias. En este estudio, los tratamientos a 100 °C mostraron una efectividad superior, logrando la total ausencia de crecimiento bacteriano.

El enfriamiento rápido hasta alcanzar una temperatura de 5 °C reduce el tiempo que el producto pase por la zona de riesgo (5–60 °C), que el Codex Alimentarius denomina un rango crítico para el crecimiento microbiológico. La combinación de un tratamiento térmico a alta temperatura y un enfriamiento controlado representa una estrategia para el control de microorganismos.

Teniendo en cuenta la normativa, la ausencia detectada de *Salmonella* en todos los tratamientos cumple los criterios establecidos por INEN y Codex. Además, los niveles de *Staphylococcus aureus* se mantienen por debajo del nivel crítico de 10^3 UFC/g, lo cual se considera un límite de riesgo para la producción de enterotoxinas.

4.3 Conteo microbiológico final (día 7)

Se realizó la lectura de colonias al finalizar el tiempo establecido. Para este proceso se descongelaron todos los tratamientos y se extrajeron 10 gramos de muestra de cada uno, los mismos que fueron sembrados con los microorganismos correspondientes.

En las tablas mostradas a continuación, solo se presentan los conteos microbiológicos de los microorganismos *Staphylococcus aureus* y Aerobios Mesófilos debido a que hubo ausencia de *Salmonella* y *Escherichia coli* en todos los tratamientos y sus respectivas repeticiones. A continuación, desde la Tabla 19, hasta la 27 se muestran los conteos microbiológicos finales.

Tabla 19.

Conteo microbiológico final del Tratamiento 1

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	44	45	41	43.33333333	5 %	2.081666
Aerobios Mesófilos	188	185	189	187.3333333	1 %	2.081666

En este Tratamiento, *Staphylococcus aureus* presentó una media de 43.33 UFC, mientras que los aerobios mesófilos alcanzaron una media de 187.33 UFC.

Tabla 20.

Conteo microbiológico final del Tratamiento 2

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	42	38	40	40	5 %	2
Aerobios Mesófilos	174	175	172	173.6666667	1 %	1.52752523

Los recuentos de *Staphylococcus aureus* en el presente Tratamiento, mostraron un promedio de 40 UFC y los aerobios mesófilos de 173.67 UFC. Los coeficientes de variación se mantuvieron bajos, evidenciando consistencia en los resultados y una ligera reducción respecto al enfriamiento a temperatura ambiente.

Tabla 21.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 3*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	45	46	43	44.6666667	3 %	1.527525232
Mesófilos aerobios	189	187	190	188.6666667	1 %	1.527525232

En este Tratamiento, *Staphylococcus aureus* alcanzó una media de 44.67 UFC/g y los aerobios mesófilos de 188.67 UFC/g. La baja variabilidad entre las réplicas indica estabilidad de los recuentos microbiológicos al día 7 de almacenamiento.

Tabla 22.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 4*

Microorganismo	R1	R2	R3	Media	Coef. variación	Desv. estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	45	46	43	44.6666667	3 %	1.527525232
Mesófilos aerobios	189	187	190	188.6666667	1 %	1.527525232

Los resultados evidencian valores promedio de 44.67 UFC/g para *Staphylococcus aureus* y 188.67 UFC/g para aerobios mesófilos, con coeficientes de variación bajos.

Tabla 23.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 5*

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estandar
<i>Staphylococcus aureus</i>	39	39	40	39.33333333	1 %	0.57735027
Aerobios Mesófilos	170	165	168	167.6666667	2 %	2.51661148

En este tratamiento, *Staphylococcus aureus* presentó una media de 39.33 UFC/g, mientras que los aerobios mesófilos alcanzaron 167.67 UFC/g. Los coeficientes de variación bajos indican una adecuada homogeneidad de los datos.

Tabla 24.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 6*

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estandar
<i>Staphylococcus aureus</i>	38	36	34	36	6 %	2
Aerobios Mesófilos	167	156	160	161	3 %	5.56776436

Los recuentos de *Staphylococcus aureus* presentaron en el tratamiento 6 una media de 36 UFC/g y los aerobios mesófilos de 161 UFC/g. La variabilidad se mantuvo dentro de rangos aceptables, evidenciando estabilidad durante el almacenamiento.

Tabla 25.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 7*

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	22	22	21	21.666	3 %	0.577350
Aerobios Mesófilos	164	159	160	161	2 %	2.645751

En este Tratamiento se observó una reducción más marcada de *Staphylococcus aureus*, con una media de 21.67 UFC/g, mientras que los aerobios mesófilos se mantuvieron alrededor de 161 UFC/g, con baja dispersión entre réplicas.

Tabla 26.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 8*

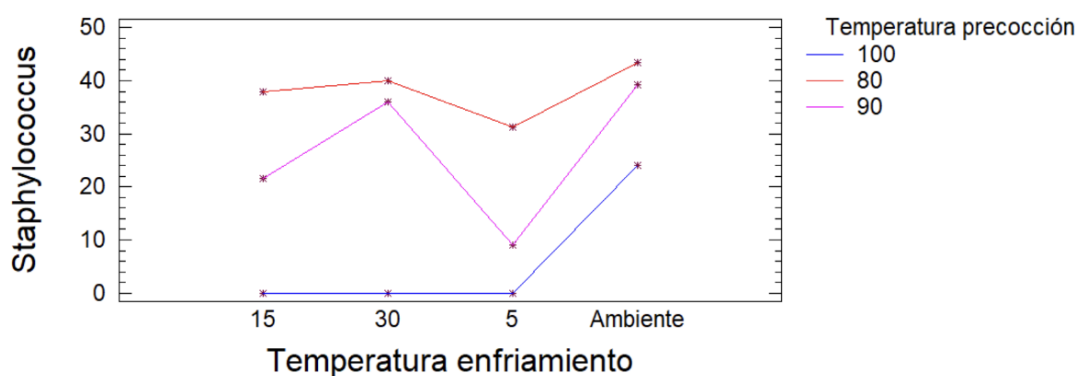
Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	10	8	9	11 %	1
Aerobios Mesófilos	161	152	149	154	4 %	6.244998

El enfriamiento a 5 °C presentó los menores recuentos de *Staphylococcus aureus* (9 UFC/g), mientras que los aerobios mesófilos registraron una media de 154 UFC/g, confirmando el efecto del enfriamiento más severo sobre la carga microbiana.

Tabla 27.*Conteo microbiológico final del Tratamiento 9*

Microorganismo	R1	R2	R3	media	coef. Variación	desv. Estándar
<i>Staphylococcus aureus</i>	28	24	20	24	17 %	4
Aerobios Mesófilos	130	127	126	127.666	2 %	2.081666

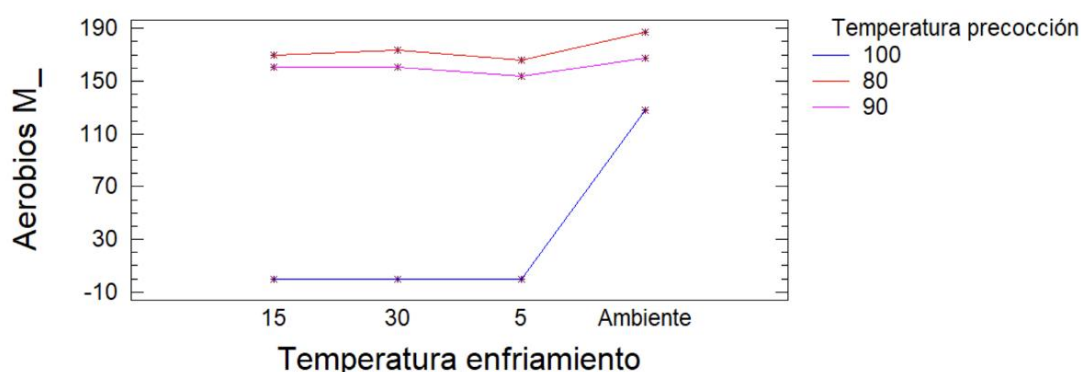
Los recuentos de *Staphylococcus aureus* presentaron en la previa tabla una media de 24 UFC/g y los aerobios mesófilos de 127.67 UFC/g. A pesar de una mayor variabilidad relativa en *Staphylococcus aureus*, los resultados reflejan una carga microbiana reducida en comparación con temperaturas de precocción menores.

Figura 6.*Gráfico de interacción Staphylococcus aureus día 7*

En la Figura 6, se evidencia como al día 7 el tratamiento a mayor temperatura en combinación con una temperatura de enfriamiento aun presenta bajos conteos microbiológicos en comparación con las demás temperaturas y los tratamientos al ambiente.

Figura 7.

Gráfico de interacción de Aerobios mesófilos día 7



Un estudio comparable fue desarrollado por Haghighi et al. (2021) quienes evaluaron combinaciones de temperatura (60, 70 y 80 °C) y tiempo (60–150 minutos) en pechugas de pollo cocidas bajo sistema de envasado al vacío (98 %). El análisis microbiológico incluyó mesófilos aerobios, psicrótróficos y Enterobacteriaceae durante 21 días de almacenamiento con una temperatura de 4 °C, reportándose ausencia de crecimiento microbiano incluso en la condición más baja (60 °C durante 60 minutos). Los autores concluyeron que la temperatura de cocción fue el factor determinante en la reducción microbiana.

En el presente estudio, los tratamientos aplicados (80, 90 y 100 °C) superan ampliamente las condiciones mínimas efectivas reportadas por dichos autores, observándose que las muestras tratadas a 100 °C presentaron la mayor reducción de la carga microbiológica desde el día 0 y mayor estabilidad hasta el día 7. Esto confirma que el incremento de la temperatura intensifica la letalidad térmica sobre los microorganismos, reforzando la evidencia de que la temperatura es el principal factor en la inactivación microbiana en productos avícolas sometidos a tratamiento térmico bajo vacío.

4.4 Análisis estadístico de *Staphylococcus aureus*

En las Tablas presentadas a continuación, desde la Tabla 28 hasta la 36, se mostraron los conteos iniciales y finales de *Staphylococcus aureus* de cada tratamiento, esto permite determinar la proporción de la disminución o incremento del microorganismo.

Tabla 28.

Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 1

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	45	44	Disminución	2.22
2		46	45	Disminución	2.17
3		43	41	Disminución	4.65

El microorganismo presentó una disminución de entre el 2 y 4 % entre el día 0 y 7.

Tabla 29.

Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 2

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	42	42	Sin cambio	0
2		40	38	Disminución	5.00
3		41	40	Disminución	2.44

El microorganismo presentó una disminución de entre el 2 y 5 % y en una repetición no hubo un cambio entre el día 0 y 7.

Tabla 30.

Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 3

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	41	41	Sin cambio	0
2		37	35	Disminución	5.41
3		39	38	Disminución	2.56

Se puede definir por los conteos previos que el microorganismo *Staphylococcus aureus*, en su mayoría presentó una ligera disminución de su carga entre el día 0 y 7.

Tabla 31.

Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 4

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	35	32	Disminución	8.57
2		33	33	Sin cambio	0
3		31	29	Disminución	6.45

El microorganismo presentó una disminución de entre el 2 y 5 % y en una repetición no hubo un cambio entre el día 0 y 7.

Tabla 32.Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 5

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	40	39	Disminución	2.50
2		40	39	Disminución	2.50
3		41	40	Disminución	2.44

El microorganismo presentó una ligera disminución del 2.40 y 2.50 % entre el día 0 y 7.

Tabla 33.Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 6

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	39	38	Disminución	2.56
2		37	36	Disminución	2.70
3		35	34	Disminución	2.86

El microorganismo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 34.Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 7

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	25	22	Disminución	12
2		25	22	Disminución	12
3		22	21	Disminución	4.55

El microorganismo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 35.Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 8

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	10	9	Disminución	10
2		11	10	Disminución	9.09
3		9	8	Disminución	11

El microorganismo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 36.Conteo de *Staphylococcus aureus* del Tratamiento 9

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	<i>Staphylococcus aureus</i>	30	28	Disminución	6.67
2		26	24	Disminución	7.69
3		24	20	Disminución	16.67

El microorganismo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

En los tratamientos correspondientes a precocción a 100 °C combinada con enfriamiento a 30 °C, 15 °C y 5 °C, no se evidenció crecimiento del microorganismo durante los días de evaluación. Los recuentos obtenidos tanto en el día 0 como en el día 7 fueron similares, lo que indica que, a los 7 días de congelación, los microorganismos presentan una ligera disminución.

4.5.1 Determinación de mejor tratamiento.

Según los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos de *Staphylococcus aureus*, se determinó que los tratamientos más efectivos, fueron los que registraron ausencia del microorganismo durante los días de evaluación. Los tratamientos 10, 11 y 12, los cuales se combinaron con la precocción a 100 °C y con enfriamiento a 30 °C, 15 °C y 5 °C demostraron un control microbiológico total.

Sin embargo, aun así, los resultados hayan presentado una ausencia del microorganismo, es importante considerar la etapa de enfriamiento como punto crítico del proceso. Esto quiere decir que el enfriamiento adecuado de las alitas reduce el tiempo en el que el producto está en las temperaturas que son favorables para el crecimiento microbiano.

4.4.2 Análisis de varianza.

Para determinar el mejor tratamiento, se analizó el diseño experimental, para el cual, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con separación de medias con la prueba de Tukey, se consideró un nivel de significación de 0.05.

El análisis se realizó utilizando el programa estadístico InfoStat para todos los conteos de *Staphylococcus aureus* registrados previamente. Este análisis se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 37.

Análisis de varianza de *Staphylococcus aureus*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
<i>Staphylococcus aureus</i>	36	0.89	0.88	24.29

Nota. Fuente: InfoStat

Se presenta que el análisis de varianza del microorganismo resultó en que el coeficiente de determinación de un valor de 0.89.

Tabla 38.

Cuadro de análisis de variación (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9135.81	5	1827.16	51.01	<0.0001
Temperatura de precocción	6619.06	2	3309.53	92.40	<0.0001
Temperatura enfriamiento	2516.75	3	838.92	23.42	<0.0001
Error	1074.50	30	35.82		
Total	10210.31	35			

Nota. Fuente: InfoStat

Los resultados presentados en la tabla 38, evidencia que el modelo fue altamente significativo.

Tabla 39.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.02326

Error: 35.8167 gl=30

Temp. precocción	Medias	n	E.E	
100°C	6.67	12	1.73	A
90°C	27.83	12	1.73	B
80°C	39.42	12	1.73	C

Nota. Medias con una letra común no representan una significación diferente (p > 0.05) Fuente: InfoStat

La prueba Tukey presentó diferencias significativas

Tabla 40.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=7.67119

Error: 35.8167 gl=30

Temp. Enfriamiento	Medias	n	E.E			
5°C	14.33	9	1.99	A		
15°C	21.00	9	1.99	A	B	
30°C	26.00	9	1.99		B	
Ambiente	37.22	9	1.99			C

Nota. Medias con una letra igual no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) Fuente: InfoStat

El análisis de varianza evidenció que tanto la temperatura de precocción como la temperatura de enfriamiento influyeron significativamente en los recuentos de *Staphylococcus aureus* ($p < 0.05$).

La temperatura de precocción evidenció el mayor efecto ($F = 92.40$), lo cual demuestra que el incremento térmico reduce significativamente la carga microbiana. La prueba de Tukey confirmó que la precocción a 100 °C obtuvo la media más baja, esto representa diferencias estadísticamente en comparación de 90 °C y 80 °C. Asimismo, el enfriamiento a 5 °C mostró mejores resultados en comparación con el enfriamiento a temperatura ambiente.

La interacción entre ambas temperaturas, la de precocción y enfriamiento, resultó significativa, esto evidencia que el efecto térmico no actúa de manera aislada, sino que la efectividad de la temperatura depende de la rapidez con la que el producto pasa la zona de peligro microbiológico (5–60 °C), esto implica directamente el diseño industrial del proceso. A pesar de que la precocción se realizó a 100 °C y genera una reducción amplia de la carga microbiana, un enfriamiento lento podría permitir que se recuperen los microorganismos. Por tanto, la combinación de alta temperatura y enfriamiento rápido ayuda a maximizar la inactivación bacteriana y reducir el riesgo de proliferación al manejar el producto posteriormente.

En conjunto, los resultados estadísticos respaldan que la combinación de precocción a 100 °C y enfriamiento controlado constituye el tratamiento

más efectivo para el control microbiológico del producto. Lo cual se comprueba la hipótesis alternativa de que existen diferencias significativas en los recuentos microbiológicos en los diferentes tratamientos tanto en tiempo 0 como luego de 7 días de congelación.

4.5 Análisis estadístico de mesófilos aerobios

Desde la Tabla 41, hasta 49, se muestran los conteos iniciales y finales de mesófilos aerobios de cada tratamiento, esto permite determinar la proporción de la disminución o incremento del microorganismo.

Tabla 41.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 1

Repeticición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	189	188	Disminución	0.53
2		187	185	Disminución	1.07
3		190	189	Disminución	0.53

El primer tratamiento presentó una ligera disminución comparando el día 0 con el 7.

Tabla 42.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 2

Repeticición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	176	174	Disminución	1.14
2		177	175	Disminución	1.13
3		173	172	Disminución	0.58

Se observa una disminución entre las repeticiones del 0.58 al 1.14.

Tabla 43.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 3

Repeticición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	172	171	Disminución	0.58
2		169	168	Disminución	0.59
3		171	170	Disminución	0.58

Asimismo, en la Tabla 43 se presenta una ligera disminución en la estabilidad del producto de entre 0.58 y 0.59 %

Tabla 44.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 4

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	169	168	Disminución	0.59
2		165	163	Disminución	1.21
3		167	166	Disminución	0.60

El microorganismo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 45.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 5

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	170	170	Sin cambios	0
2		166	165	Disminución	0.60
3		169	168	Disminución	0.59

El microorganismo presentó una disminución y una repetición sin cambio entre el día 0 y 7.

Tabla 46.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 6

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	167	167	Sin cambios	0
2		159	156	Disminución	1.89
3		162	160	Disminución	1.23

El conteo presentó una disminución y una repetición sin cambio entre el día 0 y 7.

Tabla 47.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 7

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	165	164	Disminución	0.61
2		160	159	Disminución	0.63
3		161	160	Disminución	0.62

El conteo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 48.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 8

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	162	161	Disminución	0.62
2		153	152	Disminución	0.65
3		151	149	Disminución	1.32

El conteo presentó una disminución entre el día 0 y 7.

Tabla 49.

Conteo de mesófilos aerobios del Tratamiento 9

Repetición	Microorganismo	Día 0	Día 7	Observación	%
1	Mesófilos aerobios	130	130	Sin cambios	0
2		128	127	Disminución	0.78
3		127	126	Disminución	0.79

En los tratamientos sometidos a precocción a 100 °C, no se evidenció presencia de aerobios mesófilos durante los días de evaluación microbiológica. Los recuentos obtenidos tanto en el día 0 como en el día 7 indicaron ausencia del microorganismo, lo que demuestra la efectividad de esta temperatura de precocción en la reducción de la carga microbiana total.

En contraste con lo reportado por Mugabe et al. (2024), quienes evidenciaron la presencia de bacterias aerobias mesófilas en productos avícolas procesados bajo condiciones no estandarizadas.

4.5.1 Determinación de tratamiento más efectivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de aerobios mesófilos, se determinó que los tratamientos más efectivos fueron aquellos que no presentaron crecimiento del microorganismo durante los días de evaluación.

A pesar de la ausencia del microorganismo en estos tratamientos, es recomendable aplicar un enfriamiento adecuado y controlado posterior a la precocción, con el fin de evitar posibles recontaminaciones durante las etapas de manipulación, empaque y almacenamiento del producto.

4.5.2 Análisis de varianza.

Para determinar el mejor tratamiento, se analizó el diseño experimental, para el cual, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con separación de medias con la prueba de Tukey, se consideró un nivel de significación de 0.05.

El análisis se realizó utilizando el programa estadístico InfoStat para todos los conteos de mesófilos aerobios registrados previamente. Este análisis se muestra en las tablas a continuación.

Tabla 50.
Análisis de varianza de mesófilos aerobios

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mesófilos aerobios	36	0.89	0.87	21.11

Se presenta que el análisis de varianza del microorganismo resultó en que el coeficiente de determinación de un valor de 0.89.

Tabla 51.
Cuadro de análisis de variación (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	168479.86	5	33695.97	49.84	<0.0001
Temperatura de precocción	150488.89	2	75244.44	111.30	<0.0001
Temperatura enfriamiento	17990.97	3	5996.99	8.87	0.0002
Error	20281.78	30	676.06		
Total	188761.64	35			

El análisis de variación presentó que el modelo fue altamente significativo.

Tabla 52.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=26.16866

Error: 676.0593 gl=30

Temp. precocción	Medias	n	E.E	
100 °C	32.08	12	7.51	A
90 °C	162.08	12	7.51	B
80 °C	175.42	12	7.51	B

Nota. Medias con una letra igual no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 53.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=33.32827

Error: 676.0593 gl=30

Temp. Enfriamiento	Medias	n	E.E	
5 °C	107.44	9	8.67	A
15 °C	110.89	9	8.67	A
30 °C	112.67	9	8.67	A
Ambiente	161.78	9	8.67	B

Nota. Medias con una letra igual no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El análisis de varianza evidenció que tanto la temperatura de precocción como la temperatura de enfriamiento influyeron significativamente en los recuentos de mesófilos aerobios ($p < 0.05$). La temperatura de precocción presentó el mayor efecto ($F = 111.30$), confirmando que el incremento térmico reduce de manera significativa la carga microbiana total.

La interacción entre ambas temperaturas, la de precocción y enfriamiento, resultó significativa, esto evidencia que el efecto térmico no actúa de manera aislada, sino que la efectividad de la temperatura depende de la rapidez con la que el producto pasa la zona de peligro microbiológico (5–60 °C), esto implica directamente el diseño industrial del proceso. A pesar de que la precocción se realizó a 100 °C y genera una reducción amplia de la carga microbiana, un enfriamiento lento podría permitir que se recuperen los microorganismos.

Los resultados de la prueba de Tukey aseguraron que la precocción realizada a 100 °C se diferenció estadísticamente de 90 °C y 80 °C, debido a

que obtuvo la media más baja. En cuanto al enfriamiento, las temperaturas realizadas a 5 °C, 15 °C y 30 °C no presentaron diferencias significativas entre sí, por otro lado, el enfriamiento a temperatura ambiente registró los mayores recuentos. Estos resultados confirman que el tratamiento con la combinación de precocción a 100 °C y enfriamiento controlado representa la alternativa más efectiva para el control de mesófilos aerobios.

4.6 Determinación de tratamiento escogido

Utilizando como referencia los resultados microbiológicos obtenidos y el análisis estadístico realizado mediante ANOVA bifactorial, el tratamiento seleccionado como óptimo fue la combinación de precocción a 100 °C acompañada de enfriamiento hasta 5 °C. Esta combinación demostró una reducción significativa de *Staphylococcus aureus* y aerobios mesófilos, con valores estadísticamente diferentes ($p < 0.0001$) a diferencia de los demás tratamientos evaluados. La alta temperatura de precocción demostró una mayor inactivación térmica bacteriana, mientras que el enfriamiento rápido permitió minimizar el tiempo de estancia del producto en la zona de peligro microbiológico (5–60 °C), lo que reduce el riesgo de proliferación microbiana posterior.

A pesar de que la temperatura de precocción a 100 °C demuestra ser la más efectiva según los recuentos microbiológicos, es importante considerar que temperaturas elevadas pueden producir mayor desnaturalización proteica y pérdida de humedad, esto podría afectar potencialmente la textura y jugosidad del producto. Sin embargo, al tratarse de un sistema previo a la fritura, estos factores podrían recompensarse en el proceso de fritura final.

4.6.1 Caracterización física y química del tratamiento escogido.

4.6.1.1 Humedad.

El porcentaje de humedad que se determinó en el producto final fue de 53 %, este valor se encuentra que se encuentra ligeramente por debajo de los rangos determinados por Intriago Flor et al. (2023) que indican un porcentaje de 56.98%. Esto puede deberse a que, en el estudio, las alitas pasaron por una salmuera con miel, lo cual puede influir en el porcentaje de humedad.

4.6.1.2 pH.

El valor de pH dio un promedio de 6, valor que se encuentra dentro de los rangos esperados para la carne de pollo precocinada. Lo que se encuentra ligeramente por debajo del resultado publicado por Orduz et al. (2017).

4.6.1.3 Ceniza.

El porcentaje de ceniza dio un promedio de 2%, el cual se encuentra por debajo de lo publicado por Das et al. (2011) el cual es 3,5%.

4.6.1.4 Proteína.

El porcentaje de proteína aumentó ligeramente a 29,57%.

Tabla 54.

Resultados físicos y químicos del tratamiento escogido

Parámetro %	Resultado
pH	5
Humedad	57%
Ceniza	2%
Proteína	29.57%

4.7 Cálculo de costos

En la siguiente tabla se detallan los costos por gramo de producción de la harina saborizada.

Tabla 55.

Cálculo de producción de harina saborizada

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio/kg	Total (USD)
Harina	g	9000	0.78	7
Paprika	g	100	10	10
Sal	g	300	0.25	0.08
Pimienta negra	g	100	8.33	0.83
Comino	g	100	8.33	0.83
Ajo	g	100	8.33	0.83
Tomillo	g	15	25.20	0.38
Orégano	g	15	8.63	0.13
Romero	g	15	17	0.26
Total		9745		20.34

El costo total de una receta estandarizada de harina saborizada es de 20.34 USD. El cual se divide para el peso total de los ingredientes, con el fin de obtener un valor de costo por gramo, el cual sería 0.0020 USD.

Los costos variables por cada unidad de alita pueden variar según el nivel de producción a realizar, en la Tabla 56 se detallan estos valores. Estos incluyen la materia prima, el mix de harina y el material de empaque al vacío.

Tabla 56.

Cálculo de producción por unidad de alita

Insumo	Unidad	Cantidad	Precio	Total (USD)
Alitas	u	1	0.21	0.21
Harina saborizada	g	30	0.0020	0.06
Funda al vacío	u	1	0.06	0.06
Total				0.33

El cálculo se realizó considerando el costo de adquisición y su rendimiento por unidad, se obtuvo un costo variable total de 0.33 USD por alita.

4.7.1 Costos de producción

La siguiente tabla muestra los costos fijos mensuales prorrateados por unidad de alita. Estos incluyen energía eléctrica, gas, agua, mano de obra y la depreciación de la empacadora al vacío.

Tabla 57.

Cálculo de costos de producción

Elemento	Costo mensual (USD)	Costo por alita (USD)
Energía eléctrica	100	0.0050
Gas	30	0.0015
Agua	35	0.0018
Mano de obra	1250	0.0625
Empacadora	10	0.0005
Total costos fijos	1425	0.0713

Para determinar el costo fijo unitario, el total mensual fue dividido entre la producción estimada de 20.000 alitas, obteniéndose un costo fijo aproximado de 0.071 USD por unidad.

4.7.2 Costo total producción por alita

Para determinar el costo de producción con respecto a la unidad de alita, se utilizó una fórmula, se sumó el costo variable unitario y el costo fijo prorrateado. Por otra parte, los costos fijos, que incluyen energía eléctrica, gas, agua, mano de obra y depreciación del equipo, representaron aproximadamente 0.071 USD por unidad.

$$\text{Costo total} = 0.33 + 0.0713 = 0.4034$$

El resultado de la formula determinó que el costo total estimado de producción fue de 0.40 USD por unidad de alita, valor que representa la base para realizar el análisis de rentabilidad y evaluación económica.

4.8 Beneficio / Costo

El análisis beneficio-costos se realizó comparando el precio de venta unitario con el costo total de producción por alita. Si se considera un precio de venta de 1.00 USD por unidad de alita y tomando en cuenta el costo total de 0.40 USD. La relación beneficio-costos calculada fue de 1.5, lo que indica que por cada dólar invertido en el proceso productivo se generan 1.50 USD de retorno.

A partir de este resultado, se puede determinar que al implementar el presente protocolo de precocción empanizado y empaque al vacío, además de ser técnicamente viable, también es altamente rentable en el ámbito económico para el modelo productivo del restaurante.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se concluye que la caracterización física y química de la materia prima permitió confirmar que las alitas de pollo estaban en condiciones adecuadas con respecto a la calidad inicial, ya que cumplían con todos los parámetros de textura, color, pH, humedad, ceniza y proteína.

La presente investigación evidenció que la relación entre la temperatura de precocción influye significativamente en la calidad microbiológica y la vida útil del producto. Dentro de los resultados, se reportó que los tratamientos a los que se aplicó la precocción a 100 °C, presentaron los recuentos mas favorables, a diferencia de las temperaturas a 80 °C y 90 °C.

En análisis microbiológico que se realizó al finalizar el proceso y luego de 7 días de congelación, demostró que los tratamientos con mayor temperatura (100°C) se mantuvieron con recuentos bajos y estables en el tiempo. Debido a esto, se acepta la hipótesis alternativa, confirmando que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y se rechaza la hipótesis nula.

Se sugiere implementar el enfriamiento hasta 5 °C, aunque los tratamientos de 100 °C que fueron combinados con las otras temperaturas de enfriamiento no presentaron cargas microbianas, al manejar el producto con una temperatura interna baja se reduce la posibilidad de una proliferación bacteriana, al evitar que el producto permanezca en la denominada “zona de peligro” (entre 8 °C y 68 °C), donde los microorganismos presentan mayor capacidad de multiplicación.

Se concluye que gracias al análisis costo-beneficio, la rentabilidad dio como resultado 1,5, lo que significa que la implementación del protocolo es económicamente rentable y rentable técnicamente.

Es importante que dentro de todos los procesos alimenticios se mantenga un control de tiempos y temperaturas, con el uso de termómetros y

registros de control para poder verificar que se cumplan estos parámetros y garantizar la trazabilidad y repetibilidad del procedimiento.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que el sistema se realice junto con la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), en especial los procesos que se realicen luego de la cocción y el empanizado, para evitar la presencia de una contaminación cruzada que pueda afectar a los resultados obtenidos con el tratamiento térmico.

Para futuras investigaciones, se sugiere evaluar la estabilidad microbiológica más de 10 días, así como incluir análisis sensoriales, con el fin de determinar si se generan cambios en la textura y jugosidad del producto luego de la fritura.

REFERENCIAS

- Anchundia Zambrano, J., Intriago Mendoza, H., Galarza Abad, S., & Alvarado Parrales, P. (2025). *CARGA MICROBIOLÓGICA PRESENTE EN CARNE DE POLLO QUE SE EXPENDEN AL PÚBLICO EN PEDERNALES*. <http://tsachila.edu.ec/ojs/ind>
- Aponte Chumpitaz, L. K. (2022). *“IMPLEMENTACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE EMPANIZADOS DE ROLLITOS DE JAMÓN Y QUESO”*.
- Argote, A. (2022, marzo). *Medición de pH en la industria de alimentos*. https://cdn.hannacolombia.com/hannacdn/support/manual/2022/03/Medicion_de_pH_en_la_industria_alimenticia_0.pdf
- Arriaga Zacarias, L., Mejia Sandoval, L., Noriega, A., Ramirez, R., & Velásquez, M. (2022, diciembre 12). *Determinación de Ceniza y Humedad en Alimentos: Un Análisis Integral*. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-tapachula/analisis-de-alimentos/determinacion-de-ceniza-y-humedad/45632762>
- Banerjee, R., Maheswarappa, N. B., Varakumar, P., Lalthanmawii, J., Govindaiah, P. M., Belore, B. M., & Mohan, K. (2025). Discrimination of cold-slaughtered versus freshly slaughtered chicken meat using a heat-stable hemoglobin-derived biomarker: Targeted MRM-based quantification and validation. *Food Chemistry*, 496, 146941. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2025.146941>
- Bhuiyan, M. H. R., & Ngadi, M. (2024). Application of batter coating for modulating oil, texture and structure of fried foods: A review. *Food Chemistry*, 453, 139655. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2024.139655>
- Calanche Rodríguez, E. N., & Albino Rabón, L. S. (2021). *Diseño de un Modelo de Distribución para Conservar los Productos Congelados que Comercializa la Empresa Alimentos Cárnicos*.
- Ciro, A. (2022, noviembre). *GUÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN GRANOS Y CEREALES*. https://inm.gov.co/wp-content/uploads/2022/11/17_2022_GUIA-DETERMINACION-CONTENIDO-DE-HUMEDAD.pdf

- Conave. (s/f-a). *Información Sector Avícola Público - CONAVE*. Recuperado el 26 de noviembre de 2025, de <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- Cortés-Higareda, M., Bautista-Baños, S., & Ventura-Aguilar, R. I. (2021). *Bacterias patógenas de los alimentos agrícolas frescos y mínimamente procesados. Estado actual en el control del género salmonella*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81367929003>
- Cuenca Cajas, I. G. (2023). *Determinación de Staphylococcus aureus y Aerobios mesófilos en carne de cerdo hornado expendida en mercados de Azogues*.
- Das, R., Pawar, D. P., & Modi, V. K. (2011). Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. *Journal of Food Science and Technology*, 50(2), 284. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0350-z>
- Department of Health, M. (2019). *Control de Tiempo y Temperatura de Enfriamiento para Seguridad Alimentaria (TCS) Cooling Time/Temperature Control for Safety Food (TCS)*. www.health.state.mn.us
- Dubaniewicz, K. (2024, agosto). *¿Qué es el pH y cómo se mide?* <https://blog.bluelab.com/es/what-is-ph>
- Fernández, S., Marcía, J., Bu, J., Baca, Y., Chavez, V., Montoya, H., Varela, I., Ruiz, J., Lagos, S., & Ore, F. (2021). Enfermedades transmitidas por Alimentos (Etas); Una Alerta para el Consumidor. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(2), 2284–2298. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i2.433
- Gallinger, C. (2016, febrero 23). *Determinación de la composición nutricional de la carne de pollo argentina*. <https://www.aadynd.org.ar/dieta/seccion.php?n=62>
- Gualdron, G. G. (2025). *Mejoramiento de la vida útil de un producto alimenticio optimizando la aplicación de empaque al vacío*.
- Haghighi, H., Belmonte, A. M., Masino, F., Minelli, G., Lo Fiego, D. Pietro, & Pulvirenti, A. (2021). Effect of time and temperature on physicochemical and

- microbiological properties of sous vide chicken breast fillets. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/app11073189>
- Hoang, D. K., & Carson, J. K. (2024). Air blast freezing in the food industry. *Low-Temperature Processing of Food Products: Unit Operations and Processing Equipment in the Food Industry*, 117–146. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818733-3.00004-7>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 1529-1:2013*. <https://es.scribd.com/document/488092216/1529-1-1R>
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (2005). *Modern food microbiology*.
- Kroft, B., Leone, C., Wang, J., Kataria, J., Sidhu, G., Vaddu, S., Bhumanapalli, S., Berry, J., Thippareddi, H., & Singh, M. (2024). Influence of peroxyacetic acid concentration, temperature, pH, and treatment time on antimicrobial efficacy against Salmonella on chicken wings. *Poultry Science*, 103(2), 103310. <https://doi.org/10.1016/J.PSJ.2023.103310>
- León, M., Orduz, A., & Velandia, M. (2018). COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15(2), 62. <https://doi.org/10.24054/16927125.V2.N2.2017.2969>
- Madahi, H., Rostami, F., Rahimi, E., & Dehkordi, F. S. (2014). Prevalence of enterotoxigenic Staphylococcus aureus isolated from chicken nugget in Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 7(8). <https://doi.org/10.5812/jjm.10237>
- Márquez Araque, A. T. (2021). *Sistemas pecuarios. Notas sobre inocuidad alimentaria, desarrollo sostenible y cambio climático*.
- Masson, L. (s/f). *MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD, ALCOHOL, ENERGÍA, MATERIA GRASA Y COLESTEROL EN ALIMENTOS*. Recuperado el 13 de enero de 2026, de <https://www.fao.org/4/ah833s/Ah833s16.htm>
- Milkievicz, T., Badia, V., Souza, V. B., Longhi, D. A., Galvão, A. C., & Robazza, W. da S. (2021). Modeling Salmonella spp. inactivation in chicken meat subjected

to isothermal and non-isothermal temperature profiles. *International Journal of Food Microbiology*, 344, 109110.
<https://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2021.109110>

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2021). *Manual de faenamiento de aves de corral para mediana y pequeña escala*.

Mugabe, N. A., Issa-Zacharia, A., & Kussaga, J. (2024). *African Journal of Microbiology Research Microbiological quality and safety of poultry processed in Africa: A review*. 18(1), 16–38. <https://doi.org/10.5897/AJMR2023.9734>

Multianalityca S.A. (2024, junio 21). *Análisis Bromatológico de Alimentos: Importancia y Aplicaciones*. <https://multianalityca.com/analisis-bromatologico-alimentos-importancia-aplicaciones/>

Muñoz Sepúlveda, J., Giraldo Trujillo, M. F., & Muriel Otalvaro, M. (2023). *Prevalencia de Escherichia coli y Salmonella spp. en muestras de ensaladas analizadas por el laboratorio SEILAM S.A.S durante los años 2018, 2019 y 2020*.

Nayak, R., Manning, L., & Waterson, P. (2022). Exploration of the fipronil in egg contamination incident in the Netherlands using the Functional Resonance Analysis Method. *Food Control*, 133, 108605.
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2021.108605>

Nivedha, K., Kalaiselvi, L., Ramasamy, T., Parthiban, S., & Ramesh, S. (2025). Prevalence and Resistance Patterns of E. coli and S. aureus in Poultry Processing Environments: Public Health Implications. *European Journal of Nutrition & Food Safety*, 17(8), 302–314.
<https://doi.org/10.9734/ejnfs/2025/v17i81820>

Orduz, A., León, M., & Velandia, M. (2017). *COMPOSICIÓN FISICOQUIMICA DE LA CARNE DE OVEJO, POLLO, RES Y CERDO*.

Orlando Bejarano Llangari, J. (2024). *Enterococcus como indicadores de contaminación de agua y alimentos*.

- Peña Kieninger, J., Alonso Alonso, R., Silva Galeano, F., Orué Fernández, D., Cáceres Rojas, R., Guillén Fretes, R., Rodríguez Acosta, F., & Canese Krivoshein, A. (2025). Enterotoxins in *Staphylococcus aureus* isolated from food handlers at a public market in Asunción, Paraguay. *Revista del Nacional (Itaugua)*, 17. <https://doi.org/10.18004/rdn2025.e1700110>
- Pozo Baque, V. (2022). *COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS BROILER CON LA UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE JENGIBRE (Zingiber officinale Roscoe) COMO PROBIÓTICO NATURAL*. <https://repositorio.upse.edu.ec/items/98fb8beb-06f0-448e-a889-43bd27b0047c>
- Quijije Paola Elizabeth. (2023). *Características organolépticas de la canal en pollos Broilers alimentados con diferentes balanceados comerciales*. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6847/1/Castro%20Quijije%20Paola%20Elizabeth.pdf>
- Ramírez Ramos, V. J. (2023). *AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS, EN LA MICROBIOTA Y RIZOSFERA DE SUELOS AGRÍCOLAS*.
- Roberto González-Enríquez, L., & García-Pérez, E. (2022). *Implementation of a quality and food safety management system in a food trading company*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>
- Rodríguez León, P. C. (2020). *Evaluación de dos niveles de aceite de orégano como promotor de crecimiento en pollos Broilers en la ciudad Babahoyo Provincia de Los Ríos*.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN). (s/f). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*.
- Sukumaran, L., Govindharaj, G., & Ilaiyaraja, A. (2025). Microbial Safety on Ready-to-Eat Chicken Products Sold in Retailer Shops - Shawarma, and Alfahm. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 665–669. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/25aug572>

Trejo Miranda, A. D. (s/f). *Determinacion de Cenizas en Los Alimentos* . Recuperado el 13 de enero de 2026, de <https://es.scribd.com/document/488402255/Determinacion-de-cenizas-en-los-alimentos>

U.S Department of Agriculture. (2020, octubre 19). *Cómo afectan las temperaturas a los alimentos* | Servicio de Inspección y Seguridad Alimentaria. Food Safety and Inspection Service. <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/how-temperatures-affect-food>

Wang, B., Chen, X., Yan, B., Zhang, N., Tao, Y., Hu, J., Zhao, J., Zhang, H., Chen, W., & Fan, D. (2025). Precooked state based on protein denaturation kinetics impacts moisture status, protein oxidation and texture of prepared chicken breast. *Food Chemistry*, 462, 140994. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2024.140994>

Zhang, M., Li, J., Ni, Q., Yu, D., Yu, P., Yao, W., Zhu, K., & Liu, D. (2025). Effect of frozen storage duration on temporal dominance of sensations (TDS), chemical investigations and moisture distribution of roasted chicken wings. *Food Chemistry*, 465, 141952. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2024.141952>

ANEXOS

Anexo 1.

Recepción de materia prima



Anexo 2.

Precocción de tratamientos



Anexo 3.
Enfriamiento de tratamientos



Anexo 4.
Empanizado de tratamientos



Anexo 5.
Empacado al vacío



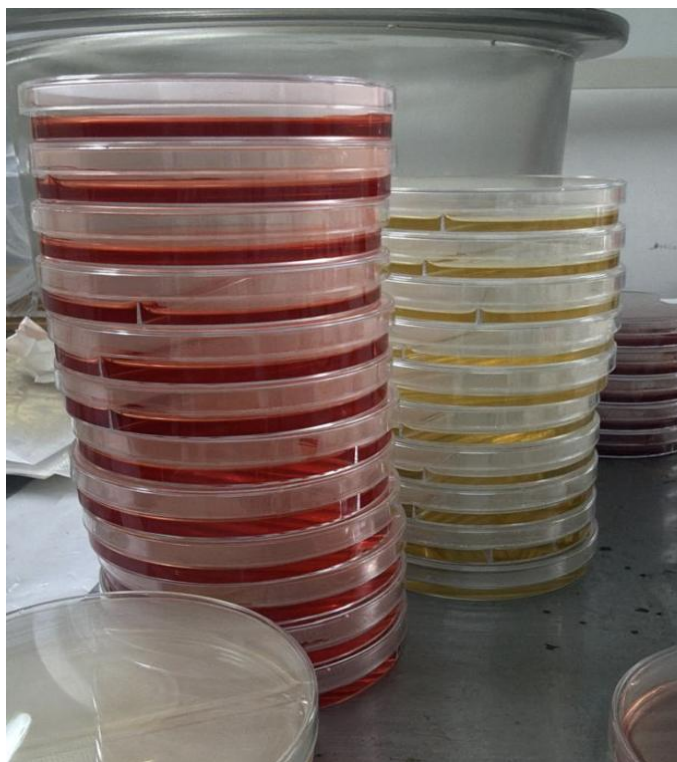
Anexo 6.
Producto terminado



Anexo 7.
Congelación de tratamientos



Anexo 8.
Preparación de medios de cultivo



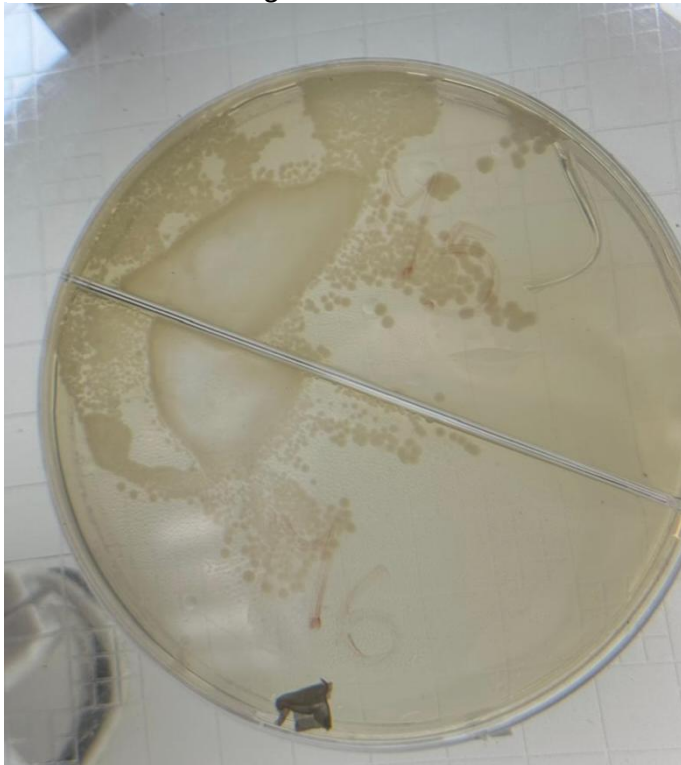
Anexo 9.
Dilusión para análisis microbiológico



Anexo 10.
Incubación de medios de cultivo



Anexo 11.
Conteo microbiológico de Aerobios mesófilos



Anexo 12.
Determinación de ceniza

Anexo 13.
Determinación de humedad



Anexo 14.
Determinación de pH



Anexo 15.
Muestreo para análisis microbiológico



Anexo 16.

Análisis de proteína en Agrorum



Informe Analítico: IA-26-LB-000196-01
Lab-ID: ANA-26/0265

HUAYAMAVE CORDOVA SYLVIA DENNISE
Attn: dhuayamave2004@gmail.com
dhuayamave2004@gmail.com
SANTA ELENA / SALINAS / VICENTE ROCAFUERTE / 55 Y
AV. 49
Ecuador

Lugar de Ejecución del Ensayo
AGRORUM S.A. (Asesoría Agroindustrial Ambiental)
info@agrorum.net
Kennedy Vieja Av. San Jorge Solar 205 entre Calle Primera
Guayaquil - Ecuador

Datos proporcionados por el Cliente			
Matriz de la muestra:	AUTAS DE POLLO	Lugar de muestreo:	---
Descripción de la muestra:	AUTAS DE POLLO DOS MUESTRAS DE 200 G/PUNTO DE TOMA: UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL/FECHA: 15/01/2026/MUESTREADOR: DENNISE HUAYAMAVE	Requerimiento:	REQ-26/0178
Productor:	---	Pedido de Venta:	PV26-0247
Cultivo/Varietal:	---		
Fecha/Hora de muestreo:	---		
Muestra tomada por:	Cliente	Muestreador:	DENNISE HUAYAMAVE

Datos de recepción de la muestra en laboratorio			
Fecha de Recepción:	2026-01-15	Cantidad de Muestra:	~420.0 g
Tipo de Envase:	Bolsa Plástica	Temperatura de la recepción	---
Fecha Inicio Análisis:	2026-01-26	Fecha de Elaboración de Informe:	2026-01-27
Fecha Fin Análisis:	2026-01-26	Fecha de Emisión de Informe:	27-01-2026

RESULTADOS DE ANALISIS			
Parámetro	Resultado	Unidad	Método de ensayo
Proteína cruda(*)	28.74	%	ME-LB-117, Titulometría



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Huayamave Córdova, Sylvia Dennise**, con C.C: **#2450050501**
autor/a del trabajo de titulación: **Análisis comparativo de control
microbiológico de un sistema de alitas de pollo listas para freír** previo a
la obtención del título de **Ingeniería Agroindustrial** en la Universidad Católica
de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las
instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la
Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato
digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al
Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para
su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de
titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la
información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 4 de marzo de 2026

f. 

Nombre: **Huayamave Córdova, Sylvia Dennise**

C.C: **2450050501**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Análisis comparativo de control microbiológico de un sistema de alitas de pollo listas para freír.		
AUTOR(ES)	Huayamave Córdova, Sylvia Dennise		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto, Ph. D.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	4 de marzo de 2026	No. DE PÁGINAS:	78
ÁREAS TEMÁTICAS:	Microbiología, producción cárnica, tratamientos térmicos		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Microbiología, precocción, enfriamiento, alitas de pollo, congelación, seguridad alimentaria.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
El presente trabajo de investigación desarrolla un análisis comparativo del control microbiológico en alitas de pollo listas para freír y evalúa la influencia de la temperatura de precocción y el método de enfriamiento en la vida útil y la calidad sanitaria del producto. La investigación surge de la necesidad de estandarizar procesos en productos cárnicos precocidos y busca garantizar la inocuidad sin afectar las características sensoriales. El estudio aplicó un diseño experimental bifactorial completamente al azar, en el cual se evaluaron tres temperaturas de precocción (80 °C, 90 °C y 100 °C) en combinación con diferentes temperaturas de enfriamiento (30 °C, 15 °C, 5 °C y ambiente) lo que dio lugar a doce tratamientos. Luego, las alitas se empanizaron, se empacaron al vacío y se almacenaron bajo congelación. Se efectuaron análisis microbiológicos en los días 0 y 7 de almacenamiento, con el fin de cuantificar <i>Salmonella</i>, <i>Escherichia coli</i>, mesófilos aerobios y <i>Staphylococcus aureus</i>. Los conteos microbiológicos fueron expresados en UFC para el análisis estadístico, los datos se procesaron mediante un ANOVA de dos vías, por el cual se identificaron las diferencias significativas entre tratamientos y a partir de esto, determinar tanto la influencia individual de cada factor como su interacción. Los resultados evidenciaron que los tratamientos con precocción a 100 °C en combinación con enfriamiento rápido presentó el mejor desempeño microbiológico, porque se registró menor crecimiento microbiano durante el almacenamiento y mayor estabilidad del producto. La investigación concluye que la aplicación correcta de tratamientos térmicos junto con un control de enfriamiento representa un factor importante para garantizar la inocuidad en productos cárnicos precocidos. Además, demuestra que, además de estandarizar el proceso, también se mejora la seguridad alimentaria, y a partir de esto, se fortalece la viabilidad técnica y productiva del sistema propuesto.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593 960258217	E-mail: Sylvia.huayamave@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina M. Sc. Teléfono: +593 -98-736-1675 E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			