



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**ELABORACIÓN DE UN CONDIMENTO ABLANDADOR A BASE
DE LA ENZIMA FICINA Y SU EFECTO EN LAS
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA CARNE DE RES**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA:

KERLY DANIELA VILLEGAS VILLACRES

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**ELABORACIÓN DE UN CONDIMENTO ABLANDADOR A BASE
DE LA ENZIMA FICINA Y SU EFECTO EN LAS
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA CARNE DE RES**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: KERLY DANIELA VILLEGAS VILLACRES

DIRECTORA: ING. CRISTINA ALEJANDRA MUÑOZ SHUGULÍ PHD

Riobamba – Ecuador

2024

© 2023, Kerly Daniela Villegas Villacrés

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Kerly Daniela Villegas Villacres declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 06 de marzo de 2024

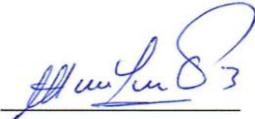
A handwritten signature in blue ink that reads "Kerly Villegas". The signature is written in a cursive style with a large initial 'K'.

Kerly Daniela Villegas Villacres

171943806-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **ELABORACIÓN DE UN CONDIMENTO ABLANDADOR A BASE DE LA ENZIMA FICINA Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS EN LA CARNE DE RES**, realizado por la señorita: **KERLY DANIELA VILLEGAS VILLACRES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Msc. Simón Bolívar Moreano Bejarano PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-05-28
Mgs. Cristina Alejandra Muñoz Shugulí DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-28
Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-05-28

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hermano, quien ha sido mi apoyo incondicional y compañía a lo largo de mi vida. Por su amor, fortaleza y ánimo constante que han sido fundamentales en este trayecto académico. Gracias por tu esfuerzo diario y por estar siempre a mi lado.

Kerly

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser luz y fortaleza en mi vida, a todas las personas que han aportado con conocimiento y experiencia a lo largo de mi carrera.

Kerly

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY / ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Carne bovina.....	5
2.1.1. <i>Proceso de faenamiento</i>	5
2.1.1.1. <i>Proceso de recepción</i>	5
2.1.1.2. <i>Proceso de corralaje</i>	6
2.1.1.3. <i>Proceso de arreo y duchado</i>	6
2.1.1.4. <i>Proceso de noqueo</i>	6
2.1.1.5. <i>Proceso de izado</i>	6
2.1.1.6. <i>Proceso de sangrado y degüello</i>	6
2.1.1.7. <i>Proceso de corte de patas y cabeza</i>	6
2.1.1.8. <i>Proceso de desollado</i>	7
2.1.1.9. <i>Proceso de eviscerado</i>	7
2.1.1.10. <i>Proceso de fisurado</i>	7
2.1.1.11. <i>Proceso de inspección veterinaria post mortem</i>	7
2.1.1.12. <i>Proceso de higiene y desinfección</i>	7

2.1.2.	<i>Calidad de la carne</i>	7
2.1.3.	<i>Textura de la carne</i>	8
2.1.4.	<i>Factores relacionados con la textura de la carne</i>	8
2.2.	Enzimas	8
2.2.1.	<i>Factores que afectan la actividad enzimática</i>	9
2.2.1.1.	<i>Temperatura</i>	9
2.2.1.2.	<i>pH</i>	9
2.2.1.3.	<i>Efecto de la concentración del sustrato</i>	10
2.2.1.4.	<i>Efecto de la cantidad de enzima</i>	10
2.2.1.5.	<i>Efecto de inhibidores</i>	10
2.2.1.6.	<i>Cofactores</i>	10
2.3.	Higo	11
2.3.1.	<i>Estacionalidad</i>	11
2.3.2.	<i>Látex</i>	11
2.3.3.	<i>Ficina</i>	11
2.3.3.1.	<i>Métodos de obtención de ficina</i>	12
2.3.3.1.1.	<i>Método de deshidratación</i>	12
2.3.3.1.2.	<i>Método de separación en tres fases</i>	12
2.4.	Condimento	13
2.5.	Especias	13
2.5.1.	<i>Ajo</i>	13
2.5.2.	<i>Comino</i>	13
2.5.3.	<i>Orégano</i>	13
2.5.4.	<i>Cebolla</i>	14
2.5.5.	<i>Culantro</i>	14
2.6.	Control de calidad	14
2.7.	Ablandador	15
2.7.1.	<i>Tecnologías enzimáticas en ablandadores cárnicos</i>	15
2.8.	Evaluación sensorial	15

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Enfoque, diseño y alcance	17
3.1.1.	<i>Cuantitativo</i>	17
3.1.2.	<i>Experimental</i>	17

3.1.3.	<i>Alcance</i>	17
3.2.	Diseño experimental	17
3.2.1.	<i>Población de estudio y método de muestreo</i>	17
3.2.2.	<i>Criterios de inclusión</i>	18
3.2.3.	<i>Criterios de exclusión</i>	18
3.2.4.	<i>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</i>	18
3.2.4.1.	<i>Selección de materia prima</i>	18
3.2.4.2.	<i>Obtención de la enzima ficina</i>	18
3.2.4.3.	<i>Preparación del ablandador-sazonador</i>	20
3.2.4.4.	<i>Análisis de la textura de carne de res</i>	20
3.2.4.5.	<i>Caracterización sensorial</i>	21

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	23
4.1.	Extracción y verificación de la actividad enzimática	23
4.2.	Preparación del condimento y control de calidad	25
4.3.	Análisis instrumental de textura de la carne	25
4.4.	Análisis sensorial de textura	27
4.5.	Análisis sensorial del sabor y olor	30

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Principales enzimas vegetales y microbianas utilizadas para hidrolizar proteínas musculares.....	15
Tabla 3-1: Formulaciones del condimento ablandador.....	20
Tabla 4-1: Actividad enzimática según el método de Balls&Hoover.....	25
Tabla 4-2: Control de calidad del producto final.....	25
Tabla 4-3: Grado de penetración de la carne condimentada con las diferentes formulaciones .	26
Tabla 4-5: Evaluación sensorial de la textura de carne de res	27
Tabla 4-6: Valores de aceptabilidad de textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones	28
Tabla 4-7: Prueba de normalidad por Kolmogorov-Smirnov	28
Tabla 4-8: Comparación de la textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones.....	28
Tabla 4-9: Comparaciones múltiples de la textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones	29
Tabla 4-10: Evaluación sensorial del flavor de la carne de res.....	30
Tabla 4-11: Valores de aceptabilidad de sabor y olor de carne de res condimentada con distintas formulaciones	31
Tabla 4-12 Prueba de normalidad por Kolmogorov-Smirnov.....	31
Tabla 4-13: Análisis de Kruskal-Wallis del flavor de carne de res condimentada con distintas formulaciones	31
Tabla 4-14: Comparación del flavor de carne de res condimentada con distintas formulaciones	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1: Extracto de ficina obtenido a través del método de deshidratación	23
Ilustración 4-2: Extracto de ficina obtenido mediante el método TPP.....	24
Ilustración 4-3: Coágulo obtenido por la actividad enzimática.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL CONDIMENTO ELABORADO

RESUMEN

El problema de la alimentación humana en el país se debe a las deficiencias nutricionales que se presentan por consecuencia de una dieta que no supe las necesidades del organismo; la carne de res es un alimento de alto valor nutricional, sin embargo, cada vez se exige mejor calidad del producto la cual va ligada a cualidades organolépticas y la textura destaca como factor crucial, por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue elaborar un condimento ablandador que mejore las características organolépticas de la carne de res. La metodología implementada tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, se utilizó dos métodos de extracción de ficina: método de deshidratación y método de separación en tres fases; posteriormente se formuló tres condimentos a diferentes concentraciones de ficina para evaluar la textura con una prueba analítica y sensorial, además analizar el *flavor* a través de una prueba sensorial. Mediante esta metodología se determinó que el mejor método de obtención de la ficina es por separación en tres fases debido a que se obtiene una consistencia adecuada para su posterior formulación y consumo, se confirmó la presencia de enzima a través de la prueba de coagulación de Balls and Hoover, mediante la prueba sensorial y analítica se determinó que la mejor formulación de condimento ablandador es la que contiene mayor cantidad de enzima. En ese contexto se concluye que el condimento ablandador aporta a la mejora de las características organolépticas de la carne de res existiendo una relación dosis-respuesta entre la concentración de la ficina y la textura de la carne.

Palabras clave: <CONDIMENTO>, <ABLANDADOR>, <FICINA>, <CARNE>, <TEXTURA>, <FLAVOR >, <CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS>.

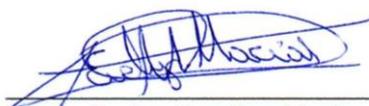
0707-DBRA-UPT-2024



ABSTRACT

The main objective of this research study was to elaborate a tenderizing seasoning that improves the organoleptic characteristics of beef. Thus, the high nutritional value attributed to beef contributes significantly to the consumer's well-being; however, better product quality is increasingly demanded, which is linked to organoleptic qualities and texture stands out as a crucial factor. The methodology implemented had a qualitative and quantitative approach; two methods of ficin extraction were used: dehydration method and three-phase separation method; subsequently, three seasonings were formulated at different concentrations of ficin to evaluate the texture with an analytical and sensory test, in addition to analyzing the *flavor* through a sensory test. By means of this methodology, it was determined that the best method for obtaining ficin is by three-phase separation because an adequate consistency is obtained for its subsequent formulation and consumption; the presence of enzyme was confirmed through the Balls and Hoover coagulation test; through the sensory and analytical test, it was determined that the best formulation of softening seasoning is the one containing the greatest amount of enzyme. In this context, it is concluded that the tenderizer seasoning contributes to the improvement of the organoleptic characteristics of beef, there being a dose-response relationship between the concentration of ficin and the texture of the meat.

Keywords: <CONDIMENT>, <SEASER>, <FICIN>, <MEAT>, <TEXTURE>, <FLAVOR>, <ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS>.



Mgs. Evelyn Carolina Macias Silva
C.I 0603239070

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el problema de alimentación humana es diferenciada, se observa que en países desarrollados se consume mayoritariamente alimentos abundantes en grasa y proteínas, lo que genera un desequilibrio a nivel nutricional en la población. En tanto que los países pobres o en vías de desarrollo, la población presenta altos niveles de deficiencia en la alimentación, lo que provoca la desnutrición. En ambas situaciones, resulta desafiante mejorar dichos aspectos, por lo que es imprescindible la aplicación inmediata de técnicas que mejoren estas circunstancias.

Ecuador, al ser un país en vías de desarrollo posee altos índices de desnutrición Ayala Vargas, (2018, p.5) destaca que la carencia de nutrientes esenciales en la dieta no solo reduce el rendimiento físico y mental, sino que también influye en el crecimiento y la fertilidad. Además, tiene un impacto significativo en los índices de morbilidad, mortalidad y en la esperanza de vida. Dentro de las deficiencias alimentarias destaca la falta de consumo de proteínas, que resulta principalmente debido a la falta de calidad en los productos cárnicos. Debido a esto, surge la gran importancia de incentivar el consumo de carne bovina en nuestro país a través de la mejora de su calidad, con el fin de garantizar una alimentación de calidad para la población.

Para realzar la calidad de la carne se han implementado diversas tecnologías en la industria. Estas tecnologías se dividen en dos: aplicadas y emergentes. Las primeras son aquellas que se encuentran actualmente en uso a nivel industrial, mientras que las emergentes son aquellas que están surgiendo a partir de investigaciones en desarrollo. A su vez, estas tecnologías se clasifican en eléctricas, mecánicas, químicas o enzimáticas (Pérez Chabela & Totosaus Sánchez, 2022, p.3).

Las enzimas desempeñan un papel clave como aditivos en la industria alimentaria, siendo capaces de alterar la apariencia, textura, valor nutricional, así como generar aromas y sabores, además de reducir los tiempos de procesamiento. Su uso se ha extendido más allá de la simple manipulación de los alimentos, abarcando aplicaciones en el desarrollo de envases activos y biosensores dentro del ámbito alimentario. La versatilidad y propiedades catalíticas de las enzimas han consolidado su presencia en el mercado, convirtiéndose en un sector económico relevante.

La incorporación de enzimas en diversos sectores de la industria alimentaria presenta un futuro prometedor, ya que pueden ser utilizadas para la elaboración de una amplia gama de alimentos procesados, incluyendo panificación, jugos, saborizantes, productos lácteos, cárnicos, entre otros. Por consiguiente, resulta evidente que la aplicación de las enzimas en la industria alimentaria continuará expandiéndose, impulsada por la demanda de consumidores que buscan alimentos

novedosos y mejorados con características nutricionales y funcionales que beneficien su salud (Del Moral et al., 2015, p.2).

La función primordial de una enzima en un producto cárnico radica en mejorar su textura, específicamente al reducir su dureza (Singh et al., 2019, p.4). En este contexto, existe la posibilidad de aprovechar diversos recursos naturales presentes en el país que contienen enzimas para su aplicación en productos cárnicos. Por ejemplo, el látex del higo contiene ficina, una cisteín-proteasa que tiende a activarse en presencia de agentes reductores como la cisteína o cianuro de hidrógeno. Esta activación cataliza la hidrólisis de los enlaces peptídicos en otras proteínas, resultando en la producción de aminoácidos libres y, por ende, ablandando la carne (Quiroga Seláez et al., 2018, p.7).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En Ecuador, el consumo de los productos derivados de la carne es uno de los sostenes de la alimentación y Chimborazo forma parte de las ocho provincias donde se concentra el mayor consumo de productos cárnicos (INEC, 2018, p.2).

Las directrices de salud pública respecto al consumo de carne roja buscan reducir su ingesta en lugar de eliminarla por completo de la dieta. Esto se fundamenta en que la carne roja es reconocida como un alimento de alto valor nutricional al ser una fuente concentrada de nutrientes que son difíciles de obtener exclusivamente a partir de alimentos de origen vegetal. Específicamente, la carne constituye una fuente de proteínas de alto valor biológico y diversas vitaminas del complejo B, con especial énfasis en la vitamina B12. Además, es una fuente de minerales, incluyendo el hierro hemínico y el zinc, con una biodisponibilidad superior al proveniente de fuentes vegetales. En consecuencia, la (FAO, 2021, p.3) considera que los países en vía de desarrollo deben tener un consumo mínimo de carnes en general, de 10 kg/año (27 g/persona/día) para evitar subnutrición y malnutrición.

Por otro lado, los consumidores cada vez exigen mayor calidad en los productos cárnicos. Entre los aspectos de calidad de carne se encuentran las cualidades organolépticas como el color, la jugosidad, la textura y el *flavor* (combinación de sensaciones olfativas y gustativas) (Sánchez & Delgado, 2021, p.5). Entre estos aspectos, la textura se destaca como un factor crucial para el consumidor, ya que está directamente relacionada con la ternura, la jugosidad y el sabor de la carne. Sin embargo, la disponibilidad de productos cárnicos de alta calidad y su costo, limita la adquisición y consumo de estos alimentos.

1.2 Justificación

La disminución en el consumo de carne de res ha llevado a que más del cincuenta por ciento de la población a nivel nacional tenga una alta probabilidad de experimentar ingesta insuficiente de hierro (Freire et al., 2014, p.7). (Carretero Colomer, 2010, p.1) señala también que una medida preventiva para la anemia es la implementación de un tratamiento dietético complementario, que consiste en

incorporar alimentos ricos en hierro en la dieta, preferiblemente de fácil absorción. La efectividad de esta medida depende de la forma química en la que se encuentre el hierro en los alimentos, siendo el hierro de origen animal más fácilmente absorbido que el de origen vegetal. Por tanto, se sugiere aumentar la ingesta de carnes rojas, motivando a la población a través de la disponibilidad de productos cárnicos con una alta calidad organoléptica.

En este sentido, la presente investigación se centró en la creación de un condimento ablandador diseñado para mejorar las características sensoriales, especialmente la textura, de la carne de res, con el fin de incrementar su aceptación de la población. Además, se anticipa una mejora en el sabor de la carne debido a la incorporación de los condimentos en el producto. Por consiguiente, este producto se orienta principalmente a personas que no logran cumplir con el consumo diario recomendado de carne debido a problemas en la masticación, como es el caso de los adultos mayores, con el propósito de proporcionar a sus organismos las proteínas, minerales y vitaminas esenciales para mantener un óptimo estado de salud.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar un condimento ablandador a base de la enzima ficina extraída de higo que mejore las características organolépticas de la carne de res.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar la extracción de las enzimas proteolíticas a partir del látex del higo.
- Elaborar el condimento ablandador con diferentes concentraciones de enzima ficina.
- Determinar la mejor formulación del condimento que permita mejorar las características organolépticas de carne de res.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Carne bovina

En la ciencia de la bromatología, se define la carne como el producto obtenido tras la faena del animal en el matadero y la eliminación de las vísceras, todo esto llevado a cabo en condiciones higiénicas adecuadas tanto para el proceso como para el animal. La caracterización y análisis de la carne desempeñan un papel fundamental en la elaboración de alimentos, control de calidad, descripción nutricional y el etiquetado del producto. Debido a su composición química compleja y variable, influenciada por numerosos factores tanto externos como internos, la carne se presenta como un elemento dinámico.

Además de esta variabilidad interna, las condiciones de manipulación, procesamiento y almacenamiento son determinantes para establecer su valor nutricional, durabilidad y aceptación por parte del consumidor. Es así como tanto en la carne fresca como en la procesada se evalúa su contenido microbiano y atributos físicos, como textura, color y constituyentes principales como humedad, proteínas, grasa y cenizas (materiales inorgánicos) (Ayala, 2018, p.6).

2.1.1 *Proceso de faenamiento*

Es el procedimiento sanitariamente regulado en el cual se sacrifica un ganado bovino, con el propósito de obtener su carne en condiciones ideales para el consumo humano. En Ecuador, el proceso de sacrificio debe cumplir con las normativas técnicas y sanitarias correspondientes (Empresa Metropolitana de Quito, 2023, p.7).

2.1.1.1 *Proceso de recepción*

Los animales son recibidos de acuerdo con la documentación de la Guía de Movilización proporcionada por AGROCALIDAD. Posteriormente, se procede a su identificación, pesaje y ubicación en los corrales, cumpliendo con las medidas sanitarias preventivas establecidas por la ley durante el tiempo que sea necesario.

2.1.1.2 Proceso de corralaje

En este procedimiento, los animales cumplen con un período de permanencia regulado por la ley, durante el cual reciben hidratación y atraviesan un proceso de descanso y relajación muscular.

2.1.1.3 Proceso de arreo y duchado

Una vez cumplidos los plazos sanitarios establecidos y después de haber aceptado y pagado las tarifas correspondientes por el servicio de sacrificio de los animales destinados al proceso, se procede a trasladarlos a la zona de duchado para someterlos a una higienización inicial.

2.1.1.4 Proceso de noqueo

La aturdimiento del animal se realiza físicamente mediante la aplicación o uso de una pistola neumática, con el objetivo de insensibilizar al animal que será sacrificado, evitando así su sufrimiento durante el proceso de degüello.

2.1.1.5 Proceso de izado

El animal es suspendido de sus cuartos traseros mediante un gancho fijado a un riel, facilitando su movilidad durante el proceso de desangrado y las etapas subsiguientes del procedimiento de sacrificio.

2.1.1.6 Proceso de sangrado y degüello

Se realiza un corte en las arterias del cuello del animal, estando este boca abajo, con el objetivo de permitir que se desangre. La sangre se recoge en una canaleta especial para su procesamiento posterior, transformándola en harina de sangre.

2.1.1.7 Proceso de corte de patas y cabeza

Luego, se lleva a cabo el corte de las extremidades y la cabeza del animal.

2.1.1.8 Proceso de desollado

Este procedimiento se efectúa entre la piel y la carne con el propósito de facilitar el desollado del animal, el cual se lleva a cabo de manera mecánica.

2.1.1.9 Proceso de eviscerado

Este procedimiento implica la extracción de los órganos internos de cada animal, conocidos como vísceras.

2.1.1.10 Proceso de fisurado

Corte longitudinal del esternón y la columna vertebral realizado en el animal sacrificado mediante el uso de una sierra eléctrica.

2.1.1.11 Proceso de inspección veterinaria post mortem

La carne de los animales sacrificados es examinada por un veterinario para evaluar su integridad orgánica y estado sanitario.

2.1.1.12 Proceso de higiene y desinfección

Se refiere a la aplicación de agua a presión y/o ácido orgánico en las superficies corporales del animal, con el propósito de desinfectarlo y prevenir posibles contaminaciones asociadas al manejo y la evisceración.

2.1.2 Calidad de la carne

La calidad se mide respecto a la satisfacción a lo largo del tiempo de las expectativas del consumidor, sin embargo, la carne engloba varios aspectos que determinan la misma como por ejemplo el color, la textura, la jugosidad, entre otros (Alzate, 2019, p.3).

Desde el punto de vista de la producción, los eslabones de la cadena de cárnicos consideran objetivos diferentes, por ejemplo para el ganadero, los criterios de calidad están vinculados con el aumento de la masa muscular de los animales o la reducción de la grasa. En cambio, para el

consumidor, la firmeza y el color son los principales criterios determinantes de la calidad (Horcada & Polvillo, 2009, p.2).

2.1.3 Textura de la carne

La percepción de la textura de la carne se conoce como el conjunto de sensaciones táctiles derivadas de la interacción de los sentidos con las propiedades físicas y químicas. Estas propiedades abarcan aspectos como la elasticidad, la consistencia, la cantidad de grasa, la densidad, la dureza, la plasticidad, la humedad y el tamaño. De todas estas características, para el consumidor, la dureza destaca como uno de los principales criterios determinantes de la calidad de la carne (Oauli, 1990, p.5).

2.1.4 Factores relacionados con la textura de la carne

De acuerdo con (Horcada & Polvillo, 2009, p.6) se describen distintos factores, entre ellos tenemos:

- Anteriores al sacrificio: especie, raza, sexo, aptitud reproductiva, edad de sacrificio, susceptibilidad al estrés, tipo muscular, medio ambiente, manejo, sistema de explotación, alimentación, patologías y tratamientos.
- Durante el sacrificio: transporte, recepción y reposo, condiciones higiénicas del lugar de faenamiento y desangrado.
- Posteriores al sacrificio: enfriamiento de la canal, condiciones de temperatura del *rigor mortis*, condiciones en maduración, envasado, presentación en la venta y cocinado.

2.2 Enzimas

Las enzimas son proteínas con actividad biológica que actúan como catalizadores en reacciones bioquímicas. Su función principal es acelerar la velocidad de las reacciones, actuando como biocatalizadores y focalizando su acción en puntos específicos, evitando así la alteración del sustrato. En la elaboración de alimentos, desempeñan un papel esencial al facilitar reacciones que serían complicadas o imposibles sin su presencia. Estas proteínas también mantienen su estabilidad a lo largo del tiempo, lo que las hace especialmente valiosas en los ámbitos industrial, de seguridad alimentaria y biotecnológico (García & Solorzano, 2018, p.5).

2.2.1 Factores que afectan la actividad enzimática

2.2.1.1 Temperatura

La temperatura es un factor crucial en un proceso enzimático debido a que influye directamente sobre el proceso catalítico. Es por ello que todas las enzimas tienen un rango de temperaturas en el cual son normalmente activas y a la cual la velocidad de la reacción es máxima (temperatura óptima). Esta temperatura es diferente para las distintas enzimas. Como la mayoría de las enzimas son proteínas, se desnaturalizan con el calor y se vuelven inactivas cuando la temperatura aumenta más allá de un cierto punto (por encima de 60°C). Algunas enzimas pierden su actividad cuando se congelan. Sin embargo, algunas enzimas funcionan muy bien a temperaturas más bajas, como 4°C (enzimas adaptadas al frío), y otras funcionan realmente bien a temperaturas más altas, como 95°C (enzimas termoestables). A bajas temperaturas, la actividad de las enzimas es baja. Sin embargo, la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas se duplica aproximadamente con un aumento de 10 °C de la temperatura en un intervalo limitado (Gerhard, 2019, p.2).

2.2.1.2 pH

Junto con la temperatura, el pH también afecta a la actividad enzimática o a la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas. La acidez o basicidad de una solución viene determinada por su valor de pH, que oscila entre 1 a 14. Las soluciones ácidas tienen valores de pH <7, y las soluciones básicas (alcalinas) tienen valores de pH >7. El agua desionizada tiene un pH de 7, lo que se conoce como solución neutra. La mayoría de las enzimas tienen un valor de pH característico en el que su actividad es máxima. Este pH se conoce como pH óptimo y, por encima o por debajo de él, disminuye la actividad de las enzimas o la velocidad de la reacción catalizada por enzimas (Fig. 1.4B). Diferentes enzimas tienen diferentes valores de pH óptimo. Pequeñas desviaciones del pH respecto a su valor óptimo no desnaturalizan una enzima de forma permanente. Sin embargo, los cambios extremos de pH provocan una pérdida de actividad enzimática y desnaturalizan la enzima de forma permanente. Las enzimas presentes en distintos lugares tienen distintos valores óptimos de pH debido a sus diferentes condiciones ambientales. Además, algunas enzimas funcionan bien a niveles de pH ácido (pH <7), denominadas enzimas acidófilas, y otras funcionan mejor a un pH alcalino (pH >7), denominadas enzimas alcalifílicas (Gerhard, 2019, p.9).

2.2.1.3 Efecto de la concentración del sustrato

Las concentraciones de sustrato también afectan a la velocidad de una reacción catalizada por enzimas. Cuando se aumenta la concentración de sustrato, la velocidad de la reacción registrada forma una hipérbola rectangular si otros factores como el pH, la temperatura y la concentración de enzima se encuentran en niveles óptimos y estandarizados.

En la fase inicial, la velocidad de la reacción es prácticamente proporcional a la concentración de sustrato. Sin embargo, si se aumenta la concentración del sustrato, la velocidad de la reacción se desacelera y, eventualmente, se estabiliza. A la velocidad máxima, todas las moléculas de enzima están saturadas de moléculas de sustrato, por lo que nuevos aumentos de la concentración de sustrato no pueden dar lugar a un aumento de la velocidad de reacción.

2.2.1.4 Efecto de la cantidad de enzima

En una reacción bioquímica, la concentración de la enzima es importante, ya que es necesaria para reaccionar con las moléculas de sustrato. Si hay más enzimas, la reacción será más rápida hasta que se agoten todos los sustratos. En comparación con la concentración de sustrato, la concentración de enzima es siempre muy baja en términos molares. Por lo tanto, el aumento de la concentración de enzima siempre aumentará la velocidad de la reacción catalizada por la enzima hasta cierto punto, después del cual cualquier aumento no afectará a la velocidad de la reacción, en caso de que no haya más sustrato disponible (Gerhard, 2019, p.5).

2.2.1.5 Efecto de inhibidores

Los inhibidores enzimáticos son moléculas que interactúan con las enzimas temporal o permanentemente, y reducen la velocidad de una reacción catalizada por enzimas o impiden que las enzimas funcionen de manera normal. Los tipos importantes de inhibidores son los competitivos y los no competitivos. Además de estos tipos de inhibidores, también existe la inhibición mixta (Gerhard, 2019, p.6).

2.2.1.6 Cofactores

La mayoría de las enzimas requieren otros compuestos, conocidos como cofactores, que son necesarios para su actividad catalítica. Esta unidad de proteína y cofactor se denomina holoenzima. Los cofactores suelen unirse a la proximidad del sitio activo de una enzima. Los

cofactores pueden ser compuestos inorgánicos (por ejemplo, iones metálicos) u orgánicos (por ejemplo, flavina). Los cofactores orgánicos pueden ser grupos prostéticos o coenzimas (por ejemplo, NADH, ATP) (Gerhard, 2019, p.9).

2.3 Higo

El higo es un fruto proveniente de la higuera (*Ficus carica L.*), árbol que pertenece a la familia de las Moráceas. Esta familia consta de más de 1 500 especies de árboles y arbustos que producen látex. Tiene consistencia blanda, y forma redonda, ovalada o de pera, con base achatada. Su piel es fina y presenta color verde pálido, negro o morado, dependiendo de la especie. Posee una pulpa blanquecina o rosa, de sabor dulce, que se encuentra llena de diminutas semillas.

2.3.1 Estacionalidad

En nuestro país la producción de higo se cultiva en la región Sierra, desde el norte de la provincia de Imbabura hasta el sur de la provincia de Loja en valles interandinos como Mira, Bolívar, San Gabriel, Ibarra, Pimampiro, Guayllabamba, El Quinche, Puenbo, Tambillo, Patate, Paute, Gualaceo, Girón, Santa Isabel y Loja. Se encuentra en cualquier mes del año, debido a su ubicación geográfica y al clima apropiado para el desarrollo del fruto. Sin embargo, tiene dos picos altos para el consumo interno, estos son en la época de semana santa y en los meses de noviembre y diciembre.

2.3.2 Látex

Los componentes del látex del higo incluyen diversos metabolitos secundarios como los esteroides, terpenos, alcaloides y enzimas lisosómicas. Sin embargo, el componente principal es el complejo proteolítico enzimático conocido como ficina o ficaina.

2.3.3 Ficina

Esta enzima, conocida como ficina o ficaina, es extensamente utilizada en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, textil y farmacéutica. Su función principal consiste en catalizar la hidrólisis de los enlaces peptídicos presentes en otras proteínas, dando como resultado la producción de péptidos o aminoácidos libres.

Esto debido a que se encuentra constituida por una cisteín-proteasa con un único grupo -SH activo por molécula, aunque también contiene al menos otro grupo tiol y una unión disulfuro no esenciales para su actividad proteolítica (Quiroga et al., 2018, p.6).

Es una cisteín-proteasa con un único grupo -SH activo por molécula, aunque la misma contiene al menos otro grupo tiol y una unión disulfuro no esenciales para la actividad proteolítica, y es ampliamente utilizada en las industrias alimentaria, textil y farmacéutica (Quiroga et al. 2018, p.6). Es una enzima proteolítica que es responsable de catalizar la hidrólisis de los enlaces peptídicos de otras proteínas, dando como resultado la producción de péptidos o aminoácidos libres

2.3.3.1 Métodos de obtención de ficina

2.3.3.1.1 Método de deshidratación

Dicho proceso implica una previa purificación con etanol al 96% del látex de higo de manera que disuelven las interacciones hidrófobas intramoleculares que ayudan a mantener la estructura de la proteína, posterior a ello se deshidrata el extracto obtenido de manera que la humedad presente en el sólido se transfiere a la fase gaseosa mediante evaporación. Esta transferencia se produce debido a la diferencia entre la presión de vapor del sólido húmedo y la presión parcial de vapor del gas circundante. Una vez que estas dos presiones se igualan, se alcanza un equilibrio entre el sólido y el gas, y el proceso de secado se detiene (Chew Aldana, 2016).

2.3.3.1.2 Método de separación en tres fases

El método de separación en tres fases (TPP) es un método relativamente novedoso que utiliza butanol terciario (t-BuOH) y sulfato de amonio para formar un sistema bifásico en el que las macromoléculas precipitan en la interfase, formando así la tercera fase. El TPP implica varias técnicas, como la salinización, la precipitación isoiónica y la precipitación de proteínas con otros disolventes.

Es fácilmente escalable y puede utilizarse directamente con suspensiones crudas. Mediante este método, las enzimas o proteínas deseadas se separan selectivamente en una fase, mientras que los contaminantes, como pigmentos y lípidos, se separan en la otra. No sólo purifica las proteínas, sino que también las concentra en una de las fases (Gagaoua et al., 2014).

2.4 Condimento

Son productos constituidos por una o más especias u oleorresinas de especias, mezcladas con otras sustancias alimenticias que permiten mejorar y realzar el sabor, color y aroma de los alimentos (INEN, 2010, p.6).

2.5 Especias

La denominación de “especias” comprende a plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) desecadas que contienen sustancias aromáticas, sápidas o excitantes, o sus principios activos, empleadas para dar sabor, color y aroma a los alimentos; pueden ser enteras, troceadas o molidas (INEN, 2010, p.6).

2.5.1 Ajo

El ajo se consume en pequeñas cantidades, tiene un sabor concentrado que sirve como especia esencial para condimentar, cabe recalcar que el proceso de deshidratación del mismo reduce el olor del mismo aumenta su aceptabilidad. Es fuente de minerales como el yodo, fósforo, potasio y vitaminas como la vitamina B6. Las propiedades del ajo están basadas sobre todo en los componentes sulfurados que contiene (alicina, alil/dialil sulfidos). Cuenta con actividad antioxidante, hipolipemiente y antiaterogénica, antiagregante y fibrinolítica, antihipertensiva, antimicrobiana y antifúngica, antitumorigénica, inmunomoduladora y anticarcinogénica (López, 2007, p.7).

2.5.2 Comino

El comino seco se aprecia por su aroma y sabor penetrante sobre todo en la cocina árabe y mediterránea, además de contener aceites esenciales permite degustar una combinación entre amargo y dulce con cierta sensación picante denominándola la especia más utilizada después de la pimienta. Inclusive posee propiedades terapéuticas como digestivo, diurético, etc. (Green, 2007, p.3).

2.5.3 Orégano

Posee un sabor muy intenso, inconfundible y penetrante, tiene una buena capacidad antioxidante y antimicrobiana contra microorganismos patógenos. Estas características son muy importantes

para la industria alimentaria ya que pueden favorecer la inocuidad y estabilidad de los alimentos como también protegerlos contra alteraciones lipídicas. Existen además algunos informes sobre el efecto antimutagénico y anticarcinogénico del orégano sugiriendo que representan una alternativa potencial para el tratamiento y/o prevención de trastornos crónicos como el cáncer (González et al. 2004, p.5).

2.5.4 Cebolla

La planta de la cebolla contiene esencias volátiles sulfurosas que le confieren el sabor picante característico, contiene un bajo valor energético. Las cebollas son fuente de potasio mineral que contribuye al funcionamiento normal de los músculos y del sistema nervioso. También es fuente de vitamina C la cual contribuye a la protección de las células frente al daño oxidativo.

2.5.5 Culantro

Las hojas del cilantro se utilizan para sazonar carnes, pastas, curry, ensaladas, pescados, mariscos y embutidos, acentuando notablemente su sabor. El cilantro se usa como ingrediente de muchas mezclas de especias o condimentos, esenciales para preparar curries, y otros platos. Además, se destaca su propiedad antiinflamatoria, es diurético, consta con propiedades antisépticas, es decir, bloquea la proliferación de microorganismos y es rico en vitamina C y K.

2.6 Control de calidad

Los alimentos cubren las necesidades nutricionales de los consumidores, sin embargo, una característica indispensable con la que debe cumplir es la calidad higiénica y sanitaria lo cual garantiza la seguridad alimentaria. La calidad de un producto se basa en atributos y grado de adecuación para su uso y consumo, para ello durante la producción de los productos alimenticios se opta por la implementación de gestión de calidad y sistemas de control para asegurarla y garantizarla.

El producto deberá conseguir uniformidad, por esto se ha establecido estándares o medidas de control que evalúen y verifiquen que cumplan las características que se deben cumplir en el producto final, con la finalidad de que sea apto para el consumo

2.7 Ablandador

Son productos elaborados a base de enzimas vegetales o microbianas con el fin de mejorar la textura de la carne para el consumo humano, mismo que se aplica a la carne para ser consumida tras un proceso térmico de la misma.

2.7.1 Tecnologías enzimáticas en ablandadores cárnicos

Las enzimas vegetales o microbianas son utilizadas para hidrolizar las proteínas de la carne, pero éstas no tienen un punto de hidrólisis específico, por lo que su aplicación debe ser controlada para evitar una textura pastosa y pérdida de la capacidad de retención de agua (Pérez & Totosaus, 2022, p.8). En la Tabla 1 se observa las enzimas proteolíticas, su fuente, su temperatura y pH óptimos.

Tabla 2-1: Principales enzimas vegetales y microbianas utilizadas para hidrolizar proteínas musculares

Enzima	Fuente	Temperatura	pH óptimo
Papaína	Látex de la papaya (<i>Carica papaya</i>)	65 °C	5.0 - 8.0
Ficina	Látex de <i>Ficus glabarata</i> , <i>Ficus anthelmintica</i> , etc	60-70 °C	5.0
Bromelina	Piña (<i>Ananas comosus</i>)	50 °C	6.0 – 8.5
Actidina o actinidaina	Kiwi (<i>Actinidai deliciosa</i>)	58-62 °C	7.3 – 7.6
Proteasa	<i>Bacillus subtilis var. amyloliquefaciens</i>	50 °C	7.0

Fuente: Singh et al., 2019, p.6.

Realizado por: Villegas K., 2023.

2.8 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se encarga de examinar la relación entre un estímulo físico dado y la respuesta del sujeto. Sin embargo, este proceso implica al menos tres etapas. La primera cuando el estímulo interactúa con el órgano sensorial, convirtiéndose en una señal nerviosa que viaja al cerebro. La segunda en la cual, con las experiencias previas almacenadas en la memoria, el cerebro interpreta, organiza y finalmente integra las sensaciones entrantes en percepciones. La evaluación sensorial utiliza técnicas específicas para medir con precisión las respuestas humanas

a los alimentos, minimizando posibles sesgos provenientes de la identidad de marca u otra información que podría influir en la percepción del consumidor (Severiano, 2019, p.3).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque, diseño y alcance

3.1.1 *Cuantitativo*

El presente estudio adoptó un enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, ya que incorporó tanto datos numéricos derivados de análisis específicos como evaluaciones cualitativas de aspectos no cuantificables, como la textura y el sabor. Este enfoque se justifica por el desarrollo de tres formulaciones de un condimento ablandador, elaboradas a partir de la enzima ficina, extraída del higo, y su posterior aplicación en filetes de carne de res para evaluar los efectos producidos.

3.1.2 *Experimental*

La investigación se clasifica como experimental, debido a la realización de tres variantes de condimentos, diferenciadas por la proporción de ficina en cada formulación. Esto permitió identificar el impacto de esta variable y, en consecuencia, elegir la formulación más efectiva, que no solo fue del agrado del consumidor, sino que también cumplió con el objetivo primordial de suavizar la textura de la carne.

3.1.3 *Alcance*

Este estudio tuvo un enfoque correlacional, centrado en la asociación entre las variables dependientes e independientes. Su propósito los cambios generados con la textura y el sabor de la carne de res después de la aplicación del condimento ablandador, que variaba conforme a la concentración de las formulaciones propuestas.

3.2 Diseño experimental

3.2.1 *Población de estudio y método de muestreo*

Se seleccionaron frutos verdes de higo completamente desarrollados debido a que estos presentan una mayor cantidad de látex.

Respecto a la evaluación sensorial, se seleccionó el número de participantes de acuerdo con la disponibilidad del producto.

El método de muestreo por conveniencia debido a la disponibilidad del fruto, sin embargo, se tomó en cuenta tanto los criterios de inclusión como de exclusión.

3.2.2 Criterios de inclusión

Frutos en estado de maduración específico, de coloración verde, tamaño homogéneo y libre de plagas.

Consumidores no entrenados que tengan una dieta que incluya carnes rojas.

3.2.3 Criterios de exclusión

Fruto muy maduro con presencia de irregularidades en la superficie, daños biológicos o daños físicos.

Jueces entrenados o consumidores con dietas vegetarianas o veganas.

3.2.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.2.4.1 Selección de materia prima

Los higos fueron adquiridos y posteriormente seleccionados en función de tamaños homogéneos, coloración verde y sanos.

3.2.4.2 Obtención de la enzima ficina

Para la obtención de la enzima se siguió una serie de procesos que se detallan a continuación.

Acondicionamiento de la materia prima:

- Lavado: el fruto fue lavado con la finalidad de eliminar impurezas presentes y disminuir la carga microbiana.

Extracción del látex:

- Con ayuda de un bisturí se realizó un corte en el cuello del higo a intervalos de tiempo de 3-5 minutos por cada higo hasta el brote o goteo del látex. Todos los cortes se realizaron transversalmente en el cuello del higo.
- Se recolectó el látex derivado de los higos cortados en vasos de precipitación.

Purificación del látex y recuperación de la enzima ficina: En esta etapa, se probaron dos métodos distintos: el método de secado y el método de separación en tres fases.

Método de deshidratación:

- Se midió la cantidad de látex obtenido.
- Se adicionó etanol al 96 % 1,5 veces más que el látex obtenido y se congeló durante 7 días.
- Se centrifugó a 4500 rpm durante 20 minutos y se eliminó el sobrenadante.
- Se colocó la muestra de látex a deshidratar en una cápsula de porcelana.
- Se deshidrató la muestra en la estufa a una temperatura de 35 °C durante 6 horas.

Método de separación en tres fases (TPP)

- Preparación del extracto crudo: El látex se mezcló con agua destilada en una relación 1,0:0,5 y se sometió a centrifugación a 5000 rpm durante 15 minutos a una temperatura de 4 °C para eliminar la goma y otros residuos. El material insoluble se desechó.
- Separación trifásica de la ficina: Se añadió sulfato de amonio hasta formar una solución al 40 % (p/v) respecto al extracto crudo de látex de higo, la mezcla se agitó en un vórtex y se dejó en reposo durante 45 minutos. Posterior a ello, a la mezcla se añadió t-butanol en una relación 1,0:0,75 respectivamente y se agitó en un vórtex suavemente. Después, la mezcla se centrifugó a 3000 rpm durante 10 minutos a 4°C para facilitar la separación de las tres fases. La fase superior de t-butanol se eliminó con una pipeta Pasteur. La fase acuosa inferior y la fase interfacial se separaron cuidadosamente, quedando el látex purificado en la fase semisólida.

Secado del látex purificado:

- El látex purificado se colocó en una cápsula de porcelana y se secó a temperatura ambiente en constante movimiento.

Pulverizado:

- Se pulverizó el extracto sólido con ayuda de un mortero.

3.2.4.3 Preparación del ablandador-sazonador

Para la preparación del ablandador, se siguieron las proporciones de ingredientes especificadas en la Tabla 2. En esta, la ficina, extraída del látex del higo constituyó la variable independiente en cada una de las formulaciones. Así, las proporciones de los demás ingredientes se mantuvieron constantes en todas las formulaciones. Cabe señalar que los condimentos fueron adquiridos en un supermercado, teniendo en cuenta que contengan su respectiva notificación sanitaria.

Tabla 3-1: Formulaciones del condimento ablandador

	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
Cebolla en polvo	20 %	20 %	20 %
Orégano en polvo	10 %	10 %	10 %
Comino en polvo	5 %	5 %	5 %
Culantro en polvo	10 %	10 %	10 %
Ajo en polvo	30 %	30 %	30 %
Sal	24%	24 %	24%
Ficina	1 %	0,5 %	0 %

Realizado por: Villegas K., 2023.

3.2.4.4 Análisis de la textura de carne de res

Para evaluar la textura de la carne de forma analítica después de la aplicación de cada formulación se empleó un penetrómetro, dispositivo que permite medir la firmeza y textura de los alimentos, incluyendo la carne. De este modo se siguió el siguiente protocolo:

- Preparación de la muestra: se eligieron muestras de carne para el análisis, garantizando que estuvieran a temperatura ambiente antes de iniciar las mediciones.
- Posicionamiento del penetrómetro: la punta del penetrómetro también conocida como aguja con un vástago estándar de 1/8 pulgadas (3 mm) de diámetro, se colocó con cuidado sobre la superficie de la muestra de carne, asegurándose de que estuviera en contacto firme y perpendicular a ella.
- Penetración en la carne: Se ejerció una fuerza constante y uniforme en el penetrómetro para permitir su penetración en la carne durante 0,16 segundos.
- Lectura de la firmeza: Una vez que el penetrómetro se introdujo en la carne hasta que traspasara la carne, se registró la lectura de penetración en mm.
- Análisis de los datos: Luego de llevar a cabo las mediciones, se procedió al análisis estadístico de los datos, con el fin de comparar la textura de la carne condimentada con las tres formulaciones.

3.2.4.5 Caracterización sensorial

Preparación de la muestra: En un recipiente amplio se colocó 3 filetes y se añadió la formulación del condimento ablandador a probar. Luego se añadió aceite en un sartén a fuego medio. Una vez caliente, se colocó los filetes de carne durante 3 minutos por cada lado para su cocción. Finalmente, las muestras se colocaron en recipientes para ejecutar la encuesta de análisis sensorial.

a) Evaluación sensorial

La evaluación sensorial de la textura y *flavor* (sensación de olor y sabor) de las muestras se realizó a través de una prueba de aceptabilidad por ordenamiento. A continuación, se presenta la encuesta realizada:

Fecha: _____	
Pruebe cada una de las muestras de carne en el orden indicado a continuación. Asigne el valor 1 a la que tenga la textura más aceptable; el 2 a la que le siga; y el 3 a la que tenga la textura menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras	
Código	Rango asignado
_____	_____
_____	_____
_____	_____
Fecha: _____	

Pruebe cada una de las muestras de carne en el orden indicado a continuación. Según su preferencia, asigne el valor 1 a la que tenga el sabor y olor más aceptable; el 2 a la que le siga; y el 3 a la que tenga el sabor y olor menos aceptable. Evite asignar el mismo rango a dos muestras

Código

Rango asignado

De los resultados obtenidos de la prueba hedónica se analizó su normalidad y se aplicó la prueba estadística Kruskal-Wallis, con el fin de examinar la relación del uso del condimento ablandador aplicado en la carne de res.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La investigación tuvo como objetivo principal la extracción de la enzima ficina a partir del higo, con el propósito de aplicarla posteriormente como condimento y realizar un análisis sensorial.

4.1 Extracción y verificación de la actividad enzimática

En la primera etapa, se llevó a cabo la extracción de la enzima, siguiendo criterios de inclusión y exclusión establecidos para el fruto. Como resultado, se obtuvo la enzima mediante ambos métodos propuestos, es decir, deshidratación y TPP. Ambos métodos mostraron un rendimiento similar, sin embargo, la enzima extraída por el método de secado mostró gomosidad (Ilustración 1), característica no apropiada para el desarrollo de un condimento en polvo. Por el contrario, el método TPP dio como resultado un producto en polvo (Ilustración 2), por lo que se decidió continuar esta muestra para el desarrollo del condimento.



Ilustración 4-1: Extracto de ficina obtenido a través del método de deshidratación

Realizado por: Villegas, K., 2023.



Ilustración 4-2: Extracto de ficina obtenido mediante el método TPP

Realizado por: Villegas, K., 2023.

Adicionalmente, se comprobó la actividad enzimática de las muestras a través de la prueba de Balls & Hoover. Esta prueba es comúnmente utilizada en la industria alimentaria para evaluar el poder de degradación proteica de aditivos en los alimentos. La prueba consiste en la coagulación de la caseína, como proteína modelo. Para ello, se colocó 10 mg de solución de ficina (0,05 g de ficina purificada en 10 g de ácido acético 0,01 %) en un tubo de ensayo y se añadió una solución de 10 ml de leche (2,5 g de leche en polvo en 100 g de agua), dicha mezcla se calentó a baño maría hasta una temperatura de 50 °C; se agitó el tubo de ensayo hasta observar la presencia del primer coágulo, así como podemos observar en la Ilustración 3.



Ilustración 4-3: Coágulo obtenido por la actividad enzimática

Realizado por: Villegas K., 2023.

Tabla 4-1: Actividad enzimática según el método de Balls&Hoover

MUESTRA	MÉTODO DE OBTENCIÓN	TIEMPO QUE TARDÓ EN FORMAR EL COÁGULO
Extracto de ficina	Método de deshidratación	45 segundos
Extracto de ficina	Método de TPP	38 segundos

Realizado por: Villegas K., 2023.

La ficina, un polipéptido de la familia de las cisteínas proteasas, al entrar en contacto con la leche ocasiona la formación de un coágulo mediante la hidrólisis de la caseína. De acuerdo con un estudio realizado en la Escuela Superior Politécnica del Litoral el tiempo necesario para la formación del coágulo de caseína debe ubicarse en un tiempo de coagulación entre 20 y 150 segundos. En la Tabla 4-1, se observa que el tiempo transcurrido para que la enzima forme el primer coágulo se encuentra dentro del rango de tiempo mediante el cual se obtienen resultados satisfactorios.

4.2 Preparación del condimento y control de calidad

El condimento se formuló de acuerdo con lo descrito en la Tabla 3-1. Con el fin de garantizar la idoneidad e inocuidad para el uso del condimento y realizar la evaluación sensorial, el producto se sometió a pruebas microbiológicas basadas en la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2532: Especies y condimentos Requisitos. Los resultados según el análisis realizado al producto se observan en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Control de calidad del producto final

DETERMINACIÓN	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	VALOR DE REFERENCIA	RESULTADO
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	INEN 1529-8	< 10	< 10
Aerobios mesófilos	UFC/g	INEN 1529-5	1 x 10 ⁶	< 10
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1529-6	1x 10 ³	< 10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1529-10	1 x 10 ⁴	< 10
<i>Salmonella</i>	UFC/25g	INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia

Realizado por: Villegas K., 2023.

De esta forma, se verificó que el producto es apto debido a que no excede el límite establecido en ningún parámetro microbiológico, resultado de la correcta manipulación del alimento procesado, garantizando así la seguridad alimentaria para las personas que consumirán el producto.

4.3 Análisis instrumental de textura de la carne

Las formulaciones preparadas con distinta cantidad de ficina obtenida por el método TPP se probaron en cortes de res de la falda baja, sección del bovino conocido por su dureza. Los resultados del análisis instrumental de la textura de la carne medidos a través del penetrómetro se muestran en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Grado de penetración de la carne condimentada con las diferentes formulaciones

	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
Valor de penetración	196 mm	148 mm	117 mm

Realizado por: Villegas K., 2023.

Se evidencia que la formulación A (1% de ficina) mostró el valor de penetración más alto, seguido por la formulación B (0.5% de enzima), mientras que la formulación sin ficina presentó el valor más bajo. Este resultado muestra que la carne sin condimentar presentó mayor resistencia a la penetración, es decir, mayor dureza.

El propósito del ablandamiento enzimático es disminuir la presencia de tejido conectivo perceptible en la carne, lo que contribuye a su suavización. Entre las enzimas más comúnmente utilizadas se encuentran las proteinasas, también conocidas como cisteína endopeptidasas, las cuales se obtienen de plantas como la papaya (papaína), la piña (bromelina) y el higo (ficina) (O'Grady & Kerry, 2010 pp. 7). La ficina actúa descomponiendo las proteínas de la carne al romper los enlaces peptídicos de las proteínas, principalmente hidrolizando enlaces peptídicos en residuos aromáticos (Mohd Azmi et al., 2023 pp. 9). Según (Arshad et al. 2016 pp. 2), la descomposición de las proteínas puede indicar la posibilidad de ablandar la carne, ya que las proteínas son el principal componente estructural de la carne y su descomposición puede resultar en una textura más suave.

Al verificar que la formulación que contiene más porcentaje de ficina permite una mayor profundidad de penetración, se resalta la existencia de una relación dosis-respuesta entre la concentración de ficina en el condimento y la penetración en la carne. Según un estudio llevado a cabo por (Zhu et al. 2018 pp. 3), sobre la ablandación de una pechuga de res utilizando la enzima actinidina extraída del kiwi, sugiere que, a menor concentración de enzima, menor es la probabilidad de que la carne se ablande. Asimismo (Mohd Azmi et al. 2023 pp. 5), indican que las proteasas vegetales han demostrado ser eficaces como ablandadores de carne; sin embargo, es esencial controlar varios parámetros, como la concentración de enzima, el pH, el tiempo y la temperatura de tratamiento, para garantizar el óptimo funcionamiento de las proteasas. En este sentido, (Morellon-Sterling et al. 2020 pp. 11) han descrito que la ficina demuestra estabilidad térmica incluso a temperaturas de hasta 70 °C, con una máxima actividad en un entorno con un pH de 8,0

y una temperatura de 60 °C, parámetros que son importantes a considerar debido a la posterior aplicación del condimento en carne que será sometida a un proceso de cocción.

4.4 Análisis sensorial de textura

Inicialmente, se realizó una prueba de aceptabilidad en la cual se solicitó a los panelistas indicar el nivel de agrado a la textura presentada con valores del 1 al 3, siendo 1 la textura más aceptable y 3 la textura menos aceptable. Los resultados de la prueba hedónica se muestran en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Evaluación sensorial de la textura de carne de res

PANELISTA	FORMULACIONES DEL CONDIMENTO ABLANDADOR APLICADO A CARNE DE RES		
	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
1	1	2	3
2	1	2	3
3	1	3	2
4	1	3	2
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	3	2
8	1	2	3
9	1	2	3
10	1	3	2
11	2	1	3
12	2	1	3
13	1	2	3
14	1	2	3
15	1	3	2
16	1	3	2
17	1	2	3
18	1	3	2
19	1	2	3
20	1	2	3
21	1	2	3
22	1	2	3
23	1	2	3
24	1	2	3
25	1	2	3
26	1	2	3
27	1	2	3
28	1	2	3
29	1	2	3
30	1	2	3
Total de rangos	33	63	83

Realizado por: Villegas K., 2023.

En la Tabla 4-6 se muestra el análisis descriptivo de la evaluación sensorial de textura. Se observa que la formulación A destacó como la de mejor característica, con un valor de $1,07 \pm 0,25$. Esto sugiere que la formulación con un mayor contenido de ficina mejora significativamente las características sensoriales, según la evaluación de los participantes.

Tabla 4-6: Valores de aceptabilidad de textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones

	Escala hedónica		
	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
N	30	30	30
Media	1,0667	2,1667	2,7667
Desviación	0,25371	0,53067	0,43018
Mínimo	1,00	1,00	2,00
Máximo	2,00	3,00	3,00

Realizado por: Villegas K., 2023.

Para realizar una comparación estadística entre las muestras, se analizó la normalidad de los datos con el objetivo de seleccionar la prueba estadística más apropiada. Según se observa en la tabla 4-7, se obtuvo un valor de $p=0,0001$, lo cual indica que los datos no siguen una distribución normal. Debido a esta falta de normalidad, se optó por utilizar pruebas no paramétricas.

Tabla 4-7: Prueba de normalidad por Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Evaluación de textura	0,537	30	0,000

Realizado por: Villegas K., 2023.

Así, se llevó a cabo la prueba de Kruskal-Wallis, que confirmó que las formulaciones son significativamente diferentes con un 95% de confianza, dado que el valor de $p=0,001$.

Tabla 4-8: Comparación de la textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones

Prueba de Kruskal-Wallis				
Tipo de formulación	N	Rango promedio	gl	P valor
Formulación A	30	17,50	2	0,001

Formulación B	30	50,50		
Formulación C	30	68,50		
Total	90			

Realizado por: Villegas K., 2023.

Dado que existen diferencias significativas en la textura de la carne de res condimentada con las diferentes formulaciones, se llevó a cabo una prueba post hoc para identificar dichas diferencias. Como se observa en la Tabla 4-9, todas las formulaciones son distintas, respaldando la conclusión de que la formulación del condimento más efectiva en el ablandamiento de la carne de res es aquella que contiene la mayor concentración de ficina, concordando con los resultados obtenidos en la prueba analítica realizada con el penetrómetro.

Tabla 4-9: Comparaciones múltiples de la textura de carne de res condimentada con distintas formulaciones

Comparaciones por parejas de tipo de formulación					
Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Formulación A-Formulación B	-33,000	6,360	-5,189	,000	,000
Formulación A-Formulación C	-51,000	6,360	-8,019	,000	,000
Formulación B-Formulación C	-18,000	6,360	-2,830	,005	,014
Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,050.					

Realizado por: Villegas K., 2023.

La ficina, caracterizada por la presencia del aminoácido cisteína, posee la capacidad de actuar sobre la elastina. Esto resulta en un incremento de la solubilidad de las proteínas cárnicas, dado que la ficina hidroliza los enlaces peptídicos en los residuos aromáticos (Abril et al., 2023, pp. 7). Como se ha señalado, la textura de la carne se ve afectada por varios factores, incluida la concentración de ficina en la formulación. Resultados similares se encuentran en literatura. Por ejemplo, (Zhu et al., 2018) indicaron que, a mayor concentración de enzima, la carne tiende a tener una mayor suavidad. Además, la retención de agua juega un papel crucial en la ablandación de la carne al mejorar su jugosidad y ternura durante la cocción (Madhusankha & Thilakarathna, 2021, pp. 8). Asimismo, en una investigación llevada a cabo por (Li et al. 2021, pp. 2), se determinó que la concentración óptima de ficina aplicada a la carne impacta en su capacidad de retención de agua.

La carne tratada con una concentración de ficina de 0,10 g/L e incubada a 55 °C durante 60 minutos exhibió una disminución del 8% en su dureza, indicando una mejora en su textura más suave.

4.5 Análisis sensorial del sabor y olor

De manera similar, se llevó a cabo la prueba de aceptabilidad con los mismos panelistas que participaron en la evaluación de textura. Se utilizó la misma escala mencionada, donde el valor de 1 representa la formulación más aceptable, mientras que el valor 3 indica la formulación menos aceptable, respecto al *flavor* de la carne. Los resultados se muestran en la Tabla 4-10.

Tabla 4-10: Evaluación sensorial del *flavor* de la carne de res

PANELISTA	FORMULACIONES DEL CONDIMENTO ABLANDADOR APLICADO A CARNE DE RES		
	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
1	1	2	3
2	1	2	3
3	2	1	3
4	2	1	3
5	1	2	3
6	1	2	3
7	1	3	2
8	1	2	3
9	1	2	3
10	1	3	2
11	2	1	3
12	2	1	3
13	1	2	3
14	1	2	3
15	1	3	2
16	1	3	2
17	1	2	3
18	1	3	2
19	1	2	3
20	1	2	3
21	1	2	3
22	1	2	3
23	1	2	3
24	2	1	3
25	1	2	3
26	1	2	3
27	1	2	3
28	2	1	3
29	2	1	3
30	2	1	3
Total de rangos	38	57	85

Realizado por: Villegas K., 2023.

El análisis descriptivo de la prueba de olor y sabor de la carne de res con las diferentes formulaciones se muestra en la Tabla 4-11. Se evidencia que la formulación A destacó como la más aceptada, con un valor de $1,27 \pm 0,45$. Esto indica que la formulación con una mayor concentración de ficina es más aceptable, según la evaluación de los participantes.

Tabla 4-11: Valores de aceptabilidad de sabor y olor de carne de res condimentada con distintas formulaciones

	Aceptabilidad		
	Formulación A	Formulación B	Formulación Control
N	30	30	30
Media	1,2667	1,9000	2,8333
Desviación	0,44978	0,66176	0,37905
Mínimo	1,00	1,00	2,00
Máximo	2,00	3,00	3,00

Realizado por: Villegas K., 2023.

De forma análoga a lo expuesto en la escala hedónica, se examinó la normalidad de los datos para seleccionar la prueba estadística adecuada. Según los resultados de la Tabla 4-12, se confirmó que los datos no siguen una distribución normal ($p=0,0001$), por lo que se optó por utilizar pruebas no paramétricas.

Tabla 4-12: Prueba de normalidad por Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
	0,457	30	0,000

Realizado por: Villegas K., 2023.

Tras llevar a cabo la prueba estadística Kruskal-Wallis, el valor $p=0,0001$, inferior a 0,05 indicó que la percepción de *flavor* es distinto entre las muestras de carne condimentadas con las diferentes formulaciones.

Tabla 4-13: Análisis de Kruskal-Wallis del flavor de carne de res condimentada con distintas formulaciones

Prueba de Kruskal-Wallis				
Tipo de formulación	N	Rango promedio	gl	P valor
Formulación A	30	23,50	2	0,0001
Formulación B	30	42,50		

	Formulación C	30	70,50		
	Total	90			

Realizado por: Villegas K., 2023.

Posteriormente, se llevó a cabo una prueba post hoc para identificar posibles diferencias entre las formulaciones. Los resultados confirmaron que existen diferencias significativas entre los grupos. Es decir, ninguno de ellos era igual, indicando que el condimento con una concentración del 1% mejora de manera significativa las características sensoriales de la carne. Este fue el preferido por los panelistas entre las tres opciones presentadas.

Tabla 4-14: Comparación del flavor de carne de res condimentada con distintas formulaciones

Comparaciones por parejas de tipo de formulación					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Formulación A-Formulación B	-19,000	6,360	-2,987	,003	,008
Formulación A-Formulación C	-47,000	6,360	-7,390	,000	,000
Formulación B-Formulación C	-28,000	6,360	-4,403	,000	,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

Realizado por: Villegas K., 2023.

Una mayor ternura y jugosidad en la carne puede enriquecer la experiencia gastronómica, potencialmente elevando la percepción positiva del sabor (Madhusankha & Thilakarathna, 2021, pp. 16). De acuerdo al estudio realizado por (Ramezani, et al., 2006, pp. 4), el tratamiento con ficina logró ablandar la carne sin alterar sus cualidades organolépticas, como el sabor y el aroma. Además, se sugiere que la combinación de ficina con otros ingredientes, como proteínas de soja modificadas químicamente, podría mejorar aún más las propiedades sensoriales generales de la carne.

Es fundamental destacar que un exceso de ablandamiento, causado por la acción descontrolada de enzimas como la ficina, puede conducir a una carne de baja calidad, con una textura excesivamente blanda y un sabor poco deseable (Abril et al., 2023, pp. 9). Por lo tanto, aunque la ficina puede ser una herramienta valiosa para mejorar la ternura de la carne, su aplicación debe realizarse con precaución para evitar efectos negativos en las características organolépticas. De acuerdo con (O'Grady & Kerry, 2010, pp. 5), una incorporación inadecuada de enzimas tiende a descomponer de manera indiscriminada las principales proteínas musculares, lo que conduce frecuentemente a una ablandación excesiva, un sabor no deseado y una textura demasiado blanda. Sin embargo, en el presente trabajo, se observa que la adición de la enzima en el condimento ablandador de carne no genera desagrado en el sabor ni olor del producto.

CONCLUSIONES

- Se extrajeron enzimas proteolíticas a partir del látex de higo mediante el método de secado y el método TPP, siendo este último el más efectivo para obtener un producto en polvo y con una actividad enzimática adecuada.
- Se elaboraron tres formulaciones en polvo del condimento ablandador con distinta concentración de enzima ficina, aptas de ser utilizadas en la preparación de carne de res.
- Se determinó que la formulación con una concentración del 1% de ficina permite mejorar las características sensoriales (textura y flavor) de carne de res. Estos hallazgos indican que la ficina favorece un proceso de hidrólisis de proteínas en la carne, lo que se traduce en una textura más suave, con una mayor preferencia basado en el flavor.

RECOMENDACIONES

- Cuantificar la ficina presente en el extracto.
- Estimar la concentración óptima de ficina en un condimento para evitar el ablandamiento excesivo de carne de res.
- Realizar un estudio a escala industrial del condimento ablandador.

BIBLIOGRAFÍA

1. **ABRIL, Blanca, et al.** “Role of Enzymatic Reactions in Meat Processing and se of Emerging Technologies for Process Intensification”. *Foods* [en línea], 2023, (Girona) vol. 12(10). [Consultado: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/FOODS12101940>
2. **AIDER, Mariana.** Potential applications of ficin in the production of traditional cheeses and protein hydrolysates. *JDS Communications* [en línea], 2021, (Argentina) vol. 12(10). [Consultado: 20 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3168/JDSC.2020-0073>
3. **ALZATE YEPES, Teresita.** “Consumo de carnes rojas y procesadas. La controversia está servida. *Perspectivas En Nutrición Humana* [en línea], 2019, (Antioquia) vol. 21 (2), pags. 137-143 [Consultado: 20 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v21n2a01>
4. **ARSHAD, Muhammad Sajid, et al.** “Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review”. *Cogent Food and Agriculture* [en línea], 2016, vol. 2 (1). [Consultado: 16 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1261780>
5. **AYALA VARGAS, Celso.** “Importancia nutricional de la carne”. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales* [en línea], 2018, vol. 5 (1), pags. 54-61. [Consultado: 16 agosto 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
6. **BORNAZ, Salwa, et al.** “Effect of Plant Originated Coagulants and Chymosin on Ovine Milk Coagulation”. *International Journal of Food Properties* [en línea], 2010, vol. 13 (1), pags. 10-22. [Consultado: 10 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10942910802144238>
7. **CARRETERO COLOMER, Marian.** “Tratamiento de la anemia ferropénica”. *Offarm: Farmacia y Sociedad* [en línea], 2010, vol. 29 (4), pags. 76-77. [Consultado: 02 diciembre 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5324184>

8. **CHEW ALDANA, Andrea.** Extracción y purificación de la enzima ficina proveniente del látex del higo (*Ficus carica* L.) para su implementación e un ablandador cárnico. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad de San Carlos Guatemala. 2016. pags. 20-25. Disponible en: <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
9. **Empresa Metropolitana de Quito.** *Proceso de Faenamiento de Bovinos*. [blog]. Quito, 2023. [Consulta: 14 septiembre 2023]. Disponible en: <http://www.epmrq.gob.ec/index.php/servicios/faenamiento/faenamiento-bovinos>
10. **FREIRE, Wilson, et al.** *Tom Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT-ECU*. [blog]. Quito, 2023. [Consulta: 14 septiembre 2023]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/ENSANUT_2018/Principales%20resultados%20ENSANUT_2018.pdf
11. **GAGAOUA, Mahammed, et al.** “Three-phase partitioning as an efficient method for the purification and recovery of ficin from Mediterranean fig (*Ficus carica* L.) latex”. *Separation and Purification Technology* [en línea], 2014 vol. 132, pags. 461-467 [Consultado: 10 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.SEPPUR.2014.05.050>
12. **GARCÍA, Mariana, & SOLORZANO, E.** “ Extracción e inmovilización de enzimas proteolíticas de tres tipos de frutas mediante dos métodos y su aplicación en la industria alimentaria, en el laboratorio de biotecnología de la universidad estatal de bolívar. *Revista de Investigación Talentos* [en línea], 2018, vol. 1, pags. 569-578 [Consultado: 10 noviembre 2023]. Disponible en: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/116>
13. **GONZÁLEZ DE MEJIA, Elvira, et al.** “El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes”. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [en línea], 2004, vol. 54(1). [Consultado: 12 noviembre 2023]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015
14. **GREEN, Aliza.** *El Libro de Las Especies: Hierbas Aromáticas Y Especies* [en línea]. 4 Ed. Barcelona: Robinbook Ediciones, 2007. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en:

https://books.google.com.ec/books?id=u_H8R3fdi8IC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

15. **HORCADA, Alberto.** *La producción de carne en Andalucía.* [en línea]. Andalucía: Jirones de Azul, S.L, 2010. [Consulta: 18 agosto 2023]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265La_produccion_de_carne_en_Andalucia.pdf
16. **INEN.** *Espicias y condimentos. Requisitos.* [blog]. Ecuador, 2010. [Consultado: 15 julio 2023]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.nte.2532.2010/page/n5/mode/1up>
17. **JENSEN, Jesper, et al.** ‘‘The function of the milk-clotting enzymes bovine and camel chymosin studied by a fluorescence resonance energy transfer assay’’. *Journal of Dairy Science Talentos* [en línea], 2015, vol. 98 (5), pags. 2853-2860 [Consultado: 10 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3168/JDS.2014-8672>
18. **LI, Dongdong, et al.** ‘‘Effects of ficin, high pressure and their combination on quality attributes of post-rigor tan mutton’’. *LWT.* [en línea], 2021, vol. 137. [Consultado: 10 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110407>
19. **LOW, Yit Hwei, et al.** ‘‘Clotting and proteolytic properties of plant coagulants in regular and ultrafiltered bovine skim milk’’. *International Dairy Journal* [en línea], 2006, vol. 16 (4), pags. 335-343. [Consultado: 17 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.IDAIRYJ.2005.03.013>
20. **MADHUSANKHA, G. D. M. P., & THILAKARATHNA, R. C. N.** ‘‘Meat tenderization mechanism and the impact of plant exogenous proteases: A review’’. *Arabian Journal of Chemistry* [en línea], 2021, vol. 14 (42), pags. 102967. [Consultado: 07 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2020.102967>
21. **MOHD AZMI, Syahira, et al.** ‘‘Application of Plant Proteases in Meat Tenderization: Recent Trends and Future Prospects’’. *Foods* [en línea], 2024, vol. 13 (3), pags. 379. [Consultado: 25 julio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/FOODS12061336>
22. **MORELLON-STERLING, Roberto, et al.** ‘‘Ficin: A protease extract with relevance in biotechnology and biocatalysis’’. *International Journal of Biological*

Macromolecules. [en línea], 2020, vol. 162 (1), pags. 394-404. [Consultado: 05 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2020.06.144>

23. **O'GRADY, M. N., & KERRY, J. P.** "The effect of non-meat ingredients on quality parameters in meat and poultry". *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages*. [en línea], 2010, vol. 1, pags. 701-725. [Consultado: 14 septiembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1533/9781845699260.3.701>
24. **PÉREZ CHABELA, María de Lourdes & TOTOSAUS SÁNCHEZ, Alfonso.** "Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura. *Nacameh*. [en línea], 2018, vol. 16(2), pags. 61-75. [Consultado: 14 septiembre 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8766909&info=resumen&idioma=ENGLISH>
25. **QUIROGA, Gabriela, et al.** "Estudio comparativo del complejo proteolítico de especies del género ficus" *Revista Bolivariana de Química*. [en línea], 2018, vol. 35(5), pags. 127-133. [Consultado: 14 noviembre 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S025054602018000500002&script=sci_abstract
26. **RAMEZANI, Raof, et al.** "Effect of Chemically Modified Soy Proteins and Ficin-tenderized Meat on the Quality Attributes of Sausage". *Journal of Food Science* [en línea], 2006, vol. 68(1), pags. 85-88. [Consultado: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2003.TB14119.X>
27. **SÁNCHEZ LUNAVICTORIA, Jacqueline & DELGADO RODRIGUEZ, Carlos Augusto.** "Análisis de la producción y consumo de carne en la provincia de Chimborazo, Ecuador". *Conciencia Digital*. [en línea], 2021, vol. 4(2), pags. 81-91 [Consultado: 17 junio 2023]. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1709>
28. **SEVERIANO, Patricia.** "¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial?" *Revistas UNAM*. [en línea], 2019, vol. 7(19). [Consultado: 22 junio 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-57052019000300004

29. **SINGH, Pradeep, et al.** ‘‘Enzymes in the Meat Industry’’. *Enzymes in Food Biotechnology: Production, Applications, and Future Prospects*. [en línea], 2019, vol. 1, págs. 111-128. [Consultado: 22 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813280-7.00008-6>
30. **YÉPEZ CEVALLOS, Katya Elizabeth.** Efecto de hidrocoloides en producto análogo de carne elaborado con diferentes concentraciones de champiñón Portobello (*Agaricus brunnescens*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de Las Americas 2019. págs. 20-28. [Consulta: 2023-07-23]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/11573>
31. **ZHU, Xiaojie, et al.** ‘‘Actinidin pretreatment and sous vide cooking of beef brisket: Effects on meat microstructure, texture and in vitro protein digestibility’’. *Meat Science*. [en línea], 2018, vol. 145, págs. 256-265. [Consultado: 15 noviembre 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2018.06.029>



ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL CONDIMENTO FORMULADO



INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS SOLICITADO POR: Srta. ~~Kerly~~ Kerly Villegas
TIPO DE MUESTRA: Condimento
FECHA DE ANÁLISIS: 01 de marzo del 2024
PROCEDENCIA: Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo

EXAMEN FÍSICO

ATRIBUTO	Descripción
Color	Ligeramente verdoso
Olor	Característico a comino, pimienta y culantro
Aspecto	Polvo finamente granulado, presencia de partículas amorfas de vegetales secos

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	VALORES DE REFERENCIA	RESULTADOS
Escherichia coli	UFC/g	INEN 1529-8	< 10	< 10
Aerobios mesófilos	UFC/g	INEN 1529-5	1×10^6	< 10
Coliformes Totales	UFC/g	INEN 1529-6	1×10^3	< 10
Mohos y Levaduras	UFC/g	INEN 1529-10	1×10^4	< 10
Salmonella	UFC/25g	INEN 1529-15	Ausencia	Ausencia

RESPONSABLE:

GINA
ELIZABET
R.
ALVAREZ
REYES

Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra fue receptada en laboratorio

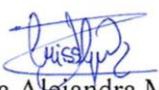
Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322
Saqmic Laboratorio
Riobamba - Ecuador

saqmic



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA
NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO

Fecha de entrega: 12 / 06 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR
Nombres – Apellidos: Kerly Daniela Villegas Villacres
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Bioquímica y Farmacia
Título a optar: Bioquímica Farmacéutica
<p style="text-align: center;"> Ing. Cristina Alejandra Muñoz Shuguli PhD Director del Trabajo de Integración Curricular</p> <p style="text-align: center;"> Bqf. Adriana Isabel Rodríguez Basantes Asesor del Trabajo de Integración Curricular</p>