

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth

TUTOR: **Ing. Paredes Pita Carlos Arturo. MSc**

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth con el número de cédula 0401993357 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva



Ing. Paredes Pita Carlos Arturo MSc
TUTOR

Tulcán, julio de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth con cédula de identidad número 0401993357 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth

AUTORA

Tulcán, julio de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth

AUTORA

Tulcán, julio de 2023

AGRADECIMIENTO

Agradecer a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por mi formación académica.

A mi docente tutor MSc. Carlos Paredes por brindarme su tiempo, experiencia, conocimientos y apoyo para la elaboración de este trabajo de investigación. Agradezco a Dios, mi familia, docentes, amigos, compañeros y a todas las personas quienes me han apoyado y guiado de forma directa e indirecta en mi vida universitaria.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis amados padres Audelo Chamorro, Sonia Benavides, quienes me han apoyado durante toda mi vida y han sido fuente de inspiración.

A mis amados hermanos y hermanas: Carla, Anderson, Pamela y Dylan, por ser un ejemplo a seguir, por su cariño y apoyo incondicional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Enzimas	22
2.2.2. Familia Caricácea	31
2.2.3. El Chigualcán (<i>Vasconcellea pubescens</i>)	32
2.2.4. Maduración de frutas.....	38
2.2.5. Índices de madurez	40
2.2.6. Carne	43
2.2.7. Ablandamiento de la carne.....	52
III. METODOLOGÍA	53
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	53

3.1.1. Enfoque	53
3.1.2. Tipo de Investigación.....	53
3.2. IDEA A DEFENDER	53
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	54
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	56
3.4.1. Recolección de Materia Prima.....	56
3.4.2. Recepción y desinfección de materia prima	56
3.4.3. Determinación de color.....	56
3.4.4. Acondicionamiento del chilguacán.....	57
3.4.5. Adición de solvente orgánico	57
3.4.6. Congelación	57
3.4.7. Filtración.....	57
3.4.8. Centrifugación	57
3.4.9. Secado	58
3.4.10. Molienda.....	58
3.4.11. Almacenamiento.....	58
3.4.12. Determinación enzimática	58
3.4.13. Cálculo de rendimiento de la enzima.	58
3.4.14. Parámetros fisicoquímicos de la enzima papaína obtenida del chilguacán	59
3.4.15. Ablandamiento de la carne bovina.....	60
3.4.16. Evaluación sensorial.....	61
3.4.17. Análisis microbiológicos.....	61
3.4.18. Análisis de textura	61
3.4.19. Procedimiento para la extracción de la enzima papaína del chilguacán	62
.....	62
3.4.20. Procedimiento para la aplicación de la enzima papaína en carne.....	63

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	63
3.5.1. Factores de estudio	63
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1. RESULTADOS	65
4.1.1. Enzima papaína	65
4.1.2. Análisis microbiológicos para la enzima papaína a base de chigualcán ..	71
4.1.3. Efecto de la enzima sobre la carne	72
4.2. DISCUSIÓN	77
4.2.1. Determinación de color	77
4.2.2. Rendimiento	78
4.2.3. Actividad enzimática	79
4.2.4. Características fisicoquímicas	79
4.2.4. Evaluación sensorial	80
4.2.5. Análisis microbiológicos.....	81
4.2.6. Análisis de textura	81
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1. CONCLUSIONES	83
5.2. RECOMENDACIONES.....	85
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
VII. ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las enzimas	24
Tabla 2. Actividad proteolítica en especies del género Vasconcellea	32
Tabla 3. Taxonomía del chigualcán	35
Tabla 4. Composición proximal de papayita de monte	36
Tabla 5. Características por grados de maduración de la papaya de monte	37
Tabla 6. Operacionalización de variables	55

Tabla 7. Puntaje de escala hedónica	61
Tabla 8. Factor A (estado de madurez del chigualcán)	64
Tabla 9. Factor B (gramos de enzima a aplicar en la carne de res)	64
Tabla 10. Tratamientos	64
Tabla 11. Resultados de color en el chigualcán con el uso del colorímetro	66
Tabla 12. Valores medios de C*, h* y IC* de los tres estados de maduración del chigualcán.....	67
Tabla 13. Rendimiento de la enzima papaína extraída del chigualcán	67
Tabla 14. Actividad enzimática de la enzima papaína extraída del chigualcán	68
Tabla 15. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro pH.	69
Tabla 16. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro sólidos solubles.	69
Tabla 17. Resultados del análisis de varianza con el 95% de confianza en humedad	70
Tabla 18. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro cenizas.	70
Tabla 19. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro cenizas.	71
Tabla 20. Resultados análisis microbiológico	71
Tabla 21. Resumen del análisis sensorial del ablandador de carnes a base de chigualcán.....	73
Tabla 22. Análisis de textura, Dureza (ciclo 1).....	74
Tabla 23. Análisis de textura, Dureza (ciclo 2).....	75
Tabla 24. Análisis de textura, Cohesividad.....	75
Tabla 25. Análisis de textura, Elasticidad	76
Tabla 26. Análisis de textura, Firmeza.	76
Tabla 27. Análisis de textura, Masticabilidad	77
Tabla 28. Resultados de determinación de color en tres estados de maduración del chigualcán.....	77
Tabla 29. Rendimiento en tres estados de madurez del chigualcán	78
Tabla 30. Actividad enzimática en tres estados de maduración del chigualcán	79
Tabla 31. Análisis de Textura en carne con y sin enzima papaína	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la enzima papaína versión 3D	29
Figura 2. Géneros y especies de la familia Caricaceae	31
Figura 3. Chigualcán (<i>Vasconcellea pubescens</i>)	32
Figura 4. Edad de frutos de la papaya.	40
Figura 5. Grado de madurez de la papaya	40
Figura 6. Sonda de Interactancia utilizada para hacer medidas ópticas no destructivas d la absorbencia de la fruta	42
Figura 7. Coordenadas CIElab	43
Figura 8 Media canal de res	47
Figura 9. Diagrama muscular general de la res	47
Figura 10. Flujograma de procesos para la extracción de la enzima papaína	62
Figura 11. Diagrama de flujo aplicación de papaína en carne bovina.....	63
Figura 12. Clasificacion visual, seleccionada según el color del chigualcán, estado 0 (verde), estado 1 (+verde -amarillo), estado 2 (-verde +amarillo)	65
Figura 13. Ubicación de los valores medios de a^* y b^* en el plano.	66
Figura 14. Fruto del Chigualcán	100
Figura 15. Lavado y desinfección	100
Figura 16. Trituración	100
Figura 17. Picado del fruto.....	100
Figura 18. Aplicación de etanol al 96°	100
Figura 19. Centrifugación	100
Figura 20. Molienda.....	101
Figura 21. Secado	101
Figura 22. Actividad enzimática	101
Figura 23. Conservación de la enzima	101
Figura 24. Análisis de pH	101
Figura 25. Análisis de humedad. Muestras de enzima sin humedad.....	101
Figura 26. Análisis de cenizas.....	101
Figura 27. Análisis de proteína (etapa de digestión)	101
Figura 28. Aplicación de enzima papaína en la carne.....	101
Figura 29. Análisis sensorial.....	101
Figura 30. Análisis microbiológicos.....	101

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Determinación de índice de color	57
Ecuación 2. Cálculo de pureza	57
Ecuación 3. Cálculo de Tono	57
Ecuación 4. Cálculo de actividad enzimática.....	58
Ecuación 5. Rendimiento.....	59
Ecuación 6. Porcentaje de humedad.....	59
Ecuación 7. Porcentaje de cenizas	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC.....	94
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	95
Anexo 3. Hoja de catación.....	97
Anexo 4. Resultados análisis de perfil de textura	98
Anexo 5. Fotografías de la investigación.....	100

RESUMEN

Según Moral et al. (2015), las enzimas en la industria alimentaria se utilizan para facilitar la elaboración de productos, estabilizar los alimentos, indicador de calidad, modificar su aroma, color, sabor y textura.

En el presente trabajo, se extrajo la enzima papaína del chigualcán (*Vasconcellea pubescens*) para su aplicación en carne de res (corte culata) como ablandador. Se llevó a cabo la investigación experimental con el uso de un diseño completamente al azar con un arreglo factorial (A × B), donde el factor A representa el estado de madurez de chigualcán (cero 100% verde; uno 25% maduro y dos 40% maduro), y el factor B representa la cantidad de enzima papaína a aplicar en la carne de res (1.5 g y 2g), para obtener los resultados se utilizó una prueba de diferenciación de medias Tukey y una prueba LSD Fisher, las dos con un nivel confianza del 95% en el software Infostat. En cuanto a la enzima papaína se analizaron las características fisicoquímicas, rendimiento, actividad enzimática y análisis microbiológicos, mientras que en la carne de res con aplicación de la enzima papaína se realizó el análisis sensorial y de textura. En los resultados obtenidos de la enzima se evidenció que el estado cero (100% verde) presentó mayor rendimiento con 5.97% y mayor actividad enzimática con 262.67 Upe, respecto a las características fisicoquímicas se encontraron diferencias significativas entre los tres estados de madurez del chigualcán a excepción de proteína donde los tres estados presentan un alto porcentaje. Los análisis microbiológicos realizados a la enzima mostraron ausencia total en cuanto a Aerobios Mesófilos (UFC/g), Mohos y Levaduras (UFC/g), Coliformes Totales (UFC/g) y *Escherichia Coli* (UFC/g). Respecto a los resultados de la carne con aplicación de enzima se obtuvo que el mejor tratamiento según el análisis sensorial fue el T6 (1.5 gramos de enzima papaína en estado cero 100% verde) con una valoración de 4 (me gusta) en todos los parámetros evaluados, con este tratamiento y una muestra testigo se evaluaron las características de textura donde el T6 fue el mejor respecto a dureza (23.78 N; 20.11 N), firmeza (12.00 N) y masticabilidad (99.47 mJ), demostrando que el estado de madurez del chigualcán influye en las características fisicoquímicas de la enzima papaína y que su aplicación puede mejorar la textura de la carne de res.

Palabras Claves: estado de madurez, textura, chigualcán, carne de res, enzima papaína.

ABSTRACT

According to Moral et al. (2015), enzymes are used in the food industry for several purposes, including facilitating the production of products, stabilizing foods, indicating quality, modifying their aroma, color, flavor, and texture. In the present work, the researchers extracted the enzyme papain from chigualcan (*Vasconcellea pubescens*) for its application as a tenderizer in beef (rump cut). The experimental research was conducted using a completely randomized design with a factorial arrangement (A × B). Factor A represented the maturity state of chigualcan (zero 100% green; one 25% ripe and two 40% ripe), and factor B represented the amount of papain enzyme applied to beef (1.5 g and 2g). To obtain the results, a Tukey mean differentiation test and a Fisher LSD test were used, both with a confidence level of 95% in the Infostat software. The researchers analyzed the physicochemical characteristics, yield, enzymatic activity, and microbiological analysis of the papain enzyme. They also conducted sensory and texture analysis on beef meat with the application of the enzyme papain. The results showed that the zero state (100% green) of chigualcan had a higher yield of 5.97% and higher enzymatic activity of 262.67 Upe. Significant differences were found in the physicochemical characteristics between the three maturity states of chigualcan, except for protein where all three states had a high percentage. The microbiological analysis of the enzyme showed a total absence of Mesophilic Aerobes (CFU/g), Molds and Yeasts (CFU/g), Total Coliforms (CFU/g), and *Escherichia Coli* (CFU/g). Regarding the application of the enzyme papain to meat, the best treatment according to sensory analysis was T6 (1.5 grams of papain enzyme in a 100% green state) with a rating of 4 (I like it) in all evaluated parameters. In terms of texture characteristics, T6 performed the best in terms of hardness (23.78 N; 20.11 N), firmness (12.00 N), and chewiness (99.47 mJ) when compared to a control sample. The study concludes that the maturity state of the chigualcan fruit influences the physicochemical characteristics of the papain enzyme and that its application can improve the texture of beef.

Keywords: maturity state, texture, chigualcán, beef, papain enzyme

INTRODUCCIÓN

La carne es uno de los alimentos que son fundamentales en la dieta del ser humano, debido a la cantidad de nutrientes que contiene. La carne de res es una de las más consumidas en el mundo luego de la de pollo y de pescado, aunque en términos de textura, no presenta una alta calidad en general, la mayor parte de la res son firmes y muy pocas presentan una textura blanda (Amerling, 2001). Esto se debe a que luego del sacrificio la carne sufre modificaciones en algunos casos cambios positivos como la maduración, pero otros, negativos como la rigidez cadavérica (Velasco, 2014). Estos cambios afectan la textura de la carne haciendo que se endurezca.

Las enzimas con mayor aplicación en la industria alimentaria son las proteasas, lipasas, hidrolasas y carbohidrasas, la mayoría se extrae de microorganismos, animales y plantas, sus usos son varios como la fabricación de jarabes, preparación de bebidas, en la panadería, en destilería, como conservantes, en la industria láctea, azucarera, para clarificar jugos y cerveza, como ablandador de carnes (Moral et al, 2015).

La enzima vegetal más utilizada para ablandar carnes es la papaína que se encuentran en gran parte en la papaya capaz de digerir las proteínas en los alimentos, puede ser encontrada también en el chigualcán el cual según Ascencio (2022), es una fruta con un olor intenso, perteneciente a la familia caricácea del género *Vasconcellea* que contiene gran cantidad de látex en la totalidad de la planta y en su estructura la enzima papaína, tanto o más que la papaya.

Según Moreano (2019), el ablandamiento de la carne se ve afectado por los cambios en la estructura, donde se debilitan los enlaces peptídicos y enlaces de actina y miosina, donde se modifican las estructuras de las miofibrillas, para lograr este ablandamiento se utilizan enzimas y algunos microorganismos para que logren romper las proteínas musculares, degradando el músculo.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Wyckoff (2022), en enero de 2022 en Ecuador se produjo 210 millones de libras de carne de res, pero la terneza de dicha carne puede verse afectada por distintos factores intrínsecos como extrínsecos. Según Garzón et al. (2012), durante el proceso de transformación de la carne a músculo, esta sufre distintas transformaciones después del faenamiento del animal, esto se debe a diferentes factores como la edad, raza, alimentación, entre otros, afectando la textura de la carne, la cual es una propiedad primordial para los clientes y/o consumidores que la relacionan con la calidad de la misma, es por esto que es imprescindible encontrar métodos que nos ayuden a optimizar organolépticamente dichos productos, además, en la actualidad se busca incorporar aditivos, conservantes, enzimas de origen natural, evitando químicos y ablandadores mecánicos.

La industria alimentaria ha creado ablandadores que generan la ruptura de los filamentos musculares contraídos en la carne debido a la rigidez cadavérica, la mayoría de estos son elaborados a base de enzimas, tal es el caso de la papaína, bromelina, ficina, actinida, extraídas de papaya, piña, higo, y kiwi, respectivamente, estas son conocidas por su gran capacidad para degradar colágeno.

La más destacada es la papaína la cual se extrae constantemente, según Llerena (2006), a nivel mundial la producción de papaína esta alrededor de 90 000 y 225 000 kg/año, esto en referencia del látex en polvo, dichos kilogramos son exportados a países como Estados Unidos, Ceilán, entre otros, pero solo se produce y se recolecta de la papaya, dejando de lado muchas otras frutas que contienen dicha enzima, y que podrían ser cultivadas y comercializadas de igual manera.

Entre otros frutos de los cuales también se puede obtener la enzima papaína, tenemos al Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*), el cual es un fruto que se produce en el Carchi-Ecuador, esta fruta es poco conocida y en su estructura contiene la

enzima proteolítica que se usa mayormente en la industria cárnica, además de que posee diferentes vitaminas y minerales. En Ecuador dicha fruta ha perdido su uso, y esto ha conllevado al olvido de su cultivo (Chacón, 2019).

Al no existir investigación científica, ni un valor agregado, esta fruta está siendo desperdiciada, y esto provoca que no exista un desarrollo para promover el cultivo de la misma.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La aplicación de la enzima papaína del Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*) mejora las propiedades de textura de la carne bovina?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Según la revista Líderes (2015), "El ecuatoriano consume cada año en promedio 54 kilogramos de distintas variedades de carne donde 32 kg conciernen a carne de pollo, 12 kg son de cerdo y 10 kg pertenece a res y pescado". Siendo un alimento primordial en la dieta del ser humano.

En la industria alimentaria, las enzimas se utilizan para alterar la apariencia, sabor, color, olor, textura, valor nutricional y se consideran aditivos. Las enzimas industriales más utilizadas son las carbohidrasas, las proteasas y las lipasas, pero también se utilizan las oxidorreductasas y las isomerasas. La obtención de estas es a partir de tejidos de animales, vegetales, microorganismos, donde el 50% proviene de hongos y levaduras, 35% por bacterias, y solo el 15% de plantas y animales (Moral. et al 2015).

Según Gamboa (2015), las enzimas que provienen de plantas como la papaya, kiwi, piña que son consideradas proteolíticas y se usan comúnmente para ablandar la carne mediante el rompimiento de los enlaces peptídicos, a estas enzimas se le conocen como papaína, actinidina y bromelina.

La enzima papaína es la enzima que tiene dominio mayor de absorber ácidos grasos de los alimentos, proveniente de la familia Caricácea, comúnmente usada como ablandador de carne, clarificador de cerveza, como alimento para mascotas, potenciador de la palatabilidad, procesamiento de proteínas, en leche hidrolizada, como pretratamiento de frutas, procesamiento de soja, hidrólisis de gluten, entre otros (Chauca, 2018).

La papaína puede ser extraída no solo de la papaya si no también del fruto conocido como Chigualcán, la mayor cantidad de enzima se obtiene de todo el fruto en

estado verde, sin generar desperdicios. Según Campozano y Saltos (2013), en la composición del chilguacán se encuentra varios elementos tales como minerales, ácidos grasos, vitaminas (C, A y complejo B) alcaloides compuestos, carotenoides, terpenoides y por supuesto la enzima proteolítica papaína, el uso de este fruto es muy importante ya que en la zona donde se encuentra, no se le da la importancia necesaria, por lo que se necesita de un valor agregado y/o industrialización para que este sea aprovechado convirtiéndolo en una alternativa sustentable, llevando a cabo en mayor cantidad su cultivo, generando más alternativas de frutos, mayor tasa de empleo, sin sobreexplotación, aportando a la comunidad científica con nuevas formas naturales de mejorar las características físicas y químicas de los alimentos.

Es por esto que en esta investigación se va a realizar la extracción de la papaína del Chigualcán en tres estados de maduración, para su aplicación como ablandador de carne de bovina.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración de enzima en tres estados de madurez del chigualcán (*Vasconcellea pubescens*).
- Evaluar la actividad enzimática.
- Determinar las características fisicoquímicas de la enzima obtenida del chigualcán (*Vasconcellea pubescens*) en tres estados de madurez.
- Evaluar la textura de la carne tratada con la enzima, mediante pruebas sensoriales e instrumentales.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿El estado de maduración influye en la cantidad y rendimiento de enzima?
- ¿En qué estado de madurez se encuentra mayor actividad enzimática?
- ¿El estado de madurez del chigualcán influye en las características fisicoquímicas de la enzima?
- ¿Qué tan efectiva es la enzima papaína extraída en los tres estados de madurez del chilacuan como ablandador de carnes?
- ¿Qué tratamiento es más aceptado por el panel de catación?
- ¿Existe diferencias de textura entre la carne tratada y la carne sin tratar?

- ¿Qué valores presenta la carne tratada en cuanto a masticabilidad, gomosidad, elasticidad, dureza y cohesividad?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según Vásquez y Orozco (2020), en su investigación de la para la obtención de la enzima papaína presente en el gualacongo (*Vasconcellea pubescens*) usaron etanol a diferentes concentraciones como 76%, 86%, 96%, los frutos utilizados fueron caracterizados biométricamente, se deshidrataron y trituraron, dando como resultado que con mayor cantidad de etanol se obtuvo mayor porcentaje de rendimiento de papaína en un 6.29%, se caracterizó al concentrado presentando una humedad de 6.82% y 93.18% de materia seca.

En "Evaluación de las propiedades del toronche (*Vasconcellea Stipulata*) como ablandador de carnes de res" realizada por Moreano (2019), utilizó tres diferentes cantidades de polvo de toronche (3 mg, 6 mg, 9 mg) con tres repeticiones a cada tratamiento, demostrando que el polvo extraído del toronche logró ablandar la carne, siendo el mejor tratamiento el T2 (6mg) según la dureza del ciclo 1 (13.03 N), realizó pruebas bromatológicas, microbiológicas y de textura.

En "Extracción de la enzima papaína presente en el chilacuan (*Vasconcellea pubescens*) como alternativa de cuajo vegetal" realizado por Arellano (2019), en este tema de investigación usó etanol al 95% más NaCl y sulfato de amonio para la extracción de la enzima papaína en concentración (1:3:3:2.5), luego procede a centrifugar por 5 veces, se congeló el látex a -4°C por 4 horas, se colocó en el liofilizador a temperatura de -59°C por 120 horas. Se extrajo el látex y se almacenó. Se evaluó las características fisicoquímicas de este fruto donde se dió como resultado una humedad del 14%, pH 4.25, acidez titulable de 0.30% y cenizas de 8.73% y una actividad enzimática de 257Upe, se comparó un coagulante industrial con el coagulante a base de enzima extraída del chilacuan, demostrando que la enzima extraída de este fruto es una alternativa sustentable para uso en la industria láctea.

En "Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (*carica papaya*) variedad común en el ablandamiento de la carne de sajino (*tayassu tajacu*)" realizado por Flores (2018), se utilizó el látex de la papaya verde para ablandamiento de carne de sajino, además de evaluar los parámetros colorimétricos externos e internos de los frutos, la metodología utilizada fue centrifugar y el uso de un solvente orgánico (etanol) demostrando que a mayor concentración de concentración de papaína, mayor tiempo de inmersión (30min) influyó más en el ablandamiento de la carne de sajino. La concentración de papaína fue de 4.9738 ± 0.1829 mg. g⁻¹, el valor se vio afectado según la madurez, estado y procedencia del fruto.

Mera y Barba (2018), en su investigación "Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto ablandador en carne bovina" se determinó la actividad enzimática de diferentes partes del fruto de la papaya y en 3 estados de maduración verde, pintona y madura, para la extracción de la enzima se trituró las hojas de papaya con licuadora añadiendo NaCl al 0,09%, luego se filtró. Para la corteza se usó un mortero, en cambio, el látex se extrajo con cortes longitudinales en la papaya. Se preparó los reactivos y se evaluó la actividad enzimática de las muestras obtenidas, finalmente se liofilizaron y luego de 5 días se obtuvo un polvo, el cual se aplicó a la carne y se dejó actuar por 20 min, para luego ser cocida y degustada, el resultado se obtuvo que, la carne tratada con la papaína liofilizada obtuvo aceptación por el panel de degustación integrado en comparación con la carne que se aplicó un ablandador comercial, se llegó a la conclusión de la enzima extraída de la hoja de la papaya verde mejoro significativamente la textura de la carne en mayor cantidad que los demás tratamientos.

Tovar et. al (2018), en su investigación "Purificación de la papaína del látex de la lechosa y cuantificación de la actividad enzimática" alusivo a la purificación y actividad enzimática, mencionan que se extrajo el látex de frutos verdes, bajos dos condiciones de secado, C1: 25°C y 20 h y C2: 60°C y 4h, donde se demostró que la condición de secado 2 es más efectiva en cuanto al rendimiento ya que se obtuvo 1.45% y en la condición C1 se obtuvo 1.38%, en cuanto a las características fisicoquímicas en pH es similar bajo las 2 condiciones pero en cuanto a cenizas, humedad, el mejor sigue siendo la condición 2, para actividad enzimática se determinó mediante el método de coagulación de la leche, donde se demostró que

la actividad enzimática es independiente a las condiciones de temperatura y tiempo, la actividad enzimática fue de 157.28 a 159.67 Upe.

Gil et. al (2012), en su investigación "Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya L.*), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina", tuvo objetivo evaluar la extracción de la papaína usando microondas, para uso como alternativa y como aprovechamiento de residuos, la extracción se llevó a cabo por medio de cortes longitudinales y se secó el lechado en un horno convencional en presencia de etanol analítico a 390W por 30s, aspersion o liofilizado, tomando el tiempo y pérdidas del extracto durante la transformación, se demostró que este método de extracción es factible y puede ser usado para ablandar carne esto se demostró mediante un análisis de perfil de textura durante 0.5 y 10 minutos, los trozos de carne a los 5 minutos de almacenamiento alcanzo un mayor porcentaje (50%) de ablandamiento en comparación con los demás.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Enzimas

Estos compuestos son omnipresentes en todo ser vivo ya que son moléculas necesarias para la función vital. Las propiedades más destacadas de las enzimas es la alta especificidad, y esto hace que sean ampliamente utilizadas en varios campos industriales. Las enzimas son capaces de realizar una gran variedad de funciones dentro de una célula, las cuales pueden ser, degradar azúcares, extraer grasas y aminoácidos, etc. (Ramírez y Ayala 2014).

El uso de enzimas se remota hace cientos o miles de años cuando se descubrió que almacenar leche en viseras de animales rumiantes hacían que esta se transformara en un líquido blanquecino y se formara un cuajo, la enzima que actúa en este caso fue la quimiocina que hidroliza la caseína en la leche precipitando la proteína y otros componentes formando el cuajo. Pero el estudio y extracción de estas es desde 1897 donde se demostró que los extractos celulares podían catalizar reacciones y en 1926 ya se purificó y extrajo la primera enzima (ureasa), dando a conocer que las enzimas no solo funcionan dentro de la célula si no que pueden ser extraídas de diferentes organismos tener varias funciones, como ayudante en la elaboración de alimentos y

bebidas, así como también síntesis de farmacéuticos y en la industria química (Ramírez y Ayala 2014).

Las enzimas se conocen por su poder canalización, ser fácilmente manipulables y amigables con el medio ambiente, gracias a los avances tecnológicos las enzimas tienen un mayor aporte en varios campos como la industria alimentaria, comida para animales, en textiles, farmacéutica, química, detergentes, etc. (Ramírez y Ayala 2014).

La actividad de una enzima es medida por medio del grado de hidrólisis en donde influye, la concentración del sustrato, la relación entre el sustrato y la enzima, la estabilidad de la enzima y las circunstancias fisicoquímicas como la temperatura y el pH (Moreano, 2019).

2.2.1.1. ¿Dónde pueden ser encontradas las enzimas?

Las enzimas pueden ser obtenidas de los tejidos vegetales de ciertas plantas, tejidos de animales o mediante procesos de fermentación con ayuda de algunos microorganismos. La producción de enzimas microbianas es más estable y conveniente, es por esto que el 50% son producidas por hongos y levaduras, el 35% de obtiene de bacterias y el 15% de plantas y animales (Ramírez y Ayala, 2014).

2.2.1.2. Clasificación de las enzimas

En la Tabla 1 se observa la clase, tipo de reacción y ejemplo de la clasificación de enzimas.

Tabla 1. Clasificación de las enzimas

Clase	Tipo de reacción	Ejemplo
Oxidorreductasa	Oxido-reducción	Alcohol deshidrogenasa
Transferasas	Transfirieren grupos funcionales	Fosfofructoquinas Quinasas
Hidrolasas	Utilizan agua en su reacción para romper el enlace químico	Lipasas
Liasas	Se añade o extrae grupos funcionales sin usar hidrolisis	Esterasas Liasas
Isomerasas	Un combinado se convierte en un isómero	Triosa fosfato Isomerasas
Ligasas	Formación de nuevos enlaces entre un átomo y un carbono donde se requiere energía.	Piruvato carboxilasa

Fuente: Producción e importancia de bromelina y papaína para la industria cárnica (Rodríguez, 2009).

2.2.1.3. Enzimas proteolíticas

Las enzimas proteolíticas o también conocidas como proteasas, peptidasas o proteinasas se dividen en diferentes clases según su acción, este tipo de enzimas forman parte de grupo más grande denominado hidrolasas, que son capaces de catalizar reacciones de hidrolisis.

Espinosa (2016), puntualiza "Las hidrolasas forman parte de procesos metabólicos importantes en los vegetales, hallándose en ellos en forma de proteasas, pectinasas, xilanasas, esterasas, poligalacturonidasas y celulasas" (pág.18). entre todas estas enzimas las llamadas proteolíticas son las que presentan un extenso interés tanto comercial como investigativo, ya que son de las enzimas que más se comercializan. La mayor cantidad de estas se extraen de microorganismos, pero también de fuentes vegetales como son el caso de la bromelina, papaína y ficina.

2.2.1.4. Clasificación de las enzimas (proteolíticas)

Las enzimas conocidas como peptidasas pueden fragmentarse en dos grupos que se basan en el lugar de sus enlaces hidrolizados, entre estos tenemos las endopeptidasas que son capaces de romper las alianzas peptídicas de las proteínas, también están

las exopeptidasas que pueden mover los aminoácidos a partir los extremos amino y carboxilo (Espinosa, 2016).

La papaína fue la primera enzima proteolítica en ser registrada como cisteín-proteasa, esta enzima es la que más investigaciones ha tenido, y también fue la primera a la que se le realizó una descripción en 3D, siendo así considerada un prototipo para este tipo de enzimas (Espinosa, 2016).

2.2.1.5. ¿Cuál es la efectividad y función de las enzimas?

La manera más simple para definir la efectividad de una enzima es determinar qué tan rápido sucede la reacción de esta con la solución, es decir que tan rápido la enzima cataliza comparándola en ausencia de la misma.

Según Ramírez y Ayala (2014a), la enzima al ser una proteína que tiene una estructura tridimensional definida, la actividad de esta depende de cómo interactúa con un sustrato, modificándolo, una característica primordial de estas es que pueden reconocer específicamente a un solo sustrato, haciendo que su especificidad sea alta.

Gracias a los avances tecnológicos las enzimas tienen un amplio campo en distintas áreas como la alimentación para animales de granja, detergentes, industria textil, industria de alimentos, farmacéutica, química, etc. (Ramírez y Ayala, 2014b).

2.2.1.6. Aplicación de las enzimas en los alimentos.

Varias enzimas se utilizan para el procesamiento, conservación y preparación de alimentos, algunas de las aplicaciones más conocidas en la industria de alimentos son:

a) Hidrolisis de proteínas

Para la hidrolisis de estas proteínas se utiliza las enzimas proteolíticas que pueden modificar el contenido proteico de varios alimentos (Moral et. al, 2015).

b) Aplicación en la industria azucarera y del almidón

Existen jarabes que provienen del almidón los cuales se les puede utilizar en la elaboración de bebidas gasificadas, dulces, helados, compotas, conservas, etc. Para esto se necesita tres etapas de transformación enzimática del almidón, siendo la

gelatinización, licuefacción y la sacarificación, donde se usa amilasa, lucoamilasas y pululanasa (Moral et. al, 2015).

Las enzimas conocidas como ciclodextrinas pueden ser extraídas del almidón por licuefacción y varios procedentes del almidón producidos por gelificantes termorreversibles, se usan en la industria alimentaria como sustituto de grasa en productos lácteos (Moral et. al, 2015).

En cuanto a la industria azucarera se puede utilizar para reducir los problemas de viscosidad y formación d cristales en mal estado de manera natural, con ayuda de enzimas biocatalizadoras de origen natural (Moral et. al, 2015).

c) Industria Láctea

Las enzimas ayudan a la elaboración de varios productos lácteos como quesos maduros, duros, blandos, leches, leches fermentadas como el yogurt y el kéfir, leche deslactosada, entre otros productos.

En la elaboración de quesos se utiliza comúnmente la enzima quimosina, que se encuentra en el cuarto estómago de animales rumiantes de corta edad, pero también para la elaboración de quesos de manera industrial se usa la enzima proteinasa que se puede obtener de microorganismos y la enzima lipasa que se halla en la leche, ayudando a mejorar las características del queso en la maduración (Moral et. al, 2015).

La enzima lactasa se usa también para la elaboración de productos deslactosados ya que hidroliza la lactosa en D-glucosa, otras aplicaciones para esta enzima son la prevención de la formación de cristales en los helados y postres congelados hechos a base de leche (Moral et. al, 2015).

d) Industria panadera y alimentos a base de trigo

El incremento de α -amilasa en harinas se ve afectado por el desarrollo y el proceso de cosecha del trigo. Cuando el clima es húmedo es necesario que la enzima α -amilasa tenga una alta actividad enzimática, mientras que cuando el clima es seco se necesita una baja actividad de α -amilasa por su baja germinación, lo que provoca contrastes de amilasa en los lotes de harina. Para esto se añade enzimas exógenas de origen microbiano que ayudan en la hidrólisis del enlace glucosídico para optimar la calidad del pan (Moral et. al, 2015).

El uso de la enzima lacasas ayuda a en el proceso de panificación para entrecruzar los biopolímeros, ayudando a la resistencia y ayudan a disminuir la extensibilidad de las masas, entre otras enzimas que aportan en la panificación tenemos a la TGasa que previene el detrimento de la textura en productos cocidos a base de trigo (Moral et. al, 2015).

e) Aceites y grasas

En este tipo de industria es muy difícil encontrar el uso de enzimas, pero existen algunas aplicaciones como para reducir los subproductos no deseados, elaborar aceites y grasas innovadores.

Una enzima que puede ser usada para la elaboración de aceites y grasas novedosos es la enzima lipasa, ya que puede elegir los ácidos grasos del triacilglicérido, y así poder añadir ácidos grasos determinados, por lo tanto, se puede modificar el contenido de los ácidos grasos (Moral et. al, 2015).

f) Elaboración de cerveza

“La acción de todas estas enzimas durante las primeras etapas del proceso, consiste en mejorar la licuefacción del almidón, regular el contenido de azúcar y nitrógeno, mejorar la extracción, facilitar la filtración y controlar la turbidez” (Moral et. al, 2015, p. 89).

En el caso de las glucanasas se usa para someter los enlaces de α -(1-6) glucosídicos a hidrólisis para desramificar la amilopectina, elaborando cervezas de bajas calorías, atenuadas o ligeras.

g) Elaboración de jugos y vinos

Las enzimas más usadas y que utilizaron al inicio fueron las pectinas para su uso en la clarificación de jugos a base de manzana, en la actualidad se usan para diferentes usos y diferentes frutas, sus usos van desde hacer más fácil el prensado, extracción de jugo hasta la separación del precipitado para su clarificación.

En cuando a su uso en la elaboración de vinos las enzimas como la pectina se añaden en el vino blanco en la etapa de triturado para mejorar la extracción del jugo y clarificarlo (Moral et. al, 2015).

h) Industria cárnica

La función de las enzimas del tipo proteasas en la industria cárnica se usa principalmente para suavizar la carne.

Las enzimas más usadas en este campo son las enzimas papaína y bromelina que provienen de origen vegetal, también las enzimas elastasa que proviene de microorganismos como *Bacillus subtilis* y *Aspergillus oryzae* (Moral et. al, 2015).

La enzima actinidina proveniente del kiwi también puede mejorar la ternez de la carne, el riesgo es que puede ser causante de alergias en algunas personas.

“En productos cárnicos procesados también se usan transglutaminasas (TGAsas), cuya función es mejorar las características funcionales de las proteínas, proporcionándole al producto mejor textura y sabor” (Moral et. al, 2015, p. 89).

La enzima TGasa puede catalizar la interconexión de las microfibrillas, haciendo que la carne presente mejor cohesividad y elasticidad, además de que en productos cárnicos puede ayudar a la unión de las proteínas lo que evita que el alimento se deforme en el proceso de elaboración o manipulación (Moral et. al, 2015).

La enzima papaína es la aplicada y conocida en este campo debido a que puede digerir las proteínas en la carne, debilitando los enlaces peptídicos que unen los aminoácidos haciendo que se pierda su estructura y por ende generando un ablandamiento en la carne (Carbonero, 1975).

2.2.1.7. Enzimas de origen vegetal utilizadas en el ablandamiento de carnes

2.2.1.7.1. Papaína

La papaína es una enzima que se extrae comúnmente la papaya principalmente del látex de frutos verdes, también puede ser encontrada en el chilacuan (*Vasconcella pubescens*). Según Yugcha, Kura y Castillo (2013), esta enzima proteolítica tiene la capacidad de digerir proteínas en ciertos alimentos, su pH óptimo va desde 5 a 6 y punto isoeléctrico (9.6) y una temperatura (65°C), la enzima papaína según Vanguardia (2016), tiene diversos usos como:

- En la industria de alimentos se usa para ablandar carnes, clarificar cervezas, jugos, y otros tipos de bebidas.
- En cuanto a la medicina se usa para disminuir la inflamación y dolor en cuello, hombros, espalda y enfermedades como osteoartritis, también como

antiinflamatorio y ayuda al control de hematomas y edemas causados por lesiones.

- Industria textil y cuero.
- Industria papelera.

Esta enzima se comercializa en todo el mundo debido a sus amplias aplicaciones, su crecimiento va en aumento, dando como resultado 100 millones de dólares al año en el negocio de la papaína donde su principal uso es para mejorar la textura de la carne siendo este el factor de más importancia que toman en cuenta los consumidores (Marrasquin, 2016).

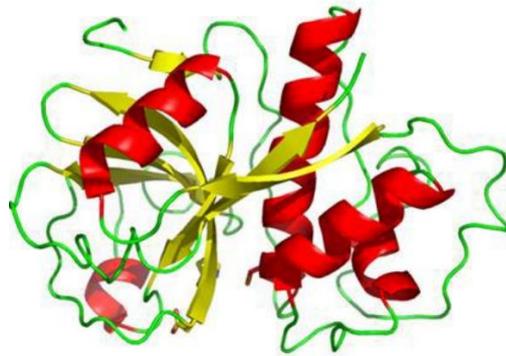


Figura 1. Estructura de la enzima papaína versión 3D

Fuente: Espinosa (2016)

La enzima papaína puede tolerar muy bien el calor, su temperatura óptima es de 65°C, lo que beneficia a la hora de ablandar la carne ya que puede soportar la cocción de la carne sin perder sus características, se ha demostrado que el uso superior de 20% de esta enzima en carne puede ablandarla de manera favorable y su conservación puede ser prolongada manteniéndola a una temperatura de 6 °C (Yugcha et al., 2013).

2.2.1.7.2. Bromelina

Esta enzima se deriva de fruta conocida como piña (*Ananas comosus L*), los usos de esta enzima van desde la industria farmacéutica hasta alimentaria, donde la enzima bromelina se usa para acelerar la hidrólisis de la carne, rompiendo sus enlaces peptídicos y teniendo un efecto sobre las demás proteínas que se encuentran en este alimento, el pH óptimo para esta enzima es de 8 y la temperatura adecuada es de

50 °C, en la industria de alimentos no solo se usa para ablandar carnes sino también para tratamiento de pescados, fabricación de galletas y como sustituto de sulfitos en la clarificación de vinos y jugos, se usa como digestivo, y antiinflamatorio en la industria farmacéutica y en los laboratorios la bromelina puede ser usada para la elaboración de peptonas que se usan en medios cultivos, así también para fabricación de aminoácidos y péptidos (López, Díaz y Merino de Cáceres, 2009).

2.2.1.8. Actividad enzimática

Las reacciones que producen y son medidas por las enzimas se les conoce como reacciones enzimáticas, esta se representa por el estado de transición y se mide tomando en cuenta la unidad de tiempo en que tarda en transformarse un sustrato, esto mediante condiciones definidas y controladas (Carbonero, 1975).

La actividad enzimática es una medida que presenta la enzima cuando esta activa su unidad es (U) o también es medida como actividad específica por mg (U/mg), su valor se ve determinado por factores como la concentración de la enzima y del sustrato, así también por cambios de temperatura y pH (Carbonero, 1975).

2.2.1.8.1. Factores que afectan la actividad enzimática

- pH: las enzimas son sensibles al pH ya pueden disminuir su actividad ya sea un alto o bajo pH, esto debido a la combinación de tres factores:
 - a) Valores extremos de pH.
 - b) La ionización del sustrato y sus efectos.
 - c) Unión de la enzima con el sustrato y su reacción de catálisis.Cuando el valor pH este por encima o por debajo del óptimo para la enzima hace que se alteren las interacciones del grupo R, destruyendo la estructura terciaria y por ende el sitio activo.
- Temperatura: la temperatura influye en la enzima debido a la estabilidad y su actividad, donde se prioriza la reacción cinética de la temperatura sobre la velocidad de la reacción. Así como el pH las enzimas tienen su temperatura óptima de acción por lo tanto cuando la temperatura es muy baja las enzimas muestran poca actividad enzimática, en cambio, cuando la temperatura es extremadamente alta las enzimas pierden sus estructuras terciarias y se ve afectada su actividad enzimática (LibreTexts, 2014).

- Concentración del sustrato y de la enzima: la unión del sustrato y la enzima hace que se realice la reacción de catalización, así entre más cantidad de enzima más moléculas podrán unirse al sustrato y realizara más reacción de catalización, en cambio si el sustrato es el que tiene mayor contenido hará que saturen las moléculas de la enzima y la velocidad de reacción alcanzará su máxima potencia (LibreTexts, 2014).

2.2.2. Familia Caricácea

La familia Caricácea tiene en su estructura seis géneros y por lo menos cincuenta especies, entre las que tenemos a la papaya, babaco, chilguacán, donde la papaya es la única planta que proviene del género carica, la cual se cultiva en gran cantidad y es de mayor distribución (Rodríguez, 2013).

Familia	Género	Especie		
Caricaceae	<i>Cylicomorpha</i> Urban (África Ecuatorial)	<i>C. parviflora</i> Urban <i>C. solmsii</i> (Urban) Urban		
	<i>Jacaratia</i> A. DC.	<i>J. heptaphylla</i> (Vellozo) A. DC. <i>J. digitata</i> (Poeppig & Endl.) Solms-Laubach <i>J. spinosa</i> (Aublet) A. DC. <i>J. corumbensis</i> Kuntze <i>J. dolichaula</i> (J. D. Smith) Woodson <i>J. chocoensis</i> A. Gentry & Forero <i>J. mexicana</i> A. DC.		
	<i>Carica</i> L.	<i>C. papaya</i> L.		
	<i>Vasconcellea</i> A. Saint-Hil	<i>V. stipulata</i> (Badillo) Badillo <i>V. x heilbornii</i> (Badillo) Badillo <i>V. parviflora</i> A. DC. <i>V. cundinamarcaensis</i> Badillo <i>V. weverbaueri</i> (Harm.) Badillo <i>V. goudotiana</i> Triana & Planchon <i>V. monoica</i> A. DC. <i>V. glandulosa</i> A. DC. <i>V. quercifolia</i> Saint-Hil. <i>V. candicans</i> (A. Gray) A. DC. <i>V. chilensis</i> (Planch. Ex A. DC.) A. DC. <i>V. horovitziana</i> (Badillo) Badillo <i>V. crassipetala</i> (Badillo) Badillo <i>V. cauliflora</i> (Jacq.) A. DC. <i>V. longiflora</i> (Badillo) Badillo <i>V. pulchra</i> (Badillo) Badillo <i>V. sprucei</i> (Badillo) Badillo <i>V. sphaerocarpa</i> (Garc. Barr. & Hern.) Badillo <i>V. omnilingua</i> (Badillo) Badillo <i>V. microcarpa</i> (Jacq) A. DC. <i>V. palandensis</i> (Badillo), Van den Eynden & Van Damme		
			<i>Horovitzia</i> Badillo	<i>H. cnidoscoloides</i> (Larence & Torres) Badillo
			<i>Jarilla</i> Rusby	<i>J. chocola</i> Standley <i>J. caudata</i> (Brandege) Standley <i>J. heterophylla</i> (Cerv.) Rusby

Figura 2. Géneros y especies de la familia Caricaceae

Fuente: Romero Rodríguez, J. A. (2013). Manejo y conservación de germoplasma de la familia Caricaceae.

En Ecuador existen 11 especies de *Vasconcellea*, de las cuales 5 son endémicas. Cuatro especies crecen en bosques andinos (*V. sprucei*, *V. pulchra*, *V. palandensis*,

V. omnilingua) y una especie (*V. horovitziana*) crece en bosques costeros húmedos (Moreano, 2019).

Las plantas del género *Vasconcellea* son las menos conocidas de la familia Caricácea, con veinte y unas especies en total, estas se encuentran ubicados en América del sur a lo largo de los Andes, este género es rico en enzimas proteolíticas que se encuentran en el látex (Moreano, 2019). En la Tabla 2 se muestran las especies del género *Vasconcellea* y su actividad proteolítica.

Tabla 2. Actividad proteolítica en especies del género *Vasconcellea*

Especies	Actividad Proteolítica (mU
	BAPNA/mg látex seco)
C. papaya (referencia)	10.4
V. pubescens	57.0
V. Stipulata	129.4
V. x heilbornii "babaco"	38.1

Fuente: Scheldeman, 2002 (Espinosa, 2014)

2.2.3. El Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)

Es normalmente conocida como papaya de montaña, aunque se le conoce por diferentes nombres esto dependiendo de la zona, como, por ejemplo: chamburo, el nombre en inglés es mountain papaya, conocida como Papaya Gran Altitud o Fría, Papayita de Monte, Papaya, Chilacuan, Chibulacán.

En distintas partes del país como en el Azuay, se le llama siglon, sigralón o Sigloalón, como jigacho en Tungurahua y toronche en Loja.



Figura 3. Chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)

Fuente: (Atalaya, 2017)

El Chigualcán es una árbol o arbusto que posee tallos suaves, esta planta posee látex en toda su estructura, sus hojas grandes y palmadas sin estipulas, el crecimiento del chilguacán es continuo, las flores crecen por unidad son hipóginas sus pétalos son color blanco con algo de amarillo verdoso, el fruto que posee es de forma alargada, puede alcanzar a medir 20cm de largo y 6cm de diámetro, su fruto es verde y al iniciar su crecimiento y madurez se torna amarilla, este tipo de fruto puede alcanzar de 3 hasta 10 metros de altura y encontrarse de manea silvestre (Moreano, 2019).

Ese tipo de planta necesita de precipitaciones promedio de 1000-1700 mm por año. El suelo debe ser fértil y drenado con un pH de 6 a 7 así será apto para su producción.

Según Camacho (1982), la temperatura que se necesita para cultivar este tipo de planta debe oscilar entre 15 y 200 C, en la mayoría de casos donde se cultiva dicho fruto es para uso doméstico o local (Moreano, 2019).

El fruto que produce este arbusto tiene un aroma fuerte e intenso, siendo agradable para las personas, su color es verde en estado inmaduro y amarillo cuando alcanza la madurez total, su forma es oblongo elíptico con varias semillas en su interior (Asencio, 2022).

En Ecuador la producción del chilacuan por hectárea es de 3 000 a 10 000 kilos al año, esto varía según el clima, el suelo de producción y su manejo en general, como su producción y cosecha es bajo no existe exportaciones o comercialización de este fruto en los mercados principales del país (Bustamante y Noboa, 2020).

2.2.3.1. Origen del chilguacán.

El chilguacán (*Vasconcellea pubescens*) proviene de la familia caricáceas, la cual es originaria de América tropical y subtropical, normalmente su cultivo va desde Colombia hasta Chile, la altitud apta para su crecimiento es de 1200 msnm, es cultivada en huertos caseros y se conoce que es extraída de los bosques perennifolios de los andes. (Asencio, 2022).

La *Vasconcellea pubescens* necesita de climas cálidos para su crecimiento en 3 estados de maduración, su fruto tiende a ser delgado, muy jugoso, cuando está maduro presenta un color amarillo, el centro del fruto es hueco y está repleto de semillas las cuales están cubiertas de un tejido mucilaginoso, su forma de largo va de 6 a 10 centímetros y de ancho 3 a 6 centímetros. Las zonas donde más se produce el

chilguacán en el país son Loja, Azuay y Oro, haciendo que el cultivo de este fruto sea mínimo y que solo pocas familias poseen dicha planta (Moreano, 2019).

2.2.3.2. Características morfológicas generales.

Según Sinche (2009), las particularidades morfológicas de la familia Caricaceae son:

- Apariencia: Árbol o arbusto con tallos suaves, látex blanco lechoso, dioico, raramente monoico
- Hojas: alternas, grandes, palmeadas, de pecíolo largo, se degeneran continuamente y caen gradualmente.
- Flores: por unidades o en cimas, imperfectas, hermafroditas, con pétalos de color blanco y amarillo verdoso.
- Perianto: cáliz, cinco corola soldada, corola, cinco pétalos libres o soldados.
- Pistilo: carpelo, 5 soldados, óvulo alfa, hoja parietal, estilo corto, con cinco estigmas.
- Fruta tipo bayas.
- Semilla de endospermo aceitoso, embrión recto.

2.2.3.3. Descripción botánica del chilguacán

La planta puede crecer rápidamente y su tamaño en promedio es de 3.0 metros de altura, su tallo puede alcanzar una altura de dos metros, su tronco es lechoso, no leñoso y tiene forma cilíndrica. Hojas de forma limbo lobuladas poseen cinco lóbulos, las flores tienen forma de campana, pétalos con color blanco-amarillo y sépalos verdes. La pulpa es constituye la mayor parte del fruto con un 60% del peso total, contiene una membrana transparente gelatinosa con varias semillas en su interior, su aroma es frutal con una mezcla de ácido y fresco (Asencio, 2022).

Toda planta posee en su estructura una sustancia conocida como látex o leche. Según Marcillo (2005), el látex es un fluido lechoso que presenta un color blanquecino, presente en toda la estructura de plantas del género *Vasconcellea*. En el látex que se encuentra en estas plantas de la familia caricácea, se puede encontrar enzimas proteolíticas como la papaína y otras enzimas como la quimio papaína, pectina, invertasa y peroxidasa (Moreano, 2019).

2.2.3.4. Taxonomía

Según Nazáte (2013), el chilguacán es perteneciente a la familia Caricácea, que incluye a Cylicomorpha, Horovitzia, Jacaratia y Jarilla. La papaya al igual que el chilguacán presentan características fenotípicas parecidas, es por esto que en varios lugares se les conoce por "papaya" o "papayita".

Existen 21 especies del género *Vasconcellea pubescens*, de los cuales 19 son árboles usualmente designados "papayas alpinas". Se encuentran principalmente en las tierras altas de la región andina de América del Sur y siendo el género más grande de la familia Guayaba (Nazate, 2013).

Tabla 3. Taxonomía del chigualcán

Detalle	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Caricaceae
Género	<i>Vasconcellea</i>
Especie	<i>V. pubescens</i>
Nombres botánicos	<i>Carica pubescens</i> Linne & Koch, <i>Vasconcellea pubescens</i> A.DC., <i>C. candamarcensis</i> Hook, C. <i>cundinamarcensis</i> J. Linden.
Nombres comunes	chamburo (Ecuador), chamburu, huanarpu hembra (Perú, Bolivia); castellano: papaya de monte, papaya arequipeña; papaya de altura; papayuela (Colombia); inglés: mountain papaya.

Fuente: Espinosa (2016)

2.2.3.5. Composición proximal del chilguacán

En la Tabla 4 se muestran los datos de composición proximal en la papayita de monte en gramos.

Tabla 4. Composición proximal de papayita de monte

Componentes (g/100g de fruta)	
Humedad (%)	93,7
Cenizas (%)	0,5
Proteína cruda (%)	0,9
Fibra cruda (%)	0,6
Carbohidratos (%)	4,9
Energía total (kcal/100g de muestra)	23,2

Fuente: (Repo de Carrasco y Encina, 2008)

2.2.3.6. Valor nutricional

El valor nutricional del chigualcán es alto en cuanto a vitamina C y E, es bajo en calorías, contiene gran cantidad de papaína que ayuda a la digestión de proteína y grasas en alimentos, tiene una alta concentración de agua con un 80 al 85% (Monge, 2016).

Según Bustamante y Torres (2013), entre otros nutrientes que se encuentran en este fruto tenemos:

- **Minerales:** calcio, fósforo y hierro.
- **Ácidos:** ácido cítrico, ácido málico, ácido galacturónico, ácido cetoglutárico y ácido ascórbico
- **Pigmento:** El color de la pulpa de Chigualcán se debe a la presencia de carotenoides, los terpenoides carotenoides específicos del chigualcán incluyen violaxantina, caricaxantina, criptoxantina, betacaroteno, gammacaroteno y, en raras ocasiones, licopeno.
- **Enzimas:** La papaína es una enzima proteolítica que se encuentra en el látex de Chilacuan, cuya pureza y concentración dependen de la presencia de glucosinolatos de bencilo, además de otras enzimas digestivas como: papaína química, Gumesterasa de frutas, invertasa y peroxidasa. La pectinesterasa actuando en la pectina para formar un gel de floculación o aglutinación gastrointestinal.
- **Vitaminas:** Vitamina C, Vitamina A, excepto algunos complejos B.

2.2.3.7. Maduración del chilguacán

En la Tabla 5 se presenta las características según el estado de madurez en cuanto a la papaya de monte.

Tabla 5. Características por grados de maduración de la papaya de monte

	Grado de madurez				
	0	1	2	3	4
	Color de corteza según la Tabla Küppers				
Fruto en desarrollo (semilla rosada)		100% verde	30% amarillo	60% amarillo	100% amarillo
Características del fruto "chigualcán" o "papaya de monte"					
1. Peso		180.85	213.18	251.48	257.34
2. Altura		9.71	10.55	9.69	9.48
3. Diámetro		6.98	7.24	6.86	6.38
4. Volumen (ml)		197	273.1	261.5	223.5
5. pH (pulpa)		3.90	4.02	4.11	4.29
6. pH (mucílago)		3.85	3.06	4.15	4.34
7. Acidez % ácido cítrico (mg/100g)		1.110	1.004	0.980	0.965
8. Sólidos solubles (pulpa)		4.7	5.6	7.0	5.2
9. Sólidos solubles (mucílago)		7.6	9.4	10.1	9.3
10. Aroma		No tiene	Ligeramente perceptible	Perceptible	Muy perceptible

Fuente: (Asencio, 2022)

2.2.3.8. Usos y aplicaciones.

El chigualcán tiene varias características similares al babaco, el cual es considerado una fruta combinada con sabores dulces y con un olor fresco de papaya, naranja, piña y melón. Según Vásquez (2019) el chigualcán se usa para:

- Las frutas maduras se usan para hacer dulces, hacer mermeladas, bebidas, fuegos, ensaladas de frutas y guarniciones con carne.
- Cuando el fruto se encuentra verde se usa para obtener la enzima papaína del látex utilizándolo en la industria farmacéutica y para ablandar carnes
- Se utiliza el látex para eliminar verrugas y tratar la arteriosclerosis.
- En cuanto a la explotación textil, imposibilita el encogimiento, usando en la producción de cosméticos y suministros condensados para animales.

2.2.3.9. Beneficios del Chilguacán.

La fruta de esta planta puede presentar un alto contenido proteínico y gran cantidad de vitaminas, además de que el látex que se obtiene del fruto verde se usa como cicatrizante y tratamiento para personas que sufren de úlceras gástricas, ayuda a mantener la salud de la epidermis, ayuda con los problemas de respiración, disminuir síntomas de gripes o inflamación de las vías respiratorias (Nazate, 2013).

2.2.3.10. Tiempo de vida útil

Cuando el fruto es cosechado debe almacenarse en lugares con una buena circulación de aire y limpios, esto se debe a que la vida útil de esta fruta es corta y sufre cambios visibles y sensoriales como ablandamiento y putrefacción de manera muy rápida (Arellano, 2019).

Cuando la fruta se empaca se recomienda almacenar a temperaturas ni inferiores a 12°C, la temperatura recomendada es de 13°C y la humedad relativa de 85 a 90%, este tipo de condiciones ayuda que la vida útil de este fruto se prolongue por 2 semanas (Arellano, 2019).

2.2.4. Maduración de frutas

2.2.4.1. Proceso de maduración

Todo lo que tiene que ver con los cambios que se producen desde el crecimiento del fruto hasta su consumo se conoce como la maduración, en la última fase de maduración las frutas dejan de crecer y se produce cambios bioquímicos en ellas. La maduración depende de varios factores entre ellos los procesos fisiológicos que llevan a cabo las plantas tales como: respiración, fotosíntesis, transpiración, fermentación, síntesis de compuestos simples y volátiles, además de degradación de sustancias como el almidón y paredes celulares. Las alteraciones que sufren las plantas y alimentos pueden ser medidos por distintos índices que determinan la madurez del fruto (Asencio, 2022).

2.2.4.2. Etapas de maduración

Existen 2 clases de maduración:

- a. Madurez fisiológica: es la etapa que sucede antes de que el fruto alcance su desarrollo completo, sucede entre la finalización de su crecimiento y el comienzo de muerte. Los frutos alcanzan la madurez fisiológica en la planta, por lo que es recomendable cosechar antes de que llegue a este estado. Este estado de madurez puede determinar el tiempo de duración en almacenamiento debido a que, si la fruta es cosechada muy inmadura, tiende a ser propensa a marchitamiento, en cambio, si la fruta se cosecha demasiado madura puede ablandarse y cambiar su sabor, es decir las frutas deben ser recogidas en la madurez adecuada para evitar trastornos fisiológicos (Asencio, 2022).
- b. Madurez de consumo u organoléptica: es aquella fruta que ha alcanzado los requisitos necesarios como color, olor, sabor, textura, es decir, que adquieren las características sensoriales adecuadas para ser consumidas. La maduración fisiológica puede ser completada en la planta de origen o también después de ser cosechada. Esta etapa se encuentra en los últimos días de la maduración fisiológica y que por factores intrínsecos como extrínsecos lleva a la muerte de la misma (Angón y Hernández, 2006).

2.2.4.2.1. Desarrollo de frutos de la papaya

Para la determinación de grado de madurez de la papaya se debe dividir el tronco en segmentos en base a dos hojas que estén orientadas a igual dirección, como se observa en la Figura 4, se debe partir desde la primera fruta que esté totalmente madura hasta la papaya más pequeña y verde, se divide la edad del fruto entre el número de divisiones que se consigue y así se puede establecer la edad aproximada de los frutos en cada sección.

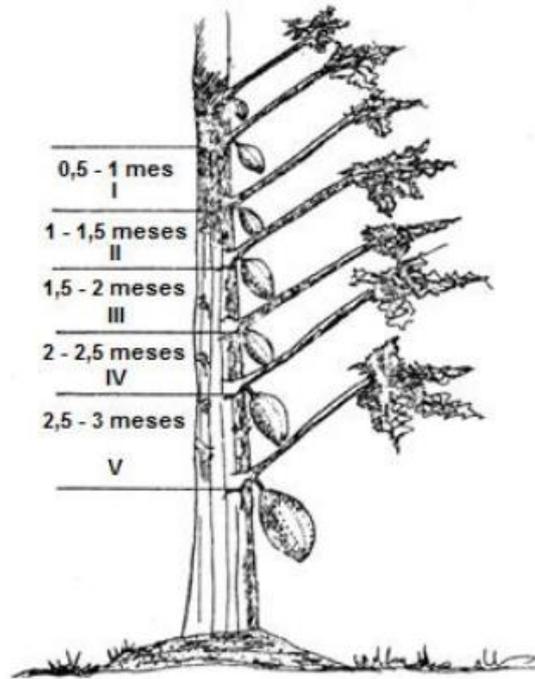


Figura 4. Edad de frutos de la papaya.

Fuente: (Balcázar y Victoria, 2012)

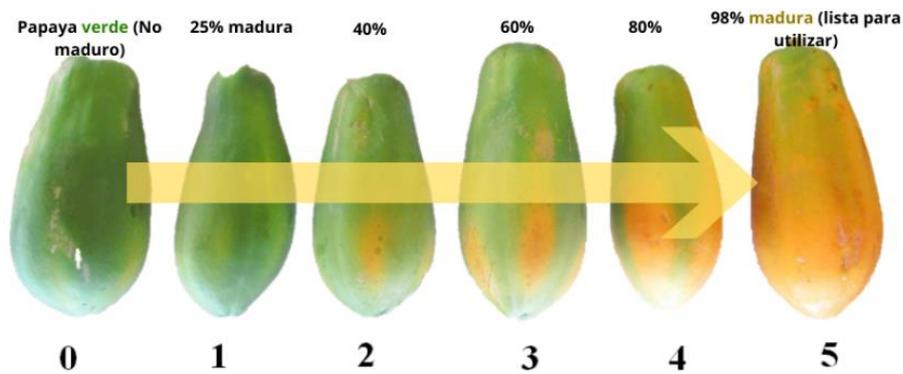


Figura 5. Grado de madurez de la papaya

Fuente: (Coral, 2020) paleta de colores de maduración de la papaya.

2.2.5. Índices de madurez

Durante la maduración suceden cambios que van desde el color a la textura, estos se deben a la reorganización metabólica que sucede en la fruta. El proceso metabólico y químico de las frutas climatéricas, se ve afectado por el etileno y la actividad respiratoria misma de la fruta. Ya que es necesario saber cuándo una fruta está lista o no para consumir y/o cosechar se han encontrado instrumentos e

indicadores de la madurez en frutas, dichos indicadores principales son el color de la cáscara, la firmeza del fruto, la medición de grados brix, contenido de almidón y acidez titulable (Grozeff, 2016).

2.2.5.1. Métodos de determinación de madurez

2.2.5.1.1. Refractómetro

Es una herramienta para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos translúcidos para identificar sustancias, verificar su pureza, analizar el porcentaje de solutos disueltos en una solución determinada y otros análisis cualitativos.

También tenemos la opción de un refractómetro digital, un dispositivo portátil que analiza automáticamente una muestra en segundos, sin necesidad de observación visual, con una precisión de una décima (CAMI,2012).

Se mide la concentración de sustancias disueltas, usando el índice de refracción de la luz de una sustancia, los sólidos solubles analizados se miden en porcentaje de grados (°Brix), los cuales ayudan a dar un valor objetivo acerca del grado de madurez de una fruta (CAMI , 2012).

2.2.5.1.2. Imágenes por resonancia magnética

Método de detección no destructivo, basado en la interacción de núcleos como el hidrógeno y carbono, con electromagnética de radiofrecuencia. Cuando una fruta presenta gran cantidad de azúcar, agua, aceites los núcleos de hidrógeno producen señales fuertes permitiendo así por ejemplo el método de RM (resonancia magnética) utilizado como evaluador de la calidad y madurez de las frutas. Este método puede ser utilizado también para detectar lesiones en el tejido de las frutas (Slaughter, 2009).

2.2.5.1.3. Espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR)

Cuando la luz entra en contacto con la materia biológica, los fotones de luz pueden interactuar con la materia a nivel molecular. La longitud de onda de la luz es inversamente proporcional a su nivel de energía, y la luz visible tiene más energía que la luz del infrarrojo cercano. Las moléculas tienen estados de energía discretos, y la luz puede elevar una molécula de un estado de energía a otro si la energía del fotón coincide con la energía requerida para elevar la molécula de un estado de energía a otro. Por lo tanto, cuando la luz entra en contacto con una molécula, puede ser

absorbida, reflejada o transmitida por la molécula. Dado que existe una relación inherente entre la energía de la luz y el estado energético de las moléculas, la longitud de onda de la luz absorbida por una molécula indica el tipo de molécula. (Slaughter, 2009).

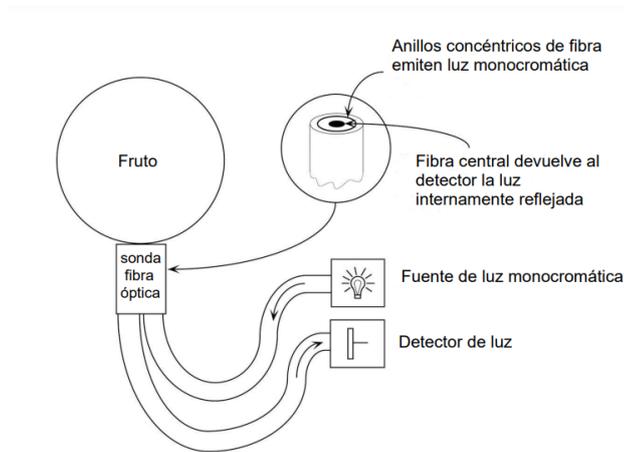


Figura 6. Sonda de Interactancia utilizada para hacer medidas ópticas no destructivas d la absorbencia de la fruta

Fuente: (Slaughter, 2009)

2.2.5.1.4. Determinación de color (Colorimetría)

Según Mathias-Retting y Ah-Ken (2014), la comprensión de un objeto y la descripción de la mismas, puede ser usada para evaluar la calidad de alimentos. El color puede ser medido mediante formas visuales por medio de la vista (ojo humano), o instrumentales con el uso de equipos como el colorímetro o el espectrofotómetro o usando la visión digital. Cuando se trata de definir el color en cuenta a fines técnicos se toma en cuenta: matiz, croma y brillo.

Colorímetros: este equipo se basa en la emisión de luz blanca, en función a la luz que se refleja nos indica el color. Los resultados que se obtienen de este método son entregados en una escala designada por la Commision International de l'Eclariage (CIE), y permite calcular:

- L^* o luminosidad, blanco a negro
- C^* o croma, que depende de la saturación del color
- h° o matiz (determina el color de que estamos hablando) (Asencio, 2022).

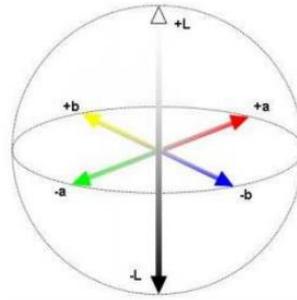


Figura 7. Coordenadas CIELab

Fuente: (Asencio, 2022)

Un colorímetro es un instrumento que se utiliza para medir el color de un objeto al descomponer la información del espectro visible en componentes similares a los conos del ojo humano.

De acuerdo a la metodología propuesta por Santamaría (2009), el color se mide utilizando un colorímetro comúnmente Hunter Lab MiniScan EZ modelo 4500L (McGuire, 1992; Hunter, 1941). Se realizan dos mediciones lecturas cerca del pedúnculo, el centro y el vértice en lados opuestos del fruto. Los valores obtenidos para a^* y b^* se utilizará para calcular el ángulo de matiz [$H = \arctan (b^*/a^*)$] y el valor Croma [$C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$]. L^* marca el eje de luminosidad del color, a^* y b^* son los ejes ortogonales del plano de cromaticidad, en base al criterio de los colores oponentes, la variación rojo-verde para a^* y amarillo-azul para b^* (Asencio, 2022).

2.2.6. Carne

Según INEN 774 (2006), la carne es un "tejido muscular estirado en fase posterior a su rigidez cadavérica (post-rigor), comestibles, sano y limpio de animales de basto que mediante la inspección veterinaria oficial antes y después del faenamiento son declarados aptos para consumo humano".

La carne puede estar compuesta por grasa, piel, tendones, nervios, cartílago, vasos sanguíneos y linfáticos, tejido muscular (Horcada y Polvillo, 2010).

La carne después del proceso de faenamiento sufre varios cambios, estos empiezan en la etapa de rigor mortis la cual es la contracción muscular que se mantiene constante, esta etapa ocurre entre 6 y 24 horas después del sacrificio, esto depende del tipo de especie animal. La siguiente fase es la etapa de maduración, aquí se desarrollan las partículas organolépticas de la carne, esto debido a los cambios

fisicoquímicos que hacen que los músculos se contraídos se relajen, esto proporciona la textura, aroma y sabor característicos de la carne, en esta etapa también se mejora la CRA, en el caso de la carne de res se necesita una temperatura de 6°C por 7 días para la maduración (Horcada y Polvillo, 2010).

Los colores que posee la carne son variados desde un rojo ladrillo hasta un rojo oscuro, esto se debe a factores como la edad y sexo de animal faenado; el color característico de la carne es mármol debido a que la grasa se infiltra en el músculo. Las carnes que se consideran de alta calidad son las de los bueyes que se encuentran en una edad de 4 a 6 años, luego de vacas sin procrear de hasta 8 años.

2.2.6.1. Estructura de la carne.

La contiene en su estructura ácidos grasos, grasas, agua, proteína, aminoácidos, vitaminas, mínima cantidad de carbohidratos y otros componentes bioactivos. La importancia de la carne de res y de los demás tipos radica en que esta posee aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas que ayudan en muchos aspectos a la salud del ser humano, además de que contiene ciertas sustancias que en dietas vegetarianas no se encuentran fácilmente (FAO, 2015).

Fibras musculares: esta parte es la más importante, es lo que se conoce como carne y está compuesta por varias proteínas, en este componente se realiza los procesos de metabolismo conocidos como "fuerza muscular" (Warriss, 2003).

Tejido conjuntivo: es aquel componente que protege y une la fibra muscular, este tejido es duro, difícil de masticar si no se cocina de la manera adecuada (Warriss, 2003).

Células de grasa: la grasa que se almacena en el tejido conjuntivo es aquella que determina la calidad, precio y uso de la carne, ya que ayuda a la ternura, aroma y jugosidad de la misma (Ruiz, 2015, pág. 57).

2.2.6.2. Propiedades nutricionales de la carne.

Según Horcada y Polvillo, (2010) la carne hace una contribución importante para satisfacer las necesidades nutricionales de los seres humanos. Sus componentes principales son agua (65-80%), proteína (16-22%) y grasa (1-15%). Estos ingredientes también pueden variar según la raza, el sexo, la edad, incluido la comida del animal. Los componentes de la carne también contienen pequeñas cantidades de

sustancias nitrogenadas no proteicas, minerales altamente biodisponibles (hierro y zinc), vitaminas (B6, B12, retinol y tiamina) y carbohidratos.

La grasa que contiene la carne es variable ya que depende de la especie animal, edad, raza, sexo entre otros factores. El ácido graso que se encuentra en mayor cantidad en la carne es el oleico, el cual es muy beneficioso para la salud. En la actualidad se conoce que la carne de los rumiantes contiene más cantidad de ácidos grasos linoleicos (CLA).

Entre los nutrientes que destacan se encuentran las proteínas que contienen un alto valor biológico como lo son los aminoácidos esenciales, las vitaminas, minerales (EFE: Salud, 2019).

2.2.6.3. Calidad de la carne

La calidad viene dada por la medida en la que un producto o servicio logra satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores. En cuanto a la calidad de la carne, esta debe ser definida según diferentes aspectos, por ejemplo, según el consumidor la carne debe presentar propiedades que al usuario le resulte agradable, comestible, atractivo, nutritiva, apetitosa. En cuanto a la producción debe presentar aspectos higiénicos, características tecnológicas y organolépticas. Visto de otro lado, la calidad nutritiva de la carne se presenta cuando aporta energía, proteína, vitaminas y minerales. En cuanto a la producción la calidad viene dada por la disponibilidad de la carne para la transformación. El término calidad de la carne varía constantemente según las necesidades de los consumidores (Horcada y Polvillo, 2010).

Según Gastronomía internacional (2018), la calidad de la carne se ve determinada por clases:

- Carne de categoría extra: cortes jugosos, suaves y con buen sabor, pueden ser lomo alto, lomo bajo, solomillo.
- Carne categoría de primera A: buena calidad, suaves, pueden ser los cortes conocidos como tapilla, babilla, cadera, redondo, tapa y contra.
- Carne categoría primera B: más asequibles, pero de buena calidad, además de que algunos son más duros, cortes como robadillo, pez, espaldilla, culata, brazuelo, aguja, entre otros.

- Categoría tercera: carne fibrosa o duras como rabo, pescuezo, pecho, morrillo, falda o vacío.

2.2.6.4. Tipos de carne

Existen dos tipos de carne los cuales son carne roja y la carne blanca:

- Carne roja: esta carne se obtiene principalmente de mamíferos, pero también de algunas aves como lo son la de la perdiz y el faisán, se puede decir que este tipo de carne es menos saludable que las blancas ya que contiene mayor cantidad de purinas (Turismo y Gastronomía, 2019).
- Carne blanca: proviene de animales de 2 patas por lo general, pero también la carne de conejo es considerada blanca y este tipo de carne tiene mayor presencia de grasas (Turismo y Gastronomía, 2019).

En cuanto a las carnes más consumidas por los países de occidente según Turismo y Gastronomía (2019), se encuentran 5:

- Carne de res: proviene de vacas y terneras, se caracterizan ya que contienen sarcosina, vitamina B6, tiene poca grasa y alta en ácido linoleico.
- Carne de ave: proviene de pollos, patos, pavo generalmente, es de fácil digestión, ayuda a regular los niveles de colesterol, tiene alto contenido en riboflavina, tiamina y niacina.
- Carne de conejo: tiene muy bajo contenido de grasa, y las pocas que posee son insaturadas, por lo tanto, este tipo de carne es muy saludable.
- Carne de puerco: esta carne se consume a nivel mundial en gran cantidad, ya sean procesadas o no, contiene gran cantidad de minerales como el zinc, magnesio, potasio, entre otros. Contiene poca cantidad de grasa, al contrario de lo que se cree.
- Carne de oveja y cabra: contiene baja cantidad de grasas saturadas. La carne de oveja ayuda con los problemas de asma. Y la carne de cabra contiene propiedades dietéticas.

2.2.6.5. Composición nutricional de la carne de res.

La constitución de la carne se ve afectada según la clase y la raza del animal. Según la FAO (2015), la carne de res está constituida por 75g de agua, 22.3g de proteína, 1.8g de grasas y 1.2g de cenizas.

2.2.6.6. Cortes de carne bovina

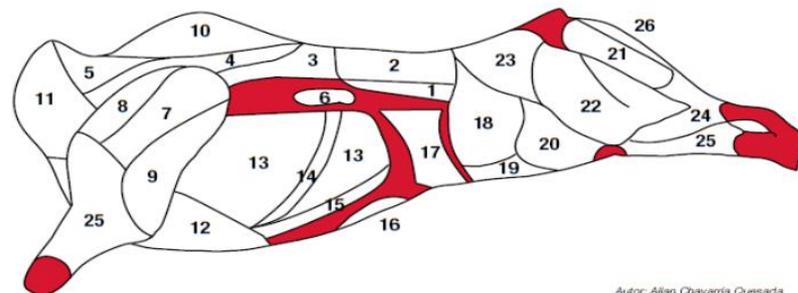
El cuerpo de la res luego de ser desangrado, despostado, cortar las extremidades, cabeza, cola, y ser desollado se conoce como canal. El canal se divide realizando un corte longitudinal, por lo tanto, se consigue 2 canales, los cuales a su vez se dividen en 2 partes o cuartos que son delanteros y traseros. (Vela, 2018)



Figura 8 Media canal de res

Fuente: (Passos, 2019)

Según Chavarría (2015), los cortes de la res son nombrados según el lugar donde se encuentra, entre los que tenemos:



Autor: Allan Chavarría Quesada

- | | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. Lomito | 8. Cacho de paleta | 15. Arachera | 22. Bota de solomo |
| 2. Lomo Ancho | 9. Posta de Paleta | 16. Tortilla | 23. Punta de solomo |
| 3. Cola de Lomo | 10. Giba | 17. Cecina | 24. Ratón de campana |
| 4. Lomo de Aguja | 11. Degolladura | 18. Vuelta de lomo | 25. Posta de Ratón |
| 5. Lomo de Pescuazo | 12. Posta de Pecho | 19. Cacho de vuelta de lomo | 26. Posta de Cuero |
| 6. Lomito de Entraña | 13. Costillar entero | 20. Bolita | |
| 7. Lomo de Paleta | 14. Entraña | 21. Mano de Piedra | |

Figura 9. Diagrama muscular general de la res

Fuente: (Chavarría, 2015). Guía descriptiva de cortes de carne de res y cerdo.

Media canal: consiste en los cuartos anteriores y posteriores separados de la cabeza (Chavarría, 2015).

- Cuarto anterior: consiste en el miembro anterior, costillar y dorso, luego de ser separado completamente de la media canal, incluye gran cantidad de músculos abdominales y es cortada a nivel de las articulaciones (Chavarría, 2015).
- Cuarto posterior: está constituido por el miembro posterior, separado de a media canal, se excluyen los músculos (Chavarría, 2015).
- Costillar entero: está compuesto por 11 costillas con gran cantidad de músculos, no presenta trozos de diafragma y hueso del esternón (Chavarría, 2015).
- Pecho: está ubicado antes del costillar bajo la extremidad delantera, contiene gran cantidad de grasa (Chavarría, 2015).
- Pez: esta parte posee carne tierna con nervios que pueden ser extraídos fácilmente (Chavarría, 2015).
- Llana: su forma es aplastada, se usa para elaborar guisos, filetes y ragús (Chavarría, 2015).
- Espaldilla: se usa para filetes, asada, en guisos, ubicada en la parte superior de la extremidad delantera (Chavarría, 2015).
- Brazuelo: carne magra que posee gran cantidad d grasa (Chavarría, 2015).
- Morcillo: parte que contiene nervios, grasa y ternillas, es gelatinoso, se usa para guisos, estofados y asados (Chavarría, 2015).
- Aleta: es una parte dura, que depende de la edad del animal, para su tiempo de cocción (Chavarría, 2015).
- Babilla: su forma es ovalada, está cubierta por algunos nervios (Chavarría, 2015).
- Culata: es jugosa en comparación con el redondo y la contra, pero puede ser muy dura y fibrosa, se usa para filetes, estofados y asados (Chavarría, 2015).
- Redondo: forma cilíndrica, no contiene nervios visibles ni mucha grasa, se usa para guisar, mechar, etc. (Chavarría, 2015).
- Contra: pieza mayor de canal, no tiene grasa y no es muy jugosa. (Chavarría, 2015).
- Tapa: está ubicado en la parte interna de la pierna del animal. La parte de aleta de tapa es dura (Chavarría, 2015).
- Contratapa: carne dura y seca (Chavarría, 2015).

- Babillo de cadera: carne tierna en la parte central y dura en las puntas (Chavarría, 2015).
- Cadera: pieza cotizada por su ternura y jugosidad, de forma triangular, se divide en rabillo y cantero (Chavarría, 2015).
- Solomillo: ubicado en la cara interna del costillar, es la pieza más tierna y jugosa del animal, es algo seca y dura, se usa para preparar emparrillado salteado (Chavarría, 2015).
- Lomo: carne jugosa, tierna y limpia ubicada en la espina dorsal (Chavarría, 2015).
- Morrillo: parte carnososa ubicada en la parte superior del cuello (Chavarría, 2015).
- Aguja: carne tierna de la que se obtiene chuletas, está ubicado en la zona donde el lomo y el pescuezo se unen (Chavarría, 2015).
- Rabo: contiene gran cantidad de hueso, pero su carne es deliciosa (Chavarría, 2015).
- Peceto: carne magra ubicado en el cuarto trasero del animal (Chavarría, 2015).

2.2.6.7. Maduración de la carne

Según García (2020), la maduración es el proceso de ablandamiento, donde actúan las enzimas las cuales rompen las proteínas internas del músculo de la carne, los cambios que ocurren en, rigor mortis, postmortem y maduración son necesarios para que el músculo pueda efectuar su conversión a carne y estos cambios también influyen en la textura de la carne.

En el proceso de ablandamiento de la carne la proteólisis es uno de los procesos más importantes, esto debido a que las enzimas proteolíticas de origen vegetal como la papaína, ficina y bromelina ayudan a hidrolizar los enlaces peptídicos de las proteínas en la carne, también existen enzimas de origen microbiano como los hongos y bacterias, que también se usan para ablandar carne (Hui,2010).

2.2.6.8. Modificaciones de la carne luego del sacrificio

“Después del sacrificio, la carne está sujeta a modificaciones bioquímicas. Algunas de ellas son negativas, como la rigidez cadavérica, la maduración mefítica y la putrefacción; otras, en cambio, son positivas, como la maduración” (Velasco, 2014).

Luego del sacrificio se produce una contracción muscular conocida como rigidez cadavérica, que puede durar entre uno o días, cuando esta rigidez se presenta, los músculos dejan de ser elásticos y la carne se vuelve dura, cuando esta contracción muscular desaparece la carne empieza a madurar y se vuelve más tierna.

Luego de la muerte del animal se detiene la circulación sanguínea, teniendo un déficit de oxígeno lo que conlleva al glucolisis con el uso de ATP y así se obtiene ácido láctico, el cual causa la disminución de pH, haciendo que empiece la desnaturalización de las proteínas como las proteasas ácidas y neutras, luego de esta se libera calcio en las fibras musculares y provoca la contracción muscular conocida como rigor mortis (García, 2020).

Luego de la rigidez cadavérica se debe tomar en cuenta el pH, para la activación enzimática, donde las proteasas actúan en la degradación de la estructura de la carne. Según García (2020), los factores intrínsecos que influyen en la maduración de la carne son: raza, edad del animal, condición sexual, pH, actividad enzimática, grasa intramuscular y los factores extrínsecos son temperatura, humedad, flujo de aire, tiempo.

La maduración es el proceso que se efectúa por la actividad de las enzimas, proporcionando las características típicas de la carne, es por esto que la carne de un animal faenado recientemente no tiene sabor, ni es brillante, cuando pasa por el proceso de cocción es seca y correosa; por el contrario, la carne madurada se vuelve de un color marrón rojizo, y presenta un agradable sabor al ser cocida, volviéndose blanda y jugosa. Para que una carne sea madurada correctamente hay que tener en cuenta la temperatura, edad y sexo del animal, entre más alta la temperatura más rápido será el proceso de maduración de la carne (Velasco, 2014).

Para determinar el estado de la carne según su sabor, textura y maduración, se usa la medición de pH. La carne de un animal vivo presenta un pH de 7, cuando este muere el pH disminuye hasta alcanzar 5.7 en 24 horas, en el proceso de maduración el pH sube a 6.3. esto quiere decir que existe presencia de gérmenes que descomponen la carne; si no se usa la carne antes de alcanzar un pH de 6.2, puede ocasionar crecimiento de microorganismos por acción de los cambios bioquímicos que producen las enzimas, donde la carne presenta un color y olor desagradable (Velasco, 2014).

2.2.6.9. Cambios bioquímicos en el proceso de maduración de la carne

- Desnaturalización proteica: Es poco probable que el tejido entre las moléculas del músculo surja por casualidad. Las estructuras características del tejido contráctil se mantienen porque los átomos y las moléculas se desorganizan espontáneamente al suministrar energía. Después de la muerte, esta energía no está disponible y, por lo tanto, tiende a degenerarse. Las proteínas se desnaturalizan si se las somete a un pH inferior al de los animales, temperaturas superiores a 25 °C o inferiores a 0 °C, secado y concentraciones salinas o fisiológicas durante el procesamiento post mortem del cuerpo (Chacón, 2004).
- Las proteínas del sarcoplasma se desnaturalizan luego del acondicionamiento post mortem, cuando el animal muere y antes del rigor mortis, la musculatura se vuelve rígida y tierna, cuando la carne entra en la etapa de rigor mortis el musculo será flexible de nuevo (Chacón, 2004).
- Proteólisis: la carne puede ser ablandada si se almacena correctamente de entre 10 a 15 días, esto se debe a que las proteínas desnaturalizadas se degradan por acción de las enzimas proteolíticas (Chacón, 2004).

2.2.6.10. Definición de textura y los factores que afectan a la misma.

Según ISO 5492:2010 se conoce como textura a todos aquellos atributos geométricos, mecánicos y/o superficiales de un objeto, que pueden ser perceptibles por medio de los sentidos, en especial el tacto.

La textura es una propiedad organoléptica significativa de la carne y los consumidores la tienen en cuenta a la hora de evaluar la calidad y determinan en gran medida su aceptación. También, se relaciona con el estado e interacción de las diferentes estructuras del músculo y sus componentes. Hay muchas razones para las variaciones en la ternura de la carne, pero las más importantes son la raza, el sistema de producción, el sistema de refrigeración y congelación, la madurez de la carne, el acortamiento de los sarcómeros, la cantidad y las características del tejido conectivo, la temperatura de cocción de la carne e incluso el uso (Ramírez, 2006).

La medición instrumental de la textura se ha propuesto como una opción al análisis sensorial para superar sus principales inconvenientes. La determinación de la textura se puede realizar por métodos instrumentales, como métodos mecánicos, así como por métodos sensoriales (Ramírez, 2006).

2.2.7. Ablandamiento de la carne

La carne de res se encuentra entre las más consumida después del pollo y el pescado, pero en términos de textura, no presenta una alta calidad, gran cantidad de partes de la canal son firmes y muy pocas son de textura blanda, como el lomo. Además, hoy en día hay formas artificiales de ablandar la carne, haciéndola más apetecible para los consumidores. Esto se logra utilizando enzimas de ciertas bacterias y hongos, como las hidrolasas; sin embargo, estas no están disponibles tan fácil, es por esto que se toman en cuenta ablandadores naturales (Amerling, 2001).

2.2.7.1. Ablandamiento natural

En la industria se han utilizado diversas sustancias degradantes para ablandar la carne. Entre ellos podemos centrarnos en el hexametáfosfato de sodio, los ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) y el cloruro de calcio. Los ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) aumentan la solubilidad y la cantidad total de colágeno, así como la resistencia al corte de la carne. Además, el ácido acético aumenta la ternura de la carne y este ácido también reduce la resistencia al corte. Secciones de tejido conectivo epimisial en filetes de temerá reconstituidos (Montero, 2015).

2.2.7.2. Ablandamiento artificial

Según la Organización de Alimentos y Medicamentos (FDA), el ablandamiento mecánico es el proceso de ablandamiento de la carne a través de un proceso que puede denominarse "ablandamiento con cuchillo", "uso del ablandador de carne Jaccard", "lanceta", "punción", etc. La operación de penetración profunda. O "ablandamiento mecánico" con una cuchilla, lanceta, aguja o cualquier dispositivo mecánico no incluye el proceso de infusión de la solución en la muestra (Montero, 2015).

El efecto del ablandamiento mecánico sobre la dureza, ya sea por la cuchilla o la aguja, atribuye a la destrucción parcial del tejido conectivo o a la severidad de las fibras musculares, todo lo cual da como resultado una resistencia reducida a las fuerzas de corte y masticación, lo que ablanda la carne (Montero, 2015).

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Este tipo de investigación es cualitativa, ya que se evaluarán las cualidades que presenta la enzima extraída del chilguacán y las cualidades de la carne bovina (culata de contra) tratada con la enzima como son el cambio de textura, además será una investigación cuantitativa, esto debido a que se cuantificará la concentración de enzima a utilizar, y se realizará una medición numérica para la comprobación de hipótesis, e interpretarse por medio de un análisis estadístico.

3.1.2. Tipo de Investigación

Los tipos de investigación usada será experimental. En la investigación presente se usará 3 estados de maduración para la extracción de la enzima papaína del chilguacán, se caracterizará su aspecto funcional y fisicoquímico para su aplicación en carne bovina y determinar su efecto en la textura. Se utilizará métodos de investigación como observación y analítico, donde se evaluarán las causas y efectos del proceso de extracción de la enzima y ablandamiento de la carne.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula: El estado de madurez del chilguacán (*Vasconcellea pubescens*) y concentración de enzima papaína no influye en la actividad enzimática, características fisicoquímicas de la enzima, características sensoriales y de textura de la carne bovina.

Hipótesis alternativa: El estado de madurez del chilguacán (*Vasconcellea pubescens*) y concentración de enzima papaína influye en la actividad enzimática, características fisicoquímicas de la enzima, características sensoriales y de textura de la carne bovina

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente

- Tres estados de madurez del Chilguacán (*Vasconcellea pubescens*).
- Cantidad de enzima

Variable dependiente

- Rendimiento de la enzima extraída del chilguacán (*Vasconcellea pubescens*) en 3 estados de madurez.
- Actividad enzimática.
- Características fisicoquímicas de la enzima en 3 estados de madurez.
- Características sensoriales e instrumentales de la carne tratada con la enzima.

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
Variable independiente				
Chigualcán	Estado de maduración	Madurez 0	Determinación de color	Colorimetría
		Madurez 1		
		Madurez 2	Coordenadas CIELab	
Enzima aplicada en carne de res (culata)	Cantidad de papaína	0.75%		Vela (2018)
		1%		
Variable dependiente				
Rendimiento de la enzima	Estado de maduración	Porcentaje de enzima	Gravimetría	Hoja de registro
Actividad enzimática	Tiempo que tarda en formarse el coágulo	Upe (Unidades de potencia de coagulación de leche por gramos de enzima seca)	Método de Balls y Hoover	Ecuación
Características fisicoquímicas de la enzima papaína	Calidad fisicoquímica	1. pH	Potenciometría	INEN 526
		2. Sólidos solubles	Refractómetro	INEN 380
		3. Humedad	Gravimetría	INEN 518
		4. Cenizas	Diferencia de Pesos	INEN 520
		5. Proteína	Método Kjeldahl	INEN 519
Características sensoriales y de textura	Atributos de la carne	Sabor	Prueba analítica	Ficha de catación
		Textura	Perfil de textura	Texturómetro

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Recolección de Materia Prima

Se recolectarán los frutos de chigualcán en la parroquia Fernández Salvador en la comunidad San Francisco, la recolección del fruto se realizó en tres estados de madurez fisiológica:

- Verde0: 1 mes de desarrollo, 100% verde oscuro.
- Verde1: 1,5 meses de desarrollo, 25% maduro verde claro, sin aparición de franjas amarillas.
- Verde2: 2 meses de desarrollo, 40% madura con una pequeña área de cambio de color verde a amarillo.

Los frutos fueron recolectados en horas de la mañana, para la recolección se tomó en cuenta aquellas frutas que no presentaran algún tipo de plaga, hongos o que hayan sido expuestas a fungicidas.

3.4.2. Recepción y desinfección de materia prima

Se realizó un lavado de la fruta con agua potable para eliminar impurezas, luego se procedió a desinfectar la fruta con una solución de hipoclorito de sodio de 20ppm y un segundo lavado para eliminar la solución.

3.4.3. Determinación de color

Se utilizará el colorímetro para evaluar L^* , a^* , b^* , según las coordenadas CIELab donde según Asencio (2022), se usará una apertura de diámetro 8 mm, plato blanco de referencia, iluminación estándar D65 y observador a 10° . Los parámetros de L^* , a^* , b^* corresponden a:

L^* : luminosidad

a^* : rojo-verde, $a^* > 0$ es rojo y verde si $a^* < 0$

b^* : amarillo-azul, donde $b^* > 0$ es amarillo y si $b^* < 0$ es azul.

Según Asencio (2022), se debe ubicar el cabezal de medidas sobre el plato de calibración, presionar la función "calibrate" esto hasta que el dispositivo esté listo, posteriormente se realiza el mismo procedimiento, pero sobre la muestra aquí se

presiona la función de “medir”, ya realizado este proceso, el dispositivo indica L*, a*, b*, y se realiza el cálculo de índice de color con la ecuación:

Ecuación 1. Determinación de índice de color

$$IC = \frac{1000 \times a^*}{L^* \times b^*}$$

Ecuación 2. Cálculo de pureza

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

Ecuación 3. Cálculo de Tono

$$h_{ab}^* = \arctan\left(\frac{a^*}{b^*}\right)$$

3.4.4. Acondicionamiento del chilguacán

- Seleccionar aquellos frutos aptos para la extracción de la enzima que no contengan abolladuras ni corte.
- Picar en trozos pequeños
- Colocar en la licuadora industrial

3.4.5. Adición de solvente orgánico

Se usará la metodología propuesta por Vázquez y Orozco (2020) con pequeñas modificaciones donde la pulpa obtenida del chilguacán se mezcló con etanol al 96% en proporción de 1:2 volumen látex: etanol (Tovar et. al, 2018).

3.4.6. Congelación

La mezcla de pulpa y etanol se coloca en el refrigerador a -10°C durante 7 días.

3.4.7. Filtración

Se utilizará una tela holganza para separar sólidos de líquidos.

3.4.8. Centrifugación

El sólido resultante de la filtración se colocará en la centrifugadora a 4500 rpm por 20min.

3.4.9. Secado

Se coloca las muestras en el desecador a temperatura de 35°C por 22 horas, tener en cuenta que se debe colocar pequeñas cantidades para que el proceso de secado sea óptimo y homogéneo.

3.4.10. Molienda

Se llevará las muestras al molino para que la muestra se convierta en polvo.

3.4.11. Almacenamiento

El polvo obtenido se colocará en frascos color ámbar con tapa a refrigeración a 5°C, y se evaluará sus características fisicoquímicas.

3.4.12. Determinación enzimática

Se realizará mediante el método de coagulación de la leche mencionado por Tovar, et. al (2018), donde se mide la potencia de una enzima para romper la proteína de un sustrato (leche) en el cual refiere:

Realizar una solución de papaína 1 g de enzima en 10 ml de ácido acético al 0,01% y colocar 10 mg de esta solución en un tubo de ensayo, el cual se mezcla con 10ml de leche entera sin pasteurizar que ha sido calentada a baño maría a 50 °C, agitar hasta que se coagule, se debe tomar el tiempo que tardo en formarse dicho coágulo y este se usa para estimar la actividad enzimática que se expresa en Upe:

Ecuación 4. Cálculo de actividad enzimática

$$Upe = \frac{1000}{E \times t}$$

Donde:

E: Miligramos de papaína que usaron para precipitar 10 ml del sustrato en el tiempo (min).

3.4.13. Cálculo de rendimiento de la enzima.

El cálculo de rendimiento se determinará con el uso la siguiente ecuación 5.

Ecuación 5. Rendimiento

$$\%rendimiento = \frac{\text{Peso extracto obtenido (g)}}{\text{Peso de materia prima (g)}} \times 100$$

3.4.14. Parámetros fisicoquímicos de la enzima papaína obtenida del chilguacán

3.4.14.1. Determinación del pH - Método potenciométrico

Para la determinación de pH se basará en la norma INEN 526, para determinación de concentración ion hidrogeno o pH en harinas de origen vegetal, donde se pesa en balanza analítica 10 g de muestra y se añade a un vaso de precipitación con 100 cm³ de agua destilada, agitar hasta que se disuelva, posteriormente dejar en reposo por 10 minutos a 25°C, decantar y finalmente medir el pH con el potenciómetro, evitando que se toque las paredes del vaso de precipitación, se efectúa por triplicado (INEN 526, 2013).

3.4.14.2. Determinación de sólidos solubles totales (refractómetro)

Se efectuará la determinación de sólidos solubles basándose en la norma INEN 380 para conservas vegetales, donde se prepara la muestra sólida con 10 g de muestra y agua destilada en cantidad de 5 o 10 veces la masa de la muestra, dejar reposar y filtrar, para efectuar la medición dejando caer 2 a 3 gotas a 20°C sobre el prisma del refractómetro de escala Bacon (0 a 32°Brix) (INEN 380, 1985).

3.4.14.3. Determinación del porcentaje de humedad

Se evaluará el porcentaje de humedad en base a la norma INEN 518 para determinación de humedad en harinas de origen vegetal, en esta menciona que se debe pesar 2 gramos de muestra en el crisol previamente tarado, dejar secar a 130 ± 3°C, dejar enfriar y pesar hasta que la diferencia de masa entre los resultados de dos pesajes continuos no supere el 0,1 mg, se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Porcentaje de humedad

$$Pc = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Donde:

Pc: pérdida por calentamiento.

m1: masa del crisol vacío.

m2: masa de crisol con la muestra sin ser secada.

m3: masa del crisol con la muestra seca (INEN 518, 1980).

3.4.14.4. Determinación de cenizas

Para la determinación de cenizas se efectuará mediante la norma INEN 520 para calcular el contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, se debe incinerar la muestra a $550 \pm 15^\circ\text{C}$, hasta obtener cenizas.

Ecuación 7. Porcentaje de cenizas

$$\%Cenizas = \frac{100 (m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \times 100$$

Donde:

m1: masa del crisol vacío

m2: masa del crisol con la muestra sin incinerar.

m3: masa del crisol con muestra incinerada.

H: porcentaje de humedad, previamente calculado.

3.4.14.4. Determinación de proteína

Se efectuará mediante la norma INEN 519, para determinación de proteína en harinas de origen vegetal, mediante el método Kjeldahl, para determinar nitrógeno total y posteriormente multiplicar por un factor de conversión y expresar el resultado como proteína (INEN 519, 1980).

3.4.15. Ablandamiento de la carne bovina

- Selección de carne bovina, culata de contra en condiciones higiénicas, con agradable color y olor.
- Acondicionamiento de las muestras; Carne en forma cuadrada de 50g con un espesor de 4x4 cm.
- Adición de enzima, 0,75% y 1% en cada corte de carne.
- Almacenamiento en refrigeración por 4 horas a 4°C .

3.4.16. Evaluación sensorial

Transcurrido el tiempo para que la enzima haga efecto en la carne se debe colocar las muestras a cocción la cual será por fritura a 200°C cada trozo de carne, colocar en platos desechables con su respectivo rotulo (Chauca-Vela, 2018).

Estos cortes de carne serán llevados a panelistas para determinación de aceptabilidad, estudiantes, docentes, personal, que labora en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, mediante una prueba hedónica de 5 puntos.

Tabla 7. Puntaje de escala hedónica

Apreciación Hedónica	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
Ni me gusta, Ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

3.4.17. Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico se llevará acabo con el mejor tratamiento, basándose en la norma INEN 2532, donde establece los requisitos que debe cumplir los condimentos de origen vegetal.

3.4.18. Análisis de textura

Se realizará un análisis de textura con un Texturómetro Brookfield CT3, en el laboratorio de la Universidad Técnica de Ambato, se analizarán muestras de carne de 200 gramos cada uno, donde se evaluará las características de Dureza, Masticabilidad, elasticidad, firmeza y Cohesividad.

3.4.19. Procedimiento para la extracción de la enzima papaína del chilguacán

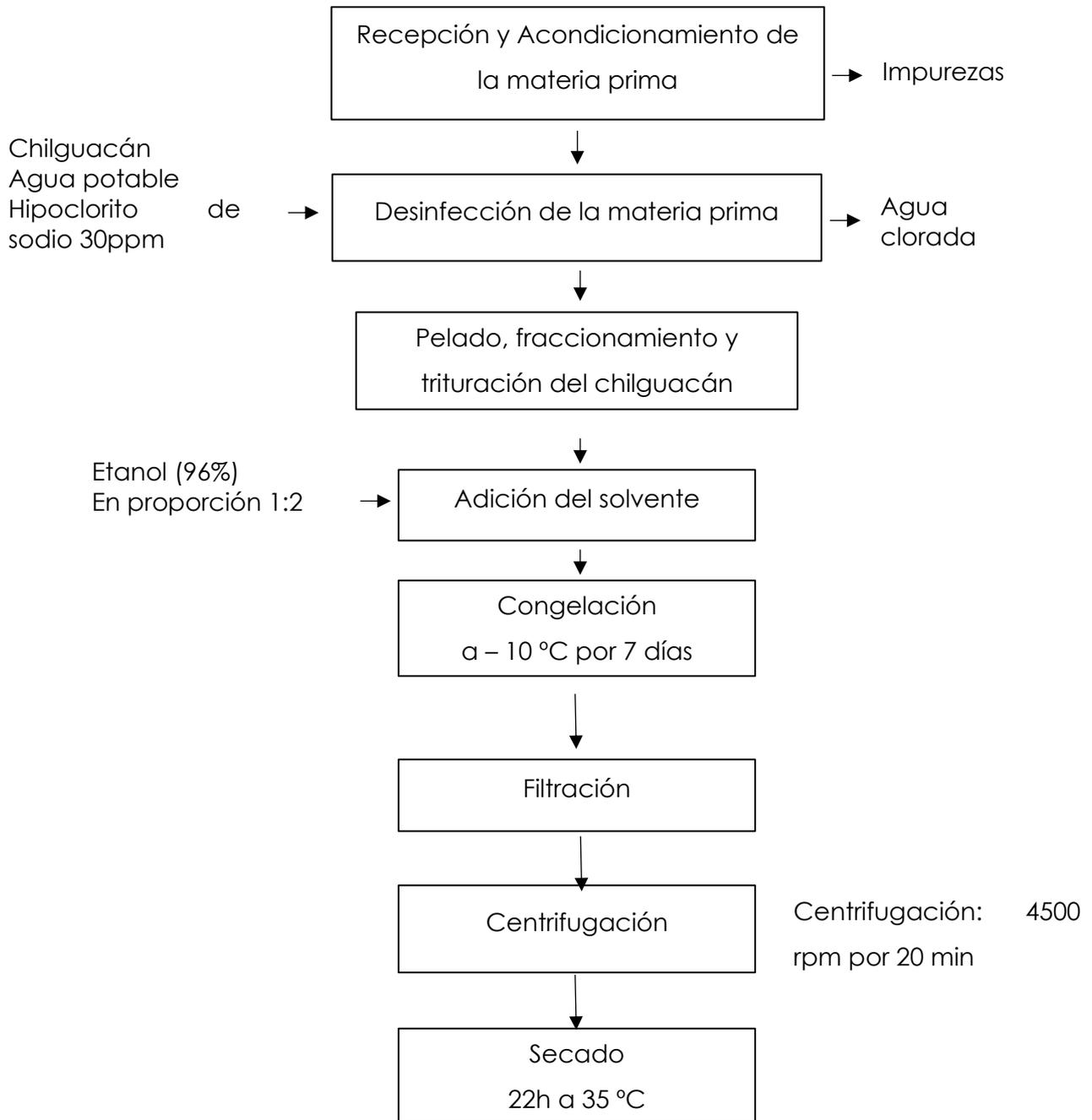


Figura 10. Flujograma de procesos para la extracción de la enzima papaína

3.4.20. Procedimiento para la aplicación de la enzima papaína en carne.

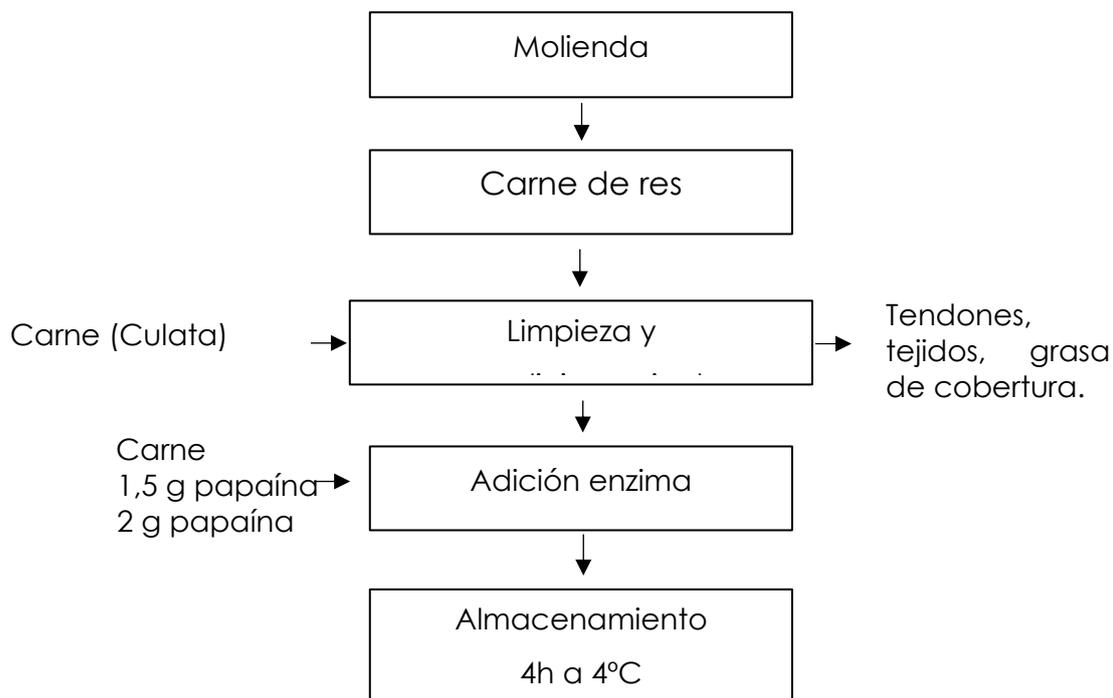


Figura 11. Diagrama de flujo aplicación de papaína en carne bovina

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicará un diseño experimental DCA (completamente al azar) y análisis de varianza ANOVA con un diseño (A×B) donde A es el estado de madurez del chigualcán y B es la cantidad de enzima a aplicar en la carne. Los resultados obtenidos en el análisis sensorial se evaluaron con una prueba Tukey al 95% de confianza para determinar el mejor tratamiento, en cambio para los análisis de textura, fisicoquímicos, de color y microbiológicos, se realizaron con la prueba LSD Fisher con 95% de confianza en el software Infostat.

3.5.1. Factores de estudio

En la tabla 8 se presenta el Factor A (estados de madurez del chigualcán) con el porcentaje de madurez.

Tabla 8. Factor A (estado de madurez del chigualcán)

Estado de madurez
A1 verde 0 (100% verde)
A2 verde 1 (25% maduro)
A3 verde 2 (40% maduro)

En la tabla 9 se muestra el Factor B (cantidad de enzima) que se aplicará en la carne de res (culata).

Tabla 9. Factor B (gramos de enzima a aplicar en la carne de res)

Gramos de enzima
1.5 gramos
2 gramos

En la tabla 10 se presenta los tratamientos a utilizar para la obtención enzima papaína a base de chigualcán con su aplicación en carne de res, en total se obtuvo 6 tratamientos con una muestra testigo y 18 unidades experimentales.

Tabla 10. Tratamientos

Tratamientos	Códigos	Descripción	Numeración
T1	X	Culata	620
T2	A1B1	Madurez 2* 1.5 gramos	334
T3	A1B2	Madurez 2* 2 gramos	567
T4	A2B1	Madurez 1* 1.5 gramos	478
T5	A2B2	Madurez 1* 2 gramos	789
T6	A3B1	Madurez 0* 1.5 gramos	987
T7	A3B2	Madurez 0* 2 gramos	298

La población para esta investigación está considerada por 18 unidades experimentales más una muestra testigo.

Número de tratamientos: 6

Número de repeticiones: 3

Unidades experimentales: 1

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación “Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del fruto de chilguacán (*Vasconcellea pubescens*)”. A continuación, se detallan los resultados recaudados en la fase experimental de la investigación:

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Enzima papaína

Los resultados presentados a continuación son referentes a la enzima papaína extraída en estados de madurez del chilguacán.

4.1.1.1. Determinación de color

En la figura 11 se muestran el resultado de clasificación visual, de acuerdo al estado de maduración del chilguacán, observando la diferencia del tono de color en los tres estados.



Figura 12. Clasificación visual, seleccionada según el color del chilguacán, estado 0 (verde), estado 1 (+verde -amarillo), estado 2 (-verde +amarillo)

Tabla 11. Resultados de color en el chigualcán con el uso del colorímetro

Estado madurez	L*	a*	b*	P-Valor
Cero	79.85 ± 0.03	- 55.23 ± 0.03	10.78 ± 0.5	0.0001
Uno	76.23 ± 0.21	- 41.42 ± 0.021	18.79 ± 0.07	
Dos	73.89 ± 0.02	- 35.45 ± 0.2	36.51 ± 0.04	

Nota: Los datos presentados en la tabla 11 se obtuvieron mediante la prueba LSD Fisher al 95% de confianza. DS: desviación estándar.

En la tabla 11 se muestran los resultados de la prueba de comparación para los parámetros de L (luminosidad), a* (coordenadas rojo/verde) y b*(coordenadas amarillo/azul), los cuales fueron obtenidos de los frutos del chigualcán en los tres estados de maduración con el uso del colorímetro, demostrando que si existe diferencia significativa entre tres estados, donde la luminosidad más baja la tiene el estado cero (100% verde) y mayor luminosidad el estado dos (40% maduro).

Con los valores medios de a* y b*, se puede ubicar a cada estado del chigualcán en la posición del color al que corresponda, mediante el uso del diagrama de color y las coordenadas CIELab, como se observa en la Figura 13, donde varía de verde a amarillo verdoso.

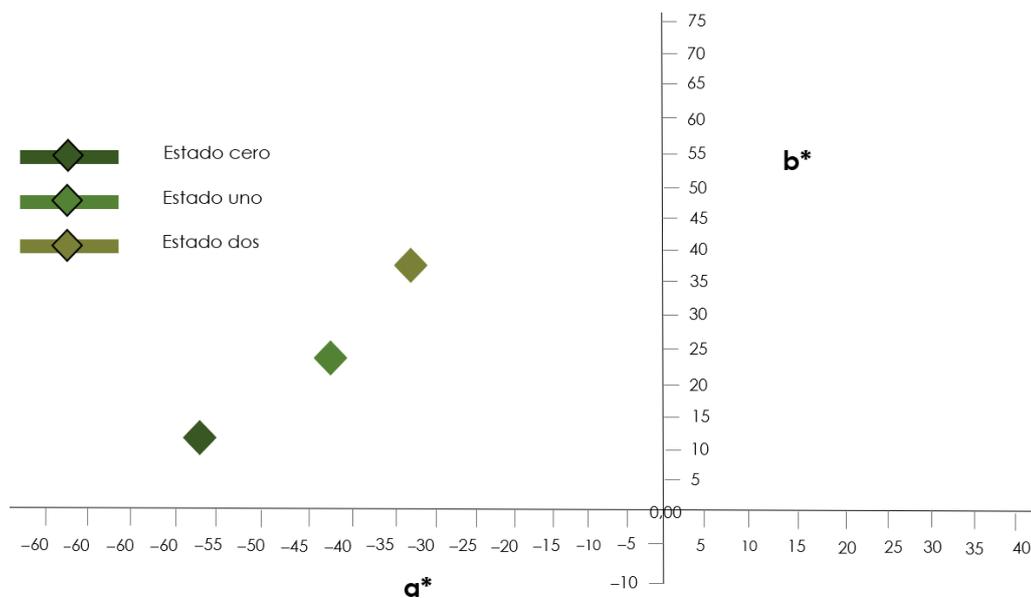


Figura 13. Ubicación de los valores medios de a* y b* en el plano.

En cuanto a variabilidad la componente a* presenta mayor alteración, atribuyendo que los frutos cambiaron su tonalidad de verde a amarillo, en cuanto a luminosidad no presento diferencias entre si ya que los tres estados se acercan más a oscuros que blancos.

Tabla 12. Valores medios de C*, h* y IC* de los tres estados de maduración del chigualcán

Estado de madurez	Pureza (C*)	Tono (h*)	Índice de color (IC)
Cero	56.27 ± 0.04	78.95 ± 0.02	64.16 ± 0.03
Uno	45.48 ± 0.01	65.6 ± 0.04	28.92 ± 0.4
Dos	50.88 ± 0.03	44.16 ± 0.2	13.14 ± 0.51
Valor p	0.0001	0.0001	0.0001

Nota: Los datos presentados en la tabla 12 se obtuvieron mediante la prueba LSD Fisher al 95% de confianza. DS: desviación estándar.

En la tabla 12 se muestran los datos obtenidos de chroma, tonalidad e índice de color que fueron realizados mediante las ecuaciones 1, 2, 3 y posteriormente una prueba de comparación LSD Fisher con un 95% de confianza, indicando que existe cambios en cuanto a la pureza donde el estado dos es ligeramente menor que los demás estados y una ligera variabilidad de tono, debido a que los frutos modificaron su color de verde hasta amarillo verdoso y así mismo el índice de color más alto lo presentó el estado cero con 64,16%. Estadísticamente existe diferencias significativas entre los tres estados de maduración del chigualcán.

4.1.1.2. Rendimiento

El rendimiento de la enzima papaína extraída del chigualcán en tres estados de madurez, estado verde 0 con un mes de desarrollo (100% verde), estado 1 con 1,5 meses (25% maduro) y el estado 2 con dos meses (40% maduro) se presentan en la tabla 13, donde se obtuvo un p-valor de 0.0012, existiendo significancia en los tres estados de madurez.

Tabla 13. Rendimiento de la enzima papaína extraída del chigualcán

Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
0	5.81 ± 0.15	3	0.07	A
1	5.43 ± 0.11	3	0.07	B
2	5.15 ± 0.07	3	0.07	C

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de rendimiento, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 13 se observa la presencia de tres grupos diferentes (A, B, C), donde el estado cero (100% verde) presentó mayor cantidad de enzima, evidenciando que el rendimiento es inversamente proporcional al estado de madurez. Esto ocurre ya que cuando el fruto se encuentra en un estado menor de desarrollo contiene mayor cantidad de látex y por ende mayor cantidad de enzima papaína.

4.1.1.3 Actividad enzimática

Los datos de actividad enzimática se obtuvieron mediante el método del Halls y Hoover, donde se calcula la potencia de una enzima para desnaturalizar la estructura de la proteína en este caso la caseína en la leche, la unidad empleada para este método son la unidad de potencia enzimática (Upe), donde se obtuvo un p-valor de 0.0104, por lo que si existe diferencia significativa en los tres estados de madurez en este parámetro.

Tabla 14. Actividad enzimática de la enzima papaína extraída del chigualcán

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
0	262.67 ± 0.02	3	2.49	A
1	252 ± 0.12	3	2.49	B
2	246,67 ± 0.03	3	2.49	B

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de la actividad enzimática, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (p-valor: 0.05) y la desviación estándar.

Los valores presentados en la tabla 14 nos muestra la comparación alcanzada en cuanto a la actividad enzimática de la enzima papaína extraída del chigualcán en tres estados de madurez mediante el método Halls y Hoover, tomando en cuenta el tiempo que tarda la enzima en desnaturalizar la proteína de la leche, donde existe dos rangos (A y B), el primero con el estado cero (100% de verde) y el segundo con los estados uno y dos, demostrando que el estado cero contiene mayor actividad enzimática frente a los dos estados de maduración. Esto se debe a que el estado cero se encuentra en menor desarrollo donde se puede encontrar mayor cantidad látex y enzima papaína.

4.1.1.4. Análisis fisicoquímicos

Se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos a la enzima extraída del chilguacán en tres estados de maduración.

4.1.1.4.1. pH

Se realizó el análisis de pH de la enzima obtenida de los tres estados de madurez mediante el método mencionado en la norma INEN 526 con el uso de un potenciómetro, cuyos resultados se muestran en la tabla 15, donde se ejecutó la prueba LSD Fisher para este parámetro dando como resultado un p-valor de 0.0294%, existiendo significancia en los tres estados de madurez.

Tabla 15. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro pH.

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
0	5.04 ± 0.01	3	0.01	A
1	5.03 ± 0.03	3	0.01	A
2	4.97 ± 0.004	3	0.01	B

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de pH, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 15 se muestran los resultados de la prueba Fisher con relación al pH donde se evidencian dos rangos (A y B), el primero con el tratamiento cero y uno, que de acuerdo con Yugcha et al. (2013), se encuentra dentro del rango establecido que va de 5 a 6, a diferencia del estado dos que presenta un valor de pH por debajo de lo mencionado.

4.1.1.4.2. Sólidos solubles

El análisis de sólidos solubles se llevó a cabo basándose en la norma INEN 380 mediante el uso del refractómetro de 0 a 32°, los datos presentados en la tabla 13, consiguiendo un p-valor de 0.0463 lo cual indica que, si existe diferencia significativa en la enzima extraída en los tres estados de madurez.

Tabla 16. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro sólidos solubles.

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
2	2.50 ± 0.05	3	0.06	A
1	2.33 ± 0.05	3	0.06	B
0	2.17 ± 0.21	3	0.06	B

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de sólidos solubles, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 13 se muestran los resultados de la prueba LSD Fisher que se realizó al parámetro de sólidos solubles, donde el estado dos con un 40% de maduración

estadísticamente es diferente a los otros dos estados de maduración con una media superior de 2.57 °Brix.

4.1.1.4.3. Humedad

El análisis de humedad se efectuó mediante el método mencionado en la norma INEN 518 para determinar humedad en harinas de origen vegetal, mediante la pérdida por calentamiento, cuyos resultados se muestran en la tabla 17, consiguiendo un p-valor de 0.001% siendo significativamente diferentes los tres estados de madurez en cuanto a este parámetro.

Tabla 17. Resultados del análisis de varianza con el 95% de confianza en humedad

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
0	11.39 ± 0.03	3	0.03	A
1	7.62 ± 0.04	3	0.03	B
2	6.73 ± 0.08	3	0.03	C

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de humedad, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 17 se muestran tres los rangos (A, B, C), donde se evidencia la diferencia en los tres estados de madurez, obteniendo que el estado de maduración cero (0% madurez) presenta mayor cantidad, seguido del estado 1 con 7.62% y el estado 2 con 6.73%.

4.1.1.4.4. Cenizas

El parámetro de cenizas se realizó mediante la norma INEN 520, donde se mide el contenido total de minerales en la enzima mediante la diferencia de pesos y calcinación de la muestra. En este parámetro si existió diferencia significativa en los tres estados con un p-valor de 0.0003%.

Tabla 18. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro cenizas.

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
0	6.64 ± 0.06	3	0.18	A
1	5.45 ± 0.33	3	0.18	B
2	4.56 ± 0.33	3	0.18	B

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de cenizas, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 18 se muestran los resultados de la prueba LSD Fisher que se realizó al parámetro de cenizas, donde se muestra dos rangos diferentes (A y B), el primero donde el estado cero contiene mayor cantidad de minerales, a diferencia del grupo dos, donde los estados 1 y 2 muestran cantidades similares. Evidenciando que el estado cero contiene mayor cantidad de minerales en relación a los otros dos estados.

4.1.1.4.5. Proteína

El análisis fisicoquímico de proteína se realizó con el uso de la norma INEN 519 para determinar el contenido de proteína en harinas de origen vegetal, en este parámetro, no se encontró una diferencia significativa con un p-valor de 0.1340.

Tabla 19. Análisis de varianza con el 95% de confianza del parámetro cenizas.

E. Madurez	Medias	N	E.E.	Rango
2	19.16 ± 0.35	3	0.72	A
1	18.36 ± 0.08	3	0.72	A
0	17.21 ± 0.04	3	0.72	A

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados por triplicado de proteína, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 19 se muestran los resultados de la prueba LSD Fisher que se realizó al parámetro de proteína, donde todas las muestras presentan cantidades significativamente iguales en los tres estados de madurez.

4.1.2. Análisis microbiológicos para la enzima papaína a base de chigualcán

Se realizó el análisis microbiológico al mejor tratamiento el cual fue T6 (estado cero con 1.5 gramos), se realizó una comparación con la norma INEN 2532 para requisitos microbiológicos de condimentos de uso directo en alimentos.

Tabla 20. Resultados análisis microbiológico

Determinación	Unidades	Resultados
Aerobios Mesófilos	UFC/g	Ausencia
Mohos y Levaduras	UFC/g	Ausencia
Coliformes Totales	UFC/g	Ausencia
Escherichia Coli	UFC/g	Ausencia

En la tabla 20 se muestran los resultados del análisis microbiológico al mejor tratamiento de la enzima papaína, lo cual indica que, si cumple con la norma INEN 2532, para análisis microbiológicos en condimentos.

4.1.3. Efecto de la enzima sobre la carne

4.1.1.3.1. Evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial de los atributos color, olor, sabor, textura y aceptabilidad del ablandador en siete tratamientos, el proceso de evaluación se realizó a un total de 53 catadores no entrenados, obteniendo un total de 371 observaciones. Para la realización del análisis se tomó 40 muestras homogéneas de carne bovina (culata) de 50 gramos cada una, posteriormente se procedió a añadir el ablandador en cantidades de 1.5 y 2 gramos de la enzima extraída del chigualcán en tres estados de madurez fisiológica: cero(0%), uno (25%) y dos (40%), con una pequeña cantidad de sal, posteriormente se refrigeró la carne a 4°C por 4 horas para que la enzima tuviera efecto, y finalmente se presentó cortes pequeños a los catadores luego de un proceso de cocción mediante fritura a una temperatura de 200°C.

Tabla 21. Resumen del análisis sensorial del ablandador de carnes a base de chigualcán

Tratamientos	Características sensoriales				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
T1	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)			
T2	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)			
T3	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)			
T4	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)			
T5	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)			
T6	4 a (Me gusta)	4 a (Me gusta)	4 a (Me gusta)	4 a (Me gusta)	4 a (Me gusta)
T7	4 a (Me gusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)	3 b (No me gusta, ni me disgusta)	4 a (Me gusta)	4 a (Me gusta)

Nota: Se realizó un análisis de Varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos y Prueba de Tukey con el 95% de confianza como prueba posterior para identificar el mejor tratamiento.

En la tabla 21 se muestran los siete tratamientos, cinco parámetros sensoriales y dos grupos distintos: "a" con una valoración de cuatro puntos (me gusta) y "b" con una puntuación de tres puntos (no me gusta, ni me disgusta). En cuanto a color todos los tratamientos presentaron una valoración de cuatro puntos perteneciendo al grupo "a". Con respecto a olor los tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T7) presentan una puntuación de tres, en cambio el tratamiento T6 presentó una valoración de cuatro siendo el mejor en cuanto a este parámetro. En el atributo de sabor el tratamiento T6

fue el mejor con una valoración de cuatro perteneciendo al grupo "a", mientras que los demás tratamientos muestran una puntuación de tres formando parte del grupo "b". En los parámetros de textura y aceptabilidad general los dos mejores tratamientos fueron el T6 y T7, con una valoración de cuatro (me gusta), en resumen, se puede identificar que el mejor tratamiento en todos los aspectos evaluados fue el T6 con 1.5 de enzima obtenida del chigualcán en estado verde cero (100% verde).

4.1.1.3.2. Análisis de Textura

Los análisis de textura se llevaron a cabo mediante el uso del Texturómetro Brookfield CT3 en la Universidad Técnica de Ambato donde se enviaron 16 muestras, la primera con el mejor tratamiento luego del análisis sensorial T6 (1.5 gramos de papaína en estado cero), y la segunda carne sin enzima, las muestras fueron de 200 gramos cada una, se evaluaron los parámetros de dureza, cohesividad, elasticidad, firmeza, masticabilidad.

4.1.1.3.2.1. Dureza Ciclo 1

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto a dureza ciclo 1 con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 22.

Tabla 22. Análisis de textura, Dureza (ciclo 1).

Tratamientos	Medias (N)	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	23.78 ± 0.08	7	2.27	A	0.0001
T1 (Carne sin enzima)	45.78 ± 0.09	7	2.27	B	

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Dureza (ciclo 1), de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 22 se muestra los resultados de las medias obtenidas en el parámetro de dureza con una fuerza aplicada en Newtons en la carne con y sin enzima papaína. Evidenciando que existe una diferencia significativa en cuanto a dureza en el ciclo 1 entre la carne con el mejor tratamiento y la carne sin enzima, demostrando que la muestra patrón al no aplicar la enzima papaína para ablandar la carne es más dura ya que se tuvo que aplicar una fuerza mayor que el tratamiento 6 que si contiene la enzima papaína.

4.1.1.3.2.2. Dureza ciclo 2

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto a dureza ciclo 2 con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 23.

Tabla 23. Análisis de textura, Dureza (ciclo 2).

Tratamientos	Medias (N)	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	20.11 ± 0.05	7	1.78	A	0.0001
T1 (Carne sin enzima)	39.71 ± 0.03	7	1.78	B	

Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Dureza (ciclo 2), de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 23 se muestra los resultados obtenidos de la prueba LSD Fisher con un 95% de confianza para dureza del ciclo 2, donde al igual que el ciclo 1 se muestra que existe una diferencia significativa entre la carne con el mejor tratamiento y la carne sin enzima, demostrando que la muestra T6 con enzima es más suave que la muestra patrón con una media de 20.11 Newtons.

4.1.1.3.2.3. Cohesividad

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto cohesividad con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 24.

Tabla 24. Análisis de textura, Cohesividad.

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	0.50 ± 0.04	7	1.78	A	0.4342
T1 (Carne sin enzima)	0.53 ± 0.05	7	1.78	A	

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Cohesividad, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 24 se evidencia que los dos tratamientos pertenecen al grupo (A), demostrando que no existe diferencia significativa en cuanto a cohesividad entre la carne con enzima y la muestra patrón, demostrando que ambas muestras necesitan de una similar acción para que la carne llegue a su punto final de deformación antes de romperse.

4.1.1.3.2.4. Elasticidad

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto a elasticidad con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 25.

Tabla 25. Análisis de textura, Elasticidad

Tratamientos	Medias (mm)	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	8.16 ± 0.47	7	0.33	A	0.1239
T1 (Carne sin enzima)	8.94 ± 0.14	7	0.33	A	

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Elasticidad, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 25 se puede observar las medias pertenecientes al grupo (A) para los tratamientos T6 y T1 siendo estadísticamente iguales, es decir que las dos muestras (carne con enzima) y (carne sin enzima) tardan similar cantidad de tiempo para recuperarse luego de la compresión inicial.

4.1.1.3.2.5. Firmeza.

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto a firmeza con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 26.

Tabla 26. Análisis de textura, Firmeza.

Tratamientos	Medias (N)	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	12.00 ± 0.09	7	1.69	A	0.0003
T1 (Carne sin enzima)	24.25 ± 0.11	7	1.69	B	

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Firmeza, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 26 se puede evidenciar dos rangos (A y B), demostrando que, si existe diferencia significativa entre la carne con el mejor tratamiento y la carne sin enzima, corroborando que la carne con enzima necesita de menos presión para que ceda, es decir es más blanda que la carne sin enzima.

4.1.1.3.2.6. Masticabilidad

Los resultados obtenidos en el análisis de textura en cuanto a masticabilidad con el mejor tratamiento y una muestra testigo se presentan en la tabla 27.

Tabla 27. Análisis de textura, Masticabilidad

Tratamientos	Medias (mJ)	N	E.E.	Rango	P-Valor
T6 (Carne con enzima)	99.47 ± 0.34	7	18.05	A	0.0006
T1 (Carne sin enzima)	217.89 ± 0.47	7	18.05	B	

Nota: Los datos presentados en la tabla muestran los resultados con siete repeticiones de Masticabilidad, de acuerdo con la prueba LSD Fisher (95% de confianza) y la desviación estándar.

En la tabla 27 se muestran dos grupos (A y B), demostrando que, si existe diferencia significativa entre tratamientos, debido a que la carne con enzima requiere menos trabajo que la carne sin enzima para deglutir.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Determinación de color

Los resultados obtenidos en la determinación de color en los tres estados de madurez del chigualcán se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28. Resultados de determinación de color en tres estados de maduración del chigualcán

Estado de madurez	Coordenadas CIELab			
	L*	a*	b*	IC
Cero	79.85 ± 0.03	- 55.23 ± 0.03	10.78 ± 0.5	64.16
Uno	76.23 ± 0.21	- 41.42 ± 0.021	18.79 ± 0.07	28.92
Dos	73.89 ± 0.02	- 33.45 ± 0.2	36.51 ± 0.04	13.14

En la tabla 28 se muestran los resultados de L* (luminosidad), a* (coordenadas rojo/verde) y b*(coordenadas amarillo/azul), e índice de color en los tres estados de maduración del chigualcán, los cuales difieren a los presentados por Santamaría et al. (2009) donde se evaluó las características de la calidad de la papaya en la madurez de consumo y postcosecha, en el cual se obtuvo un valor promedio de L* para el estado verde de 42.5, para la fruta madura un valor de 57 y 58, para los valores de a* y b* en fruta madura con 13 y +46 respectivamente. La diferencia radica en que en la presente investigación se utilizó el fruto conocido como chigualcán

(*Vasconcellea pubescens*) y en el trabajo de Santamaría et al. (2009), usó la papaya (*Carica papaya*) además de que la edad del fruto en cada investigación es diferente.

También el autor Ascencio (2022), donde se evalúa el color de la papaya de monte en estado de madurez fisiológica y madurez de consumo obtuvo diferentes valores a los presentados en cuanto a índice de color con un valor de (-3,68) en un estado de madurez fisiológica (verde), esto debe a que, en dicha investigación y el presente estudio, se trabajó con frutos en distintas edades de desarrollo. Por tanto, el color del fruto puede ayudarnos a identificar el estado de madurez, ya que la fruta del chigualcán presentan cambios de color debido a que experimenta modificaciones tanto internas como externas, esto se debe a que según Bruhn (2007), la fruta realiza su proceso metabólico, cambiando de un color verde a amarillo en el caso del chigualcán ya que se disminuye el contenido de clorofila y se aumenta la síntesis de pigmentos amarillos.

4.2.2. Rendimiento

Los resultados del rendimiento en los tres estados de maduración del chigualcán se presentan en la Tabla 29.

Tabla 29. Rendimiento en tres estados de madurez del chigualcán

Estado de madurez	Rendimiento (%)
Cero	5.81 ± 0.15
Uno	5.43 ± 0.11
Dos	5.15 ± 0.074

Los valores del rendimiento de la enzima obtenida de cada uno de los frutos del chigualcán se presentan en la Tabla 29 los cuales son similares a los presentados en la investigación de Villavicencio (2011), donde el rendimiento de la enzima papaína de la papaya fue de 74.77%; 65.807% y 65.807%, que pertenecen a los estados de maduración verde, pintona y madura, por lo tanto el rendimiento se ve influenciado por el contenido de látex y el estado de madurez, ya que según Balcázar y Victoria (2012), mientras más verde la fruta mayor contenido de látex se obtiene de esta y por ende mayor cantidad de enzima papaína, la diferencia radica en que en el trabajo mencionado la extracción es en un fruto diferente (papaya) y se usa el látex, mientras que el presente estudio se utilizó el fruto completo del chigualcán.

4.2.3. Actividad enzimática

Los datos de la actividad enzimática presentada por la enzima papaína extraída de los tres estados de maduración del chigualcán se presentan en la tabla 30.

Tabla 30. Actividad enzimática en tres estados de maduración del chigualcán

Estado de madurez	Actividad enzimática (Upe)
Cero	262.67 ± 0.02
Uno	252 ± 0.12
Dos	246.67 ± 0.03

En la Tabla 30 se muestra la actividad enzimática del chigualcán evidenciándose que el estado de maduración uno (25% maduro) presenta mayor actividad enzimática que los otros dos estados del chigualcán, datos similares se encuentran en el estudio de Villavicencio (2011), donde se evaluó la concentración de la actividad enzimática de la papaína extraída de la papaya en tres estados de madurez (verde, pintona y madura), donde se concluyó que en el estado de madurez verde obtuvo mayor cantidad que en las papayas pintonas y/o maduras, del mismo modo en la investigación de Mera y Barba (2018), donde se evalúa la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya en tres estados de maduración (verde, pintona y madura) se obtuvo una concentración de enzima mayor en las hojas en estado verde de la papaya con una cantidad de 21.4 Unidades/mg, mientras que en las hojas de los estados de maduración pintona y madura se obtuvo 1.5 Unidades/mg y 0.7 Unidades/mg, determinando que el estado verde presenta mayor cantidad de actividad enzimática tanto en hojas, látex y corteza, por lo tanto, a pesar del uso de diferente metodología para medir la validez de la enzima la relación es directa, ya que, a medida que el estado de madurez es menor, la enzima presenta mayor efectividad, esto debido al contenido y concentración de látex en la fruta.

4.2.4. Características fisicoquímicas

Las características fisicoquímicas evaluadas fueron: pH, sólidos solubles, humedad, cenizas y proteína.

En cuanto a pH se obtuvo 5.04; pH 5.03; pH 4.97; que pertenecen a los estados cero, uno y dos respectivamente, según Yugcha et al. (2013), indica que el contenido de ácidos es ligeramente alto en estado de madurez inicial razón por la cual se

presentan los datos sobre pH indicados anteriormente, pero se encuentra en el rango permitido para este tipo de enzima el cual va desde 5 a 6, a excepción del estado 2 que se encuentra fuera de este, debido a que el fruto utilizado tenía un 40% de madurez fisiológica, además en la investigación de Mera y Ponce (2018), donde se evalúa la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya en tres estados de madurez de la papaya (verde, pintona y madura) para su posterior uso como ablandador de carne se obtuvo datos similares respecto al estado verde en dicha investigación el pH es de 5. Referente a humedad se obtuvo 11.39%; 7.62%; 6.73%, para estado cero, uno y dos, dichos valores se alejan de los presentados por Villavicencio (2011), donde obtuvo 25.23%; 34.19% y 90.67%, para la enzima de la papaya en estado de madurez verde, pintona y madura, debido al tiempo de secado, ya que en dicha investigación se utilizó un tiempo de 3 horas con 30 minutos y en el presente trabajo se empleó un tiempo de 23 horas, además de que se utilizó diferentes partes del fruto, ya que Villavicencio (2011) trabajó con el látex de la papaya en los tres estados y en el presente trabajo se manejó el fruto en su totalidad. Con relación a las demás características fisicoquímicas se consiguieron los siguientes datos estado cero (cenizas 6.64%; sólidos solubles 2.17 brix; y proteína 17.21 %), estado uno (cenizas 5.45 %; sólidos solubles 2.33 brix; y proteína 18.36%), estado dos (cenizas 4.56 %; sólidos solubles 2.50 brix; y proteína 19.16 %), estos datos difieren a los presentados por Arellano (2019), donde se extrae la enzima papaína como alternativa de cuajo dando resultados de (cenizas: 8.733 y sólidos solubles: 6.667), la diferencia se basa en que utilizó el látex del fruto a diferencia del presente estudio donde se ocupó el fruto en su totalidad.

4.2.4. Evaluación sensorial

En la evaluación sensorial no se presentó diferencia significativa referente a color, olor y textura en todos los tratamientos con una calificación de tres (ni me gusta, ni me disgusta), mientras tanto, en el atributo de sabor existió significancia en cuanto al tratamiento T6 (1.5 gramos de enzima en estado cero) con la calificación de cuatro (me gusta), siendo el mejor frente a los demás tratamientos según la media más alta, esto se debe a que los demás tratamientos presentaron un leve sabor amargo, ya que según Yugcha et al. (2013), la temperatura óptima para la enzima es de 65°C, aunque puede soportar hasta 90°C, cuando se supera esta temperatura puede desnaturalizarse la enzima donde Hernández (2018) menciona que se pierden las

estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias, afectando los puentes de hidrógeno y las interacciones débiles, haciendo que se pierdan sus propiedades y generando sabores amargos.

4.2.5. Análisis microbiológicos

En los análisis microbiológicos se evaluó Aerobios Mesófilos REP UFC/g, Mohos y Levaduras UFC/g, Coliformes Totales UFC/g y Escherichia coli UFC/g, donde se presentó ausencia en cada uno de los análisis cumpliendo con la norma INEN 2532 para especias y condimentos, siendo apta para el consumo humano.

4.2.6. Análisis de textura

Los resultados del análisis de textura para la carne sin enzima papaína y con enzima (mejor tratamiento) se presentan en la Tabla 31.

Tabla 31. Análisis de Textura en carne con y sin enzima papaína

Tratamientos	Dureza		Cohesividad	Elasticidad		Masticabilidad (mJ)
	(Ciclo 1) N	(Ciclo 2) N		(mm)	Firmeza N	
T6 (Carne con enzima)	23.78 ± 0.08	20.11 ± 0.05	0.50 ± 0.04	8.16 ± 0.14	12.00 ± 0.09	99.50 ± 0.34
T1 (Carne sin enzima)	45.63 ± 0.09	39.71 ± 0.03	0.53 ± 0.05	8.94 ± 0.47	24.25 ± 0.11	217.90 ± 0.47

En la Tabla 31 se muestran los resultados del análisis de textura en dos muestras de carne una con aplicación de enzima papaína (mejor tratamiento) y la muestra testigo (carne sin enzima) evidenciándose que el T6 (carne con 1.5 gramos de enzima papaína en estado cero) presentando mejor eficiencia que el tratamiento testigo en los parámetros de dureza (ciclo 1 y 2), firmeza y masticabilidad, demostrando que si existe efecto de la enzima papaína de chigualcán para ablandar la carne. Señalando que tiene el mismo efecto que en la investigación de Moreano (2019,) donde se evalúa la efectividad del toronche (*Vasconcellea Stipulata*) para ablandar carne de res, obteniendo valores para el mejor tratamiento con 6mg de ablandador de toronche de dureza ciclo 1 con 13.03, ciclo 2 con 12.26, cohesividad con 0.76 y masticabilidad con 0.0662, presentando mejor efectividad que el tratamiento testigo, a pesar de la similitud en resultados, la diferencia radica en que se utilizaron diferentes cortes de carne, diferentes especies y diferentes partes del fruto. Concluyendo que en ambas investigaciones la carne con enzima es menos

dura, más suave y necesita de menor trabajo para deglutir que la carne sin enzima, esto se debe a que según Moral et al. (2015), la enzima papaína puede catalizar la interconexión de las microfibrillas haciendo que la carne presente mejor textura. Ramírez (2016) afirma que la enzima papaína favorece a la digestión de proteínas en la carne haciendo que ablande.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La enzima papaína extraída del chigualcán en tres estados de madurez presentó efecto ablandador, logrando desnaturalizar la caseína en la leche y degradando las proteínas de la carne de res mejorando su textura.
- El rendimiento de la enzima fue de 5.37%; 5.97%; 5.29%, en estado cero, uno y dos respectivamente, donde el estado uno con una madurez del 25% presentó mayor rendimiento, y en cuanto a la actividad enzimática se mostró los siguientes resultados; estado cero con 251.33 Upe; estado uno con 257.66 Upe y el estado dos con 245.33 Upe, concluyendo que el estado de maduración influye en la concentración y efectividad de la enzima debido a el contenido de látex en la fruta, demostrando que cuando el fruto se encuentra en su estado cero (100% verde) presenta mayor efectividad.
- Las características fisicoquímicas evaluadas de la enzima papaína extraída del chigualcán en tres estados de madurez presentaron diferencias significativas entre sí, a excepción de proteína.
- La enzima papaína extraída del chigualcán mostró significancia en cuanto a sabor y aceptabilidad ya que, en el proceso de fritura se obtuvo reacciones adversas por la temperatura utilizada generando sabores amargos en los tratamientos que se usó el estado uno, dos, y en el estado cero donde se utilizó mayor cantidad de enzima, a la desnaturalización de enzimas por altas temperaturas superiores a 90°C generando alteraciones en las estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias, afectando los puentes de hidrógeno y por ende sus propiedades, haciendo que se presenten sabores amargos.

- En cuanto a características microbiológicas se obtuvo ausencia de UFC de Aerobios Mesófilos, Mohos y Levaduras, Coliformes Totales y Escherichia Coli, por lo que se encuentra dentro de los requisitos que menciona la norma INEN 2350.
- En relación al análisis de textura la carne tratada con la enzima obtuvo valoraciones positivas en cuanto a dureza en los dos ciclos, firmeza y masticabilidad, haciendo que esta sea más blanda, suave y fácil de deglutir, en comparación con la carne sin aplicación de enzima, esto se debe a que la enzima logró desestabilizar las fibras musculares y los compuestos del tejido conectivo en la carne, consiguiendo que los enlaces peptídicos de las proteínas se relajen y por ende alcanzando un ablandamiento.
- Se acepta la hipótesis alternativa en la que se menciona que el estado de madurez del chilguacán (*Vasconcellea pubescens*) y concentración de enzima papaína influye en la actividad enzimática, características fisicoquímicas de la enzima, características sensoriales y de textura de la carne bovina.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para conservar la enzima y mantener sus propiedades funcionales se recomienda mantener la enzima a temperaturas de refrigeración de -4°C .
- Se recomienda no someter a la enzima papaína a temperaturas superiores de 90°C ya que puede desestabilizarla y presentar sabores amargos.
- Se recomienda realizar la purificación de la enzima del extracto acuoso obtenido de chigualcán y comprobar las propiedades funcionales de la misma.
- Se recomienda evaluar la efectividad de la enzima en diferentes tiempos de aplicación, cortes de carne y otras proteínas de origen animal.
- Al ser la enzima papaína termosensible se utiliza temperaturas menores de 65°C con tiempos alargados por lo que se recomienda adaptar mejores metodologías que ayuden a optimizar los tiempos de deshidratación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amerling, C. (2001). *Tecnología de la carne*. Euned.
- Angón, P., & Hernández, G. (Diciembre de 2006). *Universidad Tecnológica de la Mixteca. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto*. Oaxaca, México.
- Arellano Tobar, J. V. (09 de 2019). *Extracción de la enzima papaína presente en el chilacuan (Vasconcellea pubescens) como alternativa de cuajo vegetal*. Recuperado de Doctoral dissertation, Universidad Politécnica Estatal del Carchi: <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/877>
- Asencio, L. Y. (2022). *Evaluación fisicoquímica de la papaya del monte (carica pubences) en dos estados de madurez*. Recuperado el 2022, de Repositorio Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4820>
- Atalaya, R. (2017). *Obtención de un filtrate de papayita de monte (carica pubescens) utilizando dos tecnicas de secado y diferentes partes de fruto*. *Universidad Nacional Tiribio Rdríguez de Mendoza de Amazonas*.
- Balcázar Valencia, J. D., & V́ictoria Sterling, A. (2012). *Obtención de papaína a partir del látex de la carica papaya por medio de un sistema de dos fases acuosas*.

- Bustamante Ochoa, E. A., & Noboa Villafuerte, B. P. (2020). Desarrollo de un condimento culinario a partir de la fermentación del chamburo (*Vasconcellea pubescens*). *Universidad de Guayaquil*.
- Calcaneo, G. (06 de 04 de 2016). *Tipos de Solventes y sus Aplicaciones*. Recuperado de Químico Global: <https://quimicoglobal.mx/tipos-de-solventes-y-sus-aplicaciones/>
- CAMI . (04 de 08 de 2012). *Como determinar la madurez de la fruta*. Recuperado de CAMI, Importaciones representaciones: <https://www.cami.com.bo/Nota.php?id=9&cat=Nota#:~:text=La%20medic%C3%B3n%20del%20contenido%20de,concentraci%C3%B3n%20de%20la%20sustancia%20disuelta.>
- Camposano Bustamante, S. E., & Saltos Torres, X. A. (2013). *Diseño de una propuesta gastronómica (carica pubescens) chamburo*. Recuperado el 2022, de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6012>
- Carbonero Zalduegui, P. (1975). *Enzimas*. *Universidad Politécnica de Madrid*, 215.
- Chacón Villalobos, A. (2004). La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 225-243.
- Chacón, J. Y. (25 de 02 de 2019). *Chigualcan: características, hábitat, usos y propiedades*. Recuperado el 2022, de Lifeder: <https://www.lifeder.com/chigualcan/>
- Chamorro, L. (06 de 2014). *Caracterización fisicoquímica del ovo (Spondia purpurea L) de Ambuquí*. Recuperado el 2022, de Universidad Pública de Navarra: <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/12226/Liliana%20Chamorro%20TyC%20-IAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chauca-Vela, Z. (2018). Mejoramiento de la textura de carne de vacuno con el uso de la enzima proteolítica (papaína). *Universidad Nacional Agraria La Molina*. Recuperado el 2022
- Chavarría, A. (2015). *Cortes de carne de res y cerdo*. Costa Rica: INA.

- Chupoma Vásquez, L., & Orozco Fernández, A. E. (2020). *Efecto de la concentración del etanol en el rendimiento de extracción de papaína a partir de gualacongo (Vasconcellea pubescens)*. Recuperado el 2022, de Repositorio Universidad Nacional PEDRO RUIZ GALLO: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8957>
- Coral, L. (14 de 01 de 2020). *¿Como saber cuando una papaya esta madura?* Recuperado el 2022, de Huertos y Mas: https://huertosymas.com/como-saber-cuando-la-papaya-esta-madura/como-saber-cuando-una-papaya-esta-madura_-proceso-de-maduracion/
- EFE: Salud. (26 de 11 de 2019). *¿Qué contiene la carne? Propiedades nutricionales*. Recuperado el 2022, de EFE: Salud: <https://efesalud.com/propiedades-nutricionales-carne/>
- Espinosa, I. (2016). Germinación, microinjertación y cultivo de callos in vitro de *Vasconcella Stipula* V.M. Badillo Y *Vasconcellea Pubescens* A.DC. *Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 2022
- FAO. (05 de 03 de 2015). *Composición de la carne*. Recuperado el 2022, de Codex Alimentario: https://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- Flores, J. F. (2018). Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (carica papaya) variedad común en el ablandamiento de la carne de sajino (*Tayassu Tajacu*). *TZHOCOEN*, 610-629.
- García Barrios, J. A. (2020). Maduración de carne vacuna: beneficios, prácticas y retos en la industria cárnica: Revisión de Literatura.
- Garzón, M. A., Mejía, V. B., Cardona, L. d., & Paz, Y. L. (2012). Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (Carica papaya L). *Journal of engineering and Technology*, 1-8.
- Gastronomía internacional. (22 de 03 de 2018). *Gastronomía internacional*. Recuperado el 2022, de Cortes de carne de res: <https://gastronomicainternacional.com/articulos-culinarios/todos/cortes-primarios-de-res/>
- Gil G., M. A., Bedoya M., V., Leonidas de Jesús, M. C., & Benavides P., Y. L. (2012). Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la

- especie (*Carica papaya* L.), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina. *Journal of Engineering*, 12.
- Hernández, Y. (2018). *¿Qué es la desnaturalización de las proteínas?* Recuperado el 2023, de TestLab. Sección de Químico de la PUCP: <https://www.youtube.com/watch?v=BHZ4vtO4Pa0&t=2s>
- Hernandez-Dominguez, M. d., Nava-Martinez, M., & Rojas-Cruz, L. E. (2016). Análisis de perfil de textura y caracterización de carrageninas para uso en productos cárnicos. *Revista Ciencias de la Salud*, 1-5.
- Horcada, A., & Polvillo, O. (2010). *Conceptos Básicos de la carne*. Recuperado el 2022, de Servicio General de Investigación Agraria. Universidad de Sevilla. Grupo de investigación MERAGEM: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/40940/horconcep113a140.pdf>
- Hui, Y. (2010). *Ciencia y Tecnología de carnes*. México.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2006). Recuperado el 2022, de Carne y Productos cárnicos. Productos cárnicos crudos, productos cárnicos curados-madurados y productos cárnicos precodificados-cocidos: https://www.normalización.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_774-1.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1980). *INEN*. Recuperado el 2023, de Harina de origen vegetal. Determinación de la pérdida por calentamiento: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/518.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1981). *INEN*. Recuperado el 2023, de Harinas de origen vegetal. Determinación de contenido de cenizas: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/520.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *INEN 2532*. Recuperado el 2023, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2532-corrig.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1985). *INEN*. Recuperado de Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/380.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2010). *INEN*. Recuperado el 2023, de Harinas de origen vegetal Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH.: https://www.normalización.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_526-1.pdf

- LibreTexts. (2014). Factores que afectan la actividad enzimática. *LibreTexts*.
- Líderes. (2015). En ocho provincias se concentra el mayor consumo de cárnicos. *Líderes*.
- Llerena Guevara, M. J. (2006). Estudio sobre la extracción y falta de uso de la papaína obtenida de la papaya (carica papaya.L) para ser usada en el ablandamiento de la carne. *Universidad Técnica de Ambato*.
- López Lago, I., Díaz Varela, J., & Merino de Caceres, F. (2009). La Bromelina: Una proteasa de interés comercial. *CYTA-Journal of Food*, 19-20.
- Mathias-Retting, & Ah-Ken. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *AgroSur*, 43-46.
- Mera Ponce, S., & Barba, D. (2018). Evaluación de la concentración enzimática en hojas, corteza y látex de la papaya y su efecto ablandador en carne bovina. *NOVA Sinergia*, 72-79.
- Montero, K. (26 de 03 de 2015). *Parámetros de calidad de la carne*. Recuperado el 2022, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/karliitaamonteero/parmetros-de-calidad-de-la-carne>
- Montoya Terrones, T. D., & Miano Pastor, A. C. (2011). Influencia de la concentración de cloruro de sodio y de extracto de corazón de piña (*Ananas comosus* – var roja trujillana) inyectados como solución en la textura (resistencia a la penetración) y capacidad de retención de agua (CRA) en carne de vacuno (*Bos*). *Agroindustrial Science*, 1-9.
- Moral, S. d., Coutiño, L. P., & Gómez, M. d. (2015). Aspectos relevantes del uso de enzimas en la. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 87-102.
- Moreano Guamangallo, M. C. (25 de 06 de 2019). Evaluación de las propiedades del toronche (*Vasconcellea Stipulata*) como ablandador de carnes de res. *Escuela Superior de Chimborazo*.
- Nazate, K. (2013). Uso del chilguacán (*Caricapubescens*) como alternativa gastronómica en la repostería. *Universidad Técnica del Norte*.
- Normalización, I. E. (2006). *Carne y productos cárnicos. Clasificación*. Recuperado el 2022, de INEN 774: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/774.pdf>

- Passos Pequeno, A. (30 de 05 de 2019). *Anatomía de ls cortes de carne*. Recuperado el 2022, de Universidad Naciona de Costa Rica: <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/15255>
- Ramírez Acero, R. I. (2006). *Tecnología de cárnicos*. Bogota.
- Ramírez Flores, I. J. (2016). Propuesta de usos de bioestimulantes en la producción de papaya hibrida red lay (carica papaya) en el municipio de Caranavi. *Universidad de San Andrés*. Obtenido de Universidad mayor de San Andrés.
- Ramírez, J. R., & Aceves, M. A. (01 de 11 de 2014). Enzimas ¿qué son y cómo funcionan? *Revista Digital Universitaria*, 15(11). Recuperado el 2023, de <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art91/index.html>
- Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Rodriguez Bello, O. S. (2009). Producción e importancia de bromelina y papaína para la industria cárnica. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*.
- Rodríguez, J. A. (2013). *Manejo y conservación de Germolasma de familia Caricaceae*. Recuperado el 2022, de Instituto de enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2192/Romero_Rodriguez_JA_DC_Produccion_Semillas_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santamaría Basulto, F., Díaz Plaza, R., Sauri Duch, E., Espaldas y Gil, F., Santamaría Fernández, J. M., & Larque Saavedra, A. (2009). Características de calidad de frutos de papaya maradol en la madurez de consumo*. *Agricultura en México*.
- Sinche Serra, M. V. (2009). Aislamiento, purificación parcial y caracterización cinética de las proteasas presentes en el látex de los frutos de una planta del género *Vasconcella*. *Escuela Politécnica Nacional, Quito*. Recuperado el 2022, de Aislamiento, purificación parcial y caracterización cinética de las proteasas presentes en el látex de los frutos de una planta del género *Vasconcella*: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1661>

- Slaughter, D. (2009). Evaluación de métodos no destructivos para la detección de la madurez en Mangos: . *Biological and Agricultural Engineering University of California, Davis* , 7-9.
- Tovar Colmenárez, Y., Ávila de Hernández, R., Pierre Sierra, M. C., & Gonzáles Ortíz , M. T. (2018). Purificación de la papaína del látex de la lechosa y cuantificación de la actividad enzimática. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente* , 43-59.
- Turismo y Gastronomía. (04 de 12 de 2019). *Tipos de carne: conócelos y descubre cuáles son sus características*. Recuperado el 2022, de Escuela turismo pioneros: <https://escuelaturismopirineos.com/tipos-de-carne/>
- Vanguardia. (02 de 03 de 2016). *Papaína*. Recuperado de La maravilla que contiene la papaya: <https://vanguardia.com.mx/circulo/3080297-papaina-la-maravilla-que-contiene-la-papaya-MYVG3080297>
- Vásquez, L. C., & Orozco, E. (2020). *Efecto de la concentración del etanol en el rendimiento de extracción de papaína a partir de gualacongo (Vasconcellea pubescens)*. Recuperado el 2022, de Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cuchupoma_V%C3%A1squez_Lizbet_y_Orozco_Fern%C3%A1ndez_Adsumi_Esther.pdf
- Vela, Z. C. (2018). *Mejoramiento de la textura de carne de vacuno con el uso de la enzima proteolítica (Papaína)*. Recuperado el 2022, de Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3682/chauca-vela-zarela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Velasco Carvajal, N. G. (02 de 04 de 2014). *Materias primas para la fabricación de productos cárnicos*. Recuperado el 2023, de Tecnología alimentaria: <http://mundoalimentos.blogspot.com/2014/04/materias-primas-para-la-fabricacion-de.html>
- Villavicencio Marcial, M. C. (2011). Extracción, concentración y cuantificación de la actividad enzimática de la papaína de la papaya (carica papaya). *Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos*.
- Warriss, P. (2003). *Ciencia de la carne*.

Wyckoff, J. (02 de 03 de 2022). *Informe de ganadería del USDA y pronósticos para 2022*. Recuperado de El sitio Avícola: <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/33941/informe-de-ganaderaa-del-usda-y-pronasticos-para-2022/#~:text=Resumen%20carne%20de%20res%2Fganado,menos%20que%20hace%20un%20a%C3%B1o>.

Yugcha, A., Kure, J., & Castillo, P. (2013). Estudio de Secado del Látex de Papaya (Carica papaya L.) Deshidrtado por Asperción. *Escuela politécnica del Litoral*.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE	Jos. Queiroz Lizbeth Chicauro Benavides	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401993357
PERIODO ACADÉMICO	2023A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. MIGUEL ANGELO ANCHUNDIA LUCAS	DOCENTE TUTOR:	MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA
DOCENTE	MSC. JENNY YAMBAY		
TEMA DEL TIC: "Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaina extraída del Chigüacón (Vasconcellea pubescens)"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8.33	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8.67	
3	METODOLOGÍA	8.67	
4	RESULTADOS	8.33	Incluir la desviación estándar en todos los resultados.
5	DISCUSIÓN	8.33	Cambiar la discusión comparando con otros y colocar las implicaciones de sus resultados.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.33	Revisar conclusiones y recomendaciones.
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8.67	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.33	

Obteniendo una nota de: 8.43 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los Investigadores acotar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el miércoles, 19 de julio de 2023

MSC. MIGUEL ANGELO ANCHUNDIA LUCAS
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. CARLOS ARTURO PAREDES PITA
DOCENTE TUTOR

MSC. JENNY YAMBAY
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth				
DATE: 26 de julio de 2023				
TOPIC: "Evaluación del efecto ablandaron en carne bovina de la enzima papaína extraída del Chigualcán (<i>Vasconcellea pubescens</i>)"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9,5	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Chamorro Benavides Jacqueline Lizbeth

Fecha de recepción del abstract: 26 de julio de 2023

Fecha de entrega del informe: 26 de julio de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9,5 por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Elmado electrónicamente por:
**EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS**

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Hoja de catación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

TRABAJO DE TITULACIÓN "Evaluación del efecto ablandador en carne bovina de la enzima papaína extraída del chigualcán (*Vasconcellea pubescens*)"

Edad: -----

Género: Femenino ----- Masculino-----

Instrucciones: Frente a usted se presentan 7 muestras de carne, por favor observe y pruebe cada una de ellas, valore cada atributo mencionado en la tabla 2 de acuerdo a la valoración que se indica en la tabla 1.

Nivel de agrado	Puntaje
Me disgusta mucho	1
Me disgusta	2
Ni me gusta, ni me disgusta	3
Me gusta	4
Me gusta mucho	5

Atributos	Tratamientos						
	620	334	567	478	789	987	298
Color							
Olor							
Sabor							
Textura							
Aceptabilidad							

Observaciones.....
.....
.....

Gracias por su colaboración.

Anexo 4. Resultados análisis de perfil de textura



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-113-B		No: 01056				
Solicitud N°: 23-113		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 14 de junio de 2023	Fecha de ejecución de ensayos: 20 al 21 de junio de 2023					
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC:	0-401993357				
Representante: Jacqueline Chamorro	TIF:	098-491142				
Dirección: Cotopaxi	E-mail:	Jacqueline.chamorro@utpedu.edu.ec				
Ciudad: Cotopaxi						
Descripción de las muestras:						
Producto: Carne	Peso:	200g cada muestra				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	fundá plástica				
Lote: n/a	No de muestras:	una				
F. Elab.: n/a	F. Exp.:	n/a				
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab:	15 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Carne	11323234	12 CON ENZIMA	Textura Analisis de Perfil de Textura (APT)			
			Dureza Ciclo 1	BreakSoft	N	23,78
			Dureza Ciclo 2		N	20,11
			Cohesividad		adimensional	0,50
			Elasticidad		mm	8,16
			Firmeza		N	12,00
Masticabilidad	m.J	99,50				
Conds. Ambientales: 21,6°C; 46,1%HR Se adjuntan 16 hojas de respaldo						
			 Ing. Gladys Rivaño Directora de Calidad			
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si Fecha de emisión del certificado: 22 de junio de 2023						
<small>Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se refieren a muestra en los envases recibidos. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento reproducible. Solo se permite su reproducción en línea de base y haciendo referencia a la fuente. "La información que se está mostrando es confidencial, es de uso interno y no debe ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."</small>						



Cta. Universidad Técnica de Ambato, Campus Maiputi, Av. Los Chiriches y Río Fajardo
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
 (593) 3340987 ext. 5517, 9516 | <http://lacional.uta.edu.ec> | lacional@uta.edu.ec



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 23-113-A		01055	
Solicitud N°: 23-113		Pag. 1 de 1	
Fecha recepción:	14 de junio de 2023	Fecha de ejecución de ensayos:	20 al 21 de junio de 2023
Información del cliente:			
Empresa:	C.I./RUC:	0-401903357	
Representante:	Jacqueline Chamorro	TIF:	0984091142
Dirección:	Cotacachi	E-mail:	Jacqueline.chamorro@utpa.edu.ec
Ciudad:	Cotacachi		
Descripción de las muestras:			
Producto:	Carne	Peso:	200g cada muestra
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase:	fundita plástica
Lote:	n/a	No de muestras:	una
F. Etb.:	n/a	F. Esp.:	n/a
Conservación: Ambiente:	Refrigeración: X	Congelación:	
Almac. en Lab:	15 días		
Criterios seguridad: Ninguno: X	Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	n/a

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados	
Carne	11323233	TI SIN ENZIMA	Textura Análisis de Perfil de Textura (APT)				
			Dureza Ciclo 1	Brookfield	N	45,63	
			Dureza Ciclo 2		N	39,71	
			Cohesividad		dimensional	0,53	
			Elasticidad		mm	8,94	
			Firmeza		N	24,25	
			Masticabilidad		mJ	217,90	

Conds. Ambientales: 21,6°C; 46,1%HR

Se adjuntan 16 hojas de respaldo

Irig Gladys Risueño
 Directora de Calidad



Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 22 de junio de 2023

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio no respalda ni es responsable de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción en forma de hacer y hacer de referencia a la fuente.

"La información que se está recibiendo es confidencial, es reservada para su destinatario, y no puede ser divulgada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia de esta información está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."

Anexo 5. Fotografías de la investigación



Figura 14. Fruto del Chigualcán



Figura 15. Lavado y desinfección



Figura 17. Picado del fruto



Figura 16. Trituración



Figura 18. Aplicación de etanol al 96°



Figura 19. Centrifugación



Figura 21. Secado

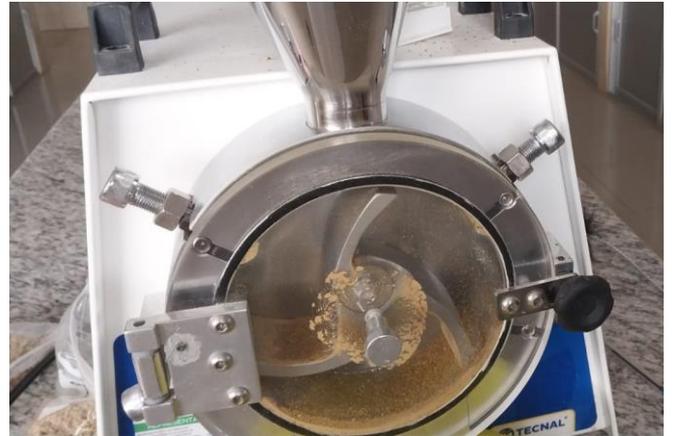


Figura 20. Molienda



Figura 23. Conservación de la enzima



Figura 22. Actividad enzimática



Figura 24. Análisis de pH



Figura 25. Análisis de humedad. Muestras de enzima sin humedad



Figura 26. Análisis de cenizas



Figura 27. Análisis de proteína (etapa de digestión)



Figura 28. Aplicación de enzima papaína en la carne



Figura 29. Análisis sensorial



Figura 30. Análisis microbiológicos