



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA
ACTINIDINA DEL KIWI VERDE (*Actinidia deliciosa*) EN UN
ABLANDADOR PARA CARNE DE RES**

AUTOR
PLAZA BAUTISTA JEAN PIERRE

TUTORA
ING. ARELLANO ANA MARIA, MSc.

GUAYAQUIL, ECUADOR

2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA ACTINIDINA DEL KIWI VERDE (*Actinidia deliciosa*) EN UN ABLANDADOR PARA CARNE DE RES, realizado por el estudiante PLAZA BAUTISTA JEAN PIERRE; con cédula de identidad N° 0707023982 de la carrera Agroindustria, Campus Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. ARELLANO ANA MARIA, M.Sc.

Guayaquil, 26 de febrero del 2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA ACTINIDINA DEL KIWI VERDE (*Actinidia deliciosa*) EN UN ABLANDADOR PARA CARNE DE RES” realizado por el estudiante PLAZA BAUTISTA JEAN PIERRE, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING.BORBOR SUAREZ DANIEL, M.Sc.
PRESIDENTE

ING.ALAVA PINCAY CECIBEL, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. ARELLANO ANA MARÍA, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 17 de diciembre del 2025

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con profundo amor a Dios, por darme las herramientas necesarias para poder sobre-llevar este valioso trabajo, a mis padres Segundo Plaza y Amanda Bautista por su apoyo incondicional desde el primer día de mi carrera, sobre todo a mi madre que desde siempre ha estado para mí en cada paso importante que doy en mi vida, es mi luz y mi inspiración el verla luchar y trabajar duro para que yo pueda ser un profesional es lo que me da fuerzas a seguir luchando por mis sueños. A mi abuela: “Mami Susi” mi angelito que desde el cielo me acompaña en cada paso que doy, como siempre lo había hecho motivándome y enseñándome que yo puedo alcanzar todo lo que me proponga. A mi tía: Ana Plaza por ser mi inspiración para convertirme en ingeniero y siempre estar cuando la necesite, el verla luchar siempre por lo que quiere con determinación y éxito ha sido una gran inspiración. A mis seres queridos por siempre darme una palabra de aliento y apoyo cuando lo necesito y demostrarme amor en cada paso que doy. A mis amigos y futuros colegas por brindarme sus abrazos cálidos y palabras de aliento Bryanna, Ángela, Anette, Mishell, Pablo quienes a lo largo de este camino han estado conmigo en todo momento y se han ganado todo mi cariño.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a Dios por sobre todas las cosas que pese a las circunstancias difíciles de la vida en el transcurso de mi travesía universitaria ha llenado mi corazón de amor, fortaleza, y valentía para seguir adelante. Agradezco a mis padres por ser mi soporte fundamental no solo emocional también económico, por ser quienes no dudaron en que lograría con éxito culminar este proyecto importante en mi vida. Agradezco a cada una de las personas que Dios puso en mi camino, así como a mis ángeles del cielo por cuidarme, protegerme y ayudarme, son parte importante de mi proceso de titulación. Por último, agradezco a la Universidad Agraria del Ecuador no solo por formarme como profesional, sino también por darme el placer de conocer a personas extraordinarias las cuales son mis compañeros que con el pasar del tiempo la mayoría se convirtió en amigos, les agradezco a ellos por ayudarme en toda la carrera, son personas que siempre las llevaré plasmadas en mi corazón.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, PLAZA BAUTISTA JEAN PIERRE en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROTEOLÍTICA DE LA ACTINIDINA DEL KIWI VERDE (*Actinidia deliciosa*) EN UN ABLANDADOR PARA CARNE DE RES” para optar el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, febrero 26 del 2026

PLAZA BAUTISTA JEAN PIERRE
C.I. 0707023982

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad desarrollar un ablandador enzimático a base de actinidina, una proteasa natural extraída del kiwi (*Actinidia deliciosa*), para evaluar su eficacia en el ablandamiento de carne de res. Se aplicaron cuatro concentraciones de actinidina (0.10 %, 0.25 %, 0.50 % y 1.00 %) sobre dos cortes cárnicos de bajo valor comercial y alta dureza: paleta y brisket. Se analizaron variables fisicoquímicas como pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura y contenido de proteínas, utilizando métodos instrumentales y estadísticos.

La actinidina se obtuvo mediante un proceso sencillo de extracción, filtración y estabilización con glicerol, logrando un extracto funcional sin etapas complejas de purificación. El tratamiento con 0.50 % de enzima mostró los mejores resultados, evidenciando una mejora significativa en la terneza (valores de textura de 24.7 N en paleta y 20.8 N en brisket) sin afectar negativamente el contenido proteico (18.87 %) ni el pH, que se mantuvo dentro del rango óptimo (6.25–6.28).

La CRA fue de 29.08 g/100 g en ambos cortes, indicando una buena capacidad de jugosidad. Además, el ablandador demostró estabilidad microbiológica, sin presencia de patógenos.

Los resultados validan la viabilidad de la actinidina como alternativa natural y eficiente para mejorar la calidad de cortes de carne más duros, promoviendo un mayor aprovechamiento cárnico. Esta investigación aporta una solución biotecnológica aplicable a nivel doméstico e industrial, con beneficios nutricionales, sensoriales y económicos.

Palabras claves: Actinidina, Ablandador enzimático, Carne de res, Textura,

Kiwi

ABSTRACT

The present study aimed to develop an enzymatic tenderizer based on actinidin, a natural protease extracted from kiwi (*Actinidia deliciosa*), in order to evaluate its effectiveness in tenderizing beef. Four concentrations of actinidin (0.10 %, 0.25 %, 0.50 %, and 1.00 %) were applied to two cuts of meat characterized by low commercial value and high toughness: shoulder and brisket. Physicochemical variables such as pH, water-holding capacity (WHC), texture, and protein content were analyzed using instrumental methods and statistical techniques.

The actinidin was obtained through a simple process of extraction, filtration, and stabilization with glycerol, resulting in a functional extract without the need for complex purification steps. Treatment with 0.50% enzyme concentration yielded the best results, demonstrating a significant improvement in tenderness (texture values of 24.7 N in shoulder and 20.8 N in brisket) without adversely affecting the protein content (18.87 %) or the pH, which remained within the optimal range (6.25–6.28). The WHC was 29.08 g/100 g in both cuts, indicating good juiciness retention. Additionally, the tenderizer showed microbiological stability, with no presence of pathogens.

The results validate the feasibility of actinidin as a natural and effective alternative for improving the quality of tougher meat cuts, promoting better meat utilization. This research provides a biotechnological solution applicable at both domestic and industrial levels, with nutritional, sensory, and economic benefits.

Keywords: Actinidin, Enzymatic tenderizer, Beef, Texture, Kiwi.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema.....	1
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Delimitación de la investigación	4
1.5 Objetivo general	4
1.6 Objetivos específicos	5
1.7 Hipótesis.....	5
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Estado del arte	6
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática.	7
2.3 Marco legal.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Enfoque de la investigación.....	14
3.2 Metodología.....	14
4. RESULTADOS.....	23
4.1 Extracción de la enzima actinidina de el extracto de la pulpa del kiwi verde por el método de purificación enzimática.	23
4.2 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos del ablandador sazónador para carne de res (actividad de agua, pH, acidez, color, olor, microbiológico, mesófilos, salmonella y estafilococos).	23
4.3 Análisis del efecto de ablandamiento en cortes de carnes tipo paleta y brisket por la adición del ablandador sazónador mediante la determinación de PH, capacidad de retención de agua (CRA), análisis instrumental de textura (Texturómetro) y análisis de proteínas totales.....	27
5. DISCUSIÓN	30
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
6.1 Conclusiones.....	33
6.2 Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Composición nutricional del kiwi por 100 g.....	39
Anexo N° 2: Proceso de obtención de la actinidina	40
Anexo N° 3: Cortes de carne	41
Anexo N° 4: Tratamientos con su respectiva concentración de actividad y gramos de cada corte de carne	41
Anexo N° 5: Cortes de carne con las diferentes concentraciones de actinidina ..	42
Anexo N° 6: Análisis Microbiológico	43
Anexo N° 7: Análisis de ablandamiento de corte paleta	44
Anexo N° 8: Análisis de ablandamiento de corte brisket	45
Anexo N° 9: Rangos de referencia de la capacidad de retención de agua (CRA) en carne bovina	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

Según Pérez y Totosa (2022), un factor determinante en la calidad y precio de la carne es su blandura, la cual depende del tipo de músculo y su posición en la canal de res. Debido a que hay cortes que no pueden lograr una suavidad deseada por su posición anatómica, se han empleado diferentes técnicas de ablandamiento o tenderización, las cuales pueden ser mecánicas, eléctricas, químicas o enzimáticas, y dentro de estas hay aplicadas y emergentes. Las técnicas mecánicas solo afectan la calidad estructural de la carne, y las eléctricas, químicas o enzimáticas tienen la particularidad de reactivar los sistemas enzimáticos *in situ* musculares, encargados de llevar a cabo el ablandamiento de la carne durante la maduración.

Las enzimas de frutas como la bromelina en la piña, papaína en la papaya y la actinidina en el kiwi verde, pueden ser utilizadas como ingrediente de sazónadores naturales en la preparación de alimentos. Estas enzimas no solo aportan sabor, sino que también pueden tener propiedades digestivas y contribuir a la textura y calidad de los platos. La actinidina de el kiwi verde puede ayudar a ablandar carnes, mejorar la digestión de proteínas y aportar beneficios para la salud digestiva (Pérez y Totosa, 2022).

La actinidina es una enzima proteolítica que descompone las proteínas en péptidos más pequeños. Su estructura primaria está determinada por la secuencia de aminoácidos que la componen, lo que le confiere su actividad enzimática específica para la digestión de proteínas. La actinidina es sensible a factores como el pH y la temperatura, lo que puede modular su actividad enzimática. Además, esta enzima es conocida por su capacidad para ablandar la carne y mejorar la digestión de proteínas en el tracto gastrointestinal (Ramírez, Lucas, Escobar y Castillo, 2021).

La presente investigación, plantea desarrollar la extracción de la enzima actinidina por el método de purificación enzimática a partir de la pulpa del kiwi verde y su implementación en un ablandador sazónador para carne de res, presentando un nuevo producto alternativo que beneficie al consumidor de carnes.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

Las técnicas de extracción de enzimas proteolíticas a partir de frutas como la piña, la pitahaya y el kiwi nos ayudan a obtener compuestos que pueden ser utilizados para ablandar la carne de manera natural y mejorar su textura.

Estas enzimas descomponen las proteínas y fibras musculares de carne, optimizando su textura y haciéndola más tierna. La extracción de estas enzimas de frutas permite obtener compuestos naturales que pueden ser aplicados a la carne para perfeccionar su calidad y facilitar su digestión. Por lo tanto, las enzimas de frutas son una alternativa pura y efectiva para ablandar la carne, ofreciendo beneficios tanto en la industria alimentaria como en la preparación de alimentos de alta calidad. Las enzimas proteolíticas se encuentran en las frutas frescas y no requieren procesos químicos para su obtención, esto las hace más seguras y sostenibles, al mismo tiempo son catalizadores biológicos que pueden acelerar reacciones químicas sin ser consumidas ni alteradas en el proceso lo que les permite ser más efectivas al momento de suavizar la carne y mejorar su calidad.

El problema radica en los cortes de carne de bajo costo que tienen poca ternura. Es decir, hay muchos cortes de carne de res que son muy duros y, por esta razón, no son valorados por los consumidores ni pueden ser utilizados adecuadamente. La razón principal detrás de esta falta de ternura radica en la composición y estructura de las proteínas musculares presentes en estos cortes específicamente en el corte tipo paleta y brisket. A medida que el ganado envejece, las fibras musculares se vuelven progresivamente más rígidas y resistentes, lo que se traduce en una textura dura y poco apetecible al momento de consumirlos.

Sin embargo, es importante destacar que estos cortes de baja ternura representan una porción significativa de la producción cárnica total. Por lo tanto, encontrar soluciones efectivas y económicamente viables para mejorar su ternura podría tener un impacto positivo en la eficiencia y rentabilidad de la industria cárnica. Esto se traduce en una gran cantidad de carne que no se vende o se destina a productos de bajo costo, lo que resulta en una pérdida económica significativa para los productores y un impacto negativo en la sostenibilidad del sector. Además, la disponibilidad de carne de baja calidad también puede influir en la calidad de la alimentación humana, ya que la carne de baja ternura puede

contener niveles más altos de grasas saturadas y colesterol, lo que puede afectar negativamente la salud pública. La situación se agrava debido a la crítica reducción en la disponibilidad de ganado debido a la sequía y la incertidumbre previa al momento de seleccionar el bovino, lo que desalienta a muchos productores a vender sus animales y aumenta los precios de la carne al consumidor.

1.2.2 Formulación del problema

¿Qué efectos tendrá la incorporación de la enzima actinidina, obtenida del kiwi verde, en un ablandador-sazonador sobre el pH, la capacidad de retención de agua, textura y proteínas en cortes de carne tipo paleta y brisket?

1.3 Justificación de la investigación

La actinidina es una enzima proteolítica que se encuentra en el kiwi verde, conocida por su capacidad para romper enlaces peptídicos en las proteínas, lo que puede ablandar la carne. Explorar su uso en ablandadores-sazonadores es pertinente, ya que podría ofrecer una alternativa natural a los ablandadores químicos convencionales.

La investigación se centró en aspectos clave de la calidad de la carne, como el pH, la capacidad de retención de agua (CRA), la textura y el contenido de proteínas. Estos son factores críticos que afectan la palatabilidad, jugosidad y valor nutritivo de los productos cárnicos. Evaluar cómo la actinidina puede influir en estas características es de gran interés para la industria alimentaria.

En cortes como la paleta y el brisket, mejorar el pH y la capacidad de retención de agua es fundamental. Un pH más controlado puede evitar que la carne se vuelva demasiado ácida o alcalina, lo que afectaría su sabor y conservación. Asimismo, una mayor capacidad de retención de agua ayuda a mantener la jugosidad durante la cocción, mejorando la experiencia de consumo. La actinidina podría, por lo tanto, ser un agente clave para alcanzar estos objetivos al ablandar los cortes.

Estos cortes son menos valorizados en comparación con otros más tiernos, pero son populares en preparaciones como la barbacoa y guisos. Mejorar su textura y características mediante la actinidina podría ampliar su uso y aceptación, promoviendo su consumo en una variedad más amplia de platos y preparaciones, lo que también podría tener un impacto económico positivo en la industria cárnica.

El método de purificación enzimática ayuda a eliminar impurezas, toxinas, o compuestos que podrían estar presentes en el extracto crudo de kiwi. Esto es fundamental para garantizar que el ablandador-sazonador sea seguro para el consumo humano. Además, reduce la posibilidad de reacciones alérgicas o intolerancias, que podrían estar causadas por otros componentes del kiwi.

Una enzima purificada permite un control más preciso sobre el grado de ablandamiento. Esto es importante porque un exceso de actividad enzimática podría resultar en una carne demasiado blanda, que podría ser percibida negativamente por los consumidores. El control que se obtiene con una enzima purificada permite ajustar las condiciones de uso para lograr el ablandamiento deseado sin comprometer la integridad de la carne.

1.4 Delimitación de la investigación

El desarrollo del trabajo en la extracción de la actinidina mediante el método de purificación enzimática haciendo uso de la pulpa de el kiwi verde para ser usado en un ablandador sazónador para carne de res.

- **Espacio:** La investigación se realizó en la ciudad de Guayaquil en el campus de la Universidad Agraria del Ecuador.
- **Tiempo:** La investigación experimental se llevó a cabo en un tiempo de 6 meses.
- **Población:** El desarrollo de esta investigación fue dirigido a la industria alimentaria, específicamente a los productores y procesadores de carne de res. Además, estuvo orientado hacia los consumidores finales que buscan mejorar la calidad y la ternura de los cortes de carne de res mediante el uso de ablandadores sazónadores.

1.5 Objetivo general

Extraer la enzima actinidina por el método de purificación enzimática a partir de la pulpa de el kiwi verde (*Actinidia deliciosa*) y aplicarla como ingrediente en un ablandador sazónador para carne de res.

1.6 Objetivos específicos

- Obtener la enzima actinidina contenida en el extracto de la pulpa del kiwi verde a través del método de purificación enzimática.
- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos del ablandador sazónador para carne de res (actividad de agua, pH, acidez, color, olor, microbiológico, Aerobios mesófilos, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*).
- Determinar el efecto de ablandamiento en cortes de carnes de res tipo paleta y brisket por la adición del ablandador sazónador mediante la determinación de pH, capacidad de retención de agua (CRA), análisis instrumental de textura y análisis de proteínas totales.

1.7 Hipótesis

El ablandador sazónador aplicado en carne de res formulado con actinidina extraída del kiwi verde (*Actinidia deliciosa*) ¿mejorará significativamente el pH, capacidad de retención de agua (CRA), textura y proteínas totales?, ofreciendo una alternativa natural y efectiva como método de ablandamiento proteico.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

En el estudio realizado por Callan y Carrera (2022), se evaluaron dos factores la solución extractora y la temperatura de enfriamiento, para determinar con que porcentajes de solución será el mejor tratamiento de la obtención de la enzima actinidina a partir del kiwi.

Según Escobar (2019), en su trabajo de investigación titulado “El kiwi y la actinidina en la aplicación de la industria cárnica” indica que la actinidina proveniente del jugo del kiwi, es una proteasa que hidroliza las proteínas miofibrilares, dando como resultados nuevos péptidos y la activación de m-calpaína (proteasa de la carne que hidroliza proteínas miofibrilares) en el procesamiento de la carne, las enzimas con mayor utilidad son las proteasas, cuya función principal es suavizar la carne. El ablandador de carne ideal debería ser una enzima proteolítica específica para la hidrólisis del colágeno y la elastina del tejido conectivo al pH de la carne.

En cuanto a la regulación de la actividad enzimática, se encontró investigaciones como el realizado por Pérez y Totosa (2022), quienes investigaron que las enzimas vegetales o microbianas son utilizadas para hidrolizar las proteínas de la carne, pero estas no tienen un punto de hidrólisis específico, por lo que su aplicación debe ser controlada para evitar una textura pastosa y pérdida de la capacidad de retención de agua.

De la misma forma, un estudio realizado por Chamorro (2023), en el cual se extrajo papaína del chigualcán (*Vasconcellea pubescens*) para ablandar carne de res (corte culata). Se evaluaron dos factores: el estado de madurez del chigualcán (100 % verde, 25 % maduro, 40 % maduro) y la cantidad de enzima (1.5 g y 2 g). El chigualcán 100% verde mostró el mayor rendimiento de extracción (5.97 %) y actividad enzimática (262.67 Upe). Hubo diferencias significativas en las características fisicoquímicas según la madurez del chigualcán, excepto en el contenido de proteína, que fue alto en todos los casos.

Otro estudio que avala estos resultados es el realizado por Orozco y Vásquez (2020), en su investigación para la obtención de la enzima papaína presente en el gualaongo (*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.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Kiwi

El kiwi (*Actinidia deliciosa*, *A. chinensis*) es un frutal caducifolio de la familia Actinidiaceae. De las 66 especies del género *Actinidia*, solo tres tienen valor comercial: *A. deliciosa* (pulpa verde, piel vellosa), *A. chinensis* (pulpa amarilla, piel lisa) y *A. arguta* (kiwi pequeño, pulpa verde, piel lisa). Originario de China, crece en los valles y montañas del río Amarillo. El fruto es una baya con numerosas semillas comestibles. La planta es una liana con ramas vigorosas y un sistema radicular superficial, exigente en oxígeno. Es una especie dioica, con plantas hembra (frutos) y machos (polen) (Malagón, 2020).

Tabla 1.
Clasificación taxonómica del kiwi

Clasificación	Nombre
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Ericales
Familia	Actinidiaceae
Género	<i>Actinidia</i>
Especie	<i>Actinidia deliciosa</i>

Fuente: Inca (2023). Elaborado por: El Autor, 2026.

Para el cultivo de kiwi se necesitan climas templados, y al ser una liana trepadora requiere de tutorio; es decir, un material para que la planta se mantenga de forma vertical, cabe recalcar que es una especie caducifolia y puede vivir más de 50 años (Inca, 2023).

2.2.1.1. Composición nutricional del kiwi.

El kiwi es principalmente una fuente de carbohidratos, como fructosa y glucosa, y proteínas, con un alto contenido de humedad. Aporta entre 60 y 70 kcal por cada 100 gramos de porción comestible. Además, es rico en vitaminas del grupo B (B1, B2, B3, B5, B6), vitamina C, vitamina A, vitamina E y vitamina K. También contiene minerales como hierro, magnesio, fósforo, potasio, sodio, zinc y selenio, lo que lo convierte en una fruta muy valiosa (Rhythm et al., 2022).

2.2.1.2. Propiedades fisicoquímicas.

Según López (2022), las propiedades fisicoquímicas del kiwi se determinan mediante sus propiedades organolépticas estrechamente relacionadas, tales como el sabor, olor, color, textura, entre otras, las cuales permiten medir parámetros como el pH, grados Brix, y porcentaje de acidez. Su aroma es agradable, su sabor es agridulce, la pulpa es de un verde esmeralda, jugosa, blanda, delicuescente, y dulce con un toque de acidez, ofreciendo en conjunto un sabor delicado y agradable. La textura es suave y con vellosidades, y la parte comestible incluye la pulpa, semillas y columela. El pH óptimo de la peroxidasa del kiwi es de 5.5 y su acidez total es del 1.4% de ácido cítrico.

2.2.1.3. Exportación de kiwi en Ecuador.

En Ecuador, se viene exportando kiwi a mercados como Holanda, Canadá y Bélgica durante los últimos 10 años, con un promedio anual de aproximadamente 12 toneladas. En el año 2000, las exportaciones disminuyeron un 22 % en comparación con el año anterior, pero se recuperaron en un 93.44 % el año siguiente. Sin embargo, en 2002 volvieron a disminuir en un 32 %. A principios de este año, se han realizado exportaciones de kiwi a Colombia. Desde 2003, las exportaciones de kiwi han disminuido significativamente debido a su desarrollo fisiológico y a las condiciones climáticas adversas (Gad Parroquial Huachi Grande, 2020).

2.2.2 Actinidina

El kiwi posee actinidina, una enzima proteolítica que facilita la descomposición de las proteínas en el estómago, mejorando así la digestión. Además, el kiwi actúa como un ablandador de carne natural. Para obtener este efecto, se sugiere frotar la carne con kiwi durante 30 minutos, ya que la proteasa

es un tipo de enzima que puede hidrolizar las proteínas, transformándolas en aminoácidos o péptidos simples (Callan Ochoa y Carrera Guevara, 2022).

2.2.2.1. Enzimas.

Una enzima es una proteína que actúa como catalizador biológico, acelerando las reacciones bioquímicas sin consumirse y con alta especificidad. El término "enzima" proviene del griego y significa "en la levadura", ya que inicialmente se pensaba que solo actuaban dentro de las células. Louis Pasteur distinguió entre "fermentos organizados" (asociados a células) y "no organizados" (actuando fuera de células). En 1897, E. Buchner mostró que un extracto de levadura sin células podía producir etanol a partir de azúcares, demostrando actividad enzimática extracelular. La composición química de las enzimas se confirmó en 1926 cuando J. B. Sumner cristalizó la ureasa y demostró su naturaleza proteica (Dergal, 2006).

2.2.2.2. Enzimas proteasas.

Las proteasas, también conocidas como proteinasas o enzimas proteolíticas, son responsables de catalizar la hidrólisis de enlaces peptídicos, que son las amidas que unen los aminoácidos para formar polipéptidos y proteínas. Según el lugar donde ocurre la hidrólisis, las proteasas se dividen en dos grupos: endopeptidasas y exopeptidasas. Las endopeptidasas catalizan la hidrólisis en los enlaces peptídicos a lo largo de toda la cadena proteica, mientras que las exopeptidasas se encargan de la hidrólisis en los enlaces peptídicos en los extremos de la cadena, ya sea en el extremo C-terminal o N-terminal. El propósito de las endopeptidasas es fragmentar cadenas proteicas de alto peso molecular en segmentos más pequeños, haciendo estos fragmentos más solubles en agua (Castillo et al., 2020).

2.2.3 Extracción

La extracción es un proceso mediante el cual se separa una sustancia en dos fases que no se pueden mezclar entre sí, debido a sus diferentes grados de solubilidad. Esto se refiere a la capacidad de una sustancia, denominada soluto, para disolverse y mezclarse con un solvente, interactuando a través de una interfaz. La extracción de proteínas comienza con la ruptura celular o lisis, utilizando métodos que incluyen la homogenización de tejidos y la ruptura de las paredes celulares para obtener un extracto crudo y recuperar la mayor cantidad posible de

compuestos de interés. A partir del extracto celular, existen varios métodos para obtener y purificar una o más proteínas, utilizables en el laboratorio (Castillo et al., 2020).

2.2.3.1. Extracción por método de purificación enzimática.

La precipitación se emplea frecuentemente como una etapa inicial de separación en un proceso de purificación, y habitualmente se complementa con otras técnicas de separación, como la cromatografía. Además, la precipitación puede servir como método de concentración de proteínas antes de proceder con el proceso de purificación (Harris y Angal, 1995).

La precipitación de proteínas se logra mediante la adición de sales, cambios en el pH o el potencial iónico, o por la incorporación de solventes, ya sean orgánicos, inertes o polímeros. Los precipitados resultantes se pueden recuperar a través de métodos como la filtración o la centrifugación, y luego se pueden lavar o resuspender en un buffer adecuado (Harris y Angal, 1995).

2.2.4 Carne

El Codex Alimentarius define la carne como "todas las partes de un animal consideradas seguras y aptas para el consumo humano o destinadas para ello". Esta se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (Alimentarius, 2015).

2.2.4.1. Características químicas de la carne.

La carne es una fuente muy útil y eficiente de proteína, ya que tanto animales como humanos tienen muchas necesidades nutricionales y fisiológicas similares. Proviene de los músculos esqueléticos de varios animales y se distingue por su estructura fibrosa y su textura (Dergal, 2006).

Tabla 2.
Análisis químico representativo de carnes

Componentes	(%)
Agua	70
Proteínas	20
Grasa	6
Sustancias nitrogenadas no proteínicas	1,5
Hidratos de carbono y sustancias no nitrogenadas	1,5
Sales inorgánicas	0,7

Fuente: Dergal (2006). Elaborado por: El Autor, 2026.

2.2.4.2. Corte de carne tipo paleta.

La paleta, un corte del cuello y hombros de la vaca, es un alimento natural no procesado que destaca por su alto contenido en proteínas de alto valor biológico, incluyendo todos los aminoácidos esenciales. Estas proteínas son fundamentales para la construcción y regeneración de células y tejidos. Además, la paleta es baja en grasa, vitaminas y minerales. Las proteínas de este corte son difíciles de digerir, lo que prolonga la sensación de saciedad y aumenta el gasto calórico durante la digestión. También disminuyen el impacto glucémico al ralentizar la absorción de glucosa de otros alimentos, evitando picos rápidos de insulina en la sangre (Soldano, 2023).

2.2.4.3. Corte de carne tipo brisket.

El brisket es esencialmente la pechuga de la vaca (o del novillo). Muchas personas prefieren cocinar el brisket con leña o carbón (por ejemplo, ahumado), aunque también es común prepararlo en el horno después de marinarlo durante varias horas. El brisket se caracteriza por tener fibras musculares muy marcadas, lo que lo convierte en un corte de carne bastante duro. Sin embargo, no hay razón para preocuparse, ya que se cocina lentamente para lograr una suavidad extraordinaria, resultando en una carne que se deshace en la boca. Una de las dificultades al cocinar bien el brisket es que puede presentar diferentes grosores en sus extremos (Redbuchef, 2021).

2.2.4.4. Definición de ablandador para carnes.

Las enzimas de frutas como bromelina, ficina y papaína son esenciales para la maduración y suavidad de la carne. La bromelina de la piña descompone proteínas y ablanda la carne. La ficina de los higos, degrada las proteínas

musculares, mejorando digestión y textura. La papaína de la papaya es usada ampliamente en la industria alimentaria por su potente acción proteolítica. Estas enzimas no solo mejoran la palatabilidad y textura de la carne, sino que también aceleran su maduración, resultando en productos cárnicos más sabrosos y fáciles de digerir (Castillo et al., 2020).

2.2.4.5. Tipos de ablandadores.

La industria cárnica ha desarrollado varias tecnologías que se pueden clasificar en aplicadas o emergentes, donde las aplicadas son ya desde hace tiempo utilizadas a nivel industrial, y las emergentes que están en proceso de ser utilizadas, estas tecnologías se pueden clasificar en eléctricas, mecánicas, químicas o enzimáticas:

Tecnologías mecánicas

Se basan en el rompimiento de los músculos al aplicar una fuerza mecánica. La carne molida es un ejemplo, pero son cortes duros de bajo valor comercial, de ahí su relativamente bajo precio. Las técnicas aplicadas son el utilizar cuchillas o agujas para la destrucción parcial del tejido conectivo y de varias fibras musculares (pero el manejo de la carne puede tener problemas de contaminación) o el masajeo, el cual consiste en “golpear” trozos de carne en un tambor rotatorio.

Tecnologías químicas: marinado

Los métodos químicos implican la incorporación de sales, ácidos orgánicos y fosfatos que pueden ser incorporados en la carne por inmersión o inyección, y tienen efecto sobre la suavidad de la carne. Los compuestos químicos añadidos afectan la estructura muscular modificando la solubilidad de las proteínas o por acción de proteasas. Esto se logra mediante la marinación o inyección de estas soluciones.

Marinado con soluciones salinas

En el marinado de cortes duros como suadero, la carne aumenta su suavidad y, sobre todo, mejora la jugosidad y el rendimiento del producto, ya que los fosfatos utilizados interactúan con las proteínas incrementando su capacidad de retener agua, mejorando su aceptación sensorial.

Marinado con soluciones de cloruro de calcio

El marinado con cloruro de calcio y su efecto sobre la textura de la carne fue ampliamente estudiada por Koohmaraie y varios colaboradores a fines del siglo pasado. La activación de las calpaínas por la acción del calcio mejoró la suavidad de cortes de carne, principalmente m-calpaína y calpastatina.

Tecnologías enzimáticas

Uso de enzimas exógenas Los métodos enzimáticos conllevan el mejorar la degradación de las proteínas musculares mediante enzimas endógenas, vegetales o microbianas, pero con el problema de tener que regular su actividad para no suavizar de más la carne.

2.2.4.6. Efecto químico de un ablandador sobre las carnes.

El ablandamiento de la carne puede lograrse mediante un efecto proteolítico limitado, en el cual no se originen productos de degradación que den lugar a olores y sabores desagradables. Por tanto, el efecto deseado de estas enzimas sobre la carne se garantiza únicamente cuando la distribución de las mismas es homogénea y su concentración y actividad es óptima (Galarza, 2002).

2.3 Marco legal

2.3.1 CODEX STAN 192-1995

Descripciones 12.2.2 Aderezos y condimentos. - Los condimentos y aderezos son mezclas de hierbas aromáticas y especias junto con otros ingredientes alimentarios (como sal, vinagre, jugo de limón, melaza, miel o azúcar y edulcorantes). Algunos ejemplos son los ablandadores de carne, la sal de cebolla, la sal de ajo, mezclas de condimentos orientales (dashi), condimentos para poner al arroz (furikake, que contiene hojuelas de algas deshidratadas, semillas de ajonjolí y aderezos) y condimentos para los fideos. El término "condimentos" que se utiliza en el sistema de categorías de alimentos no incluye salsas de condimentos (por ejemplo, ketchup, mayonesa, mostaza) o saborizantes.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación tuvo un enfoque mixto, ya que se emplearon herramientas cuantitativas (cromatografía líquida, determinación de electroforesis en gel, análisis estadísticos), y cualitativas (estudios de caso, Revisión bibliográfica de activación de enzimas), integrar estos enfoques ayuda a obtener mayor comprensión del producto terminado.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La investigación que se realizó fue de naturaleza experimental. Se centró en el uso de un método de purificación enzimática, específicamente empleando la enzima actinidina, para desarrollar un ablandador sazónador de carnes. Este trabajo se llevó a cabo con el fin de optimizar las condiciones de uso de la actinidina para lograr un ablandamiento efectivo de la carne sin afectar negativamente su sabor, textura u otras propiedades, basándose en una extensa recopilación de información documental y bibliográfica, la cual sirvió para desarrollar un nuevo producto biotecnológico con aplicaciones prácticas para resaltar la calidad, ternura y valor de las carnes, beneficiando tanto a los consumidores como a la industria cárnica.

3.1.2 Diseño de investigación

La investigación tuvo un diseño de tipo experimental basado en los estudios de Martínez, Pérez y González (2023), donde se le añadió 3 concentraciones de enzima actinidina a un ablandador para carne, las cuales tienen como referencia de aplicación, dos tipos de corte de carne (paleta y brisket) para evidenciar el tratamiento con mayor eficiencia.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente.

Concentración de la enzima actinidina incorporada al ablandador de carne.

3.2.1.2. Variable dependiente.

El grado de ablandamiento de la carne de res, medido a través de parámetros como:

- pH
- Capacidad de retención de agua (CRA)
- Textura
- Proteínas totales

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 3.
Descripción de las variables dependientes

Variable dependiente			
Variables	Tipo de medición	Nivel de medida	Descripción instrumento de medición
pH	Cuantitativo	Continua	Medido con un pH-metro digital.
Capacidad de retención de agua (CRA)	Cuantitativo	Continua	Determinado mediante el método de prensa (expresado en %).
Textura	Cuantitativo	Continua	Evaluated con un texturómetro (fuerza de corte, en Newtons).
Proteínas totales	Cuantitativo	Continua	Determinado mediante el método Kjeldahl.

Elaborado por: El Autor, 2026.

Tabla 4.
Descripción de las variables independientes

Variables independientes			
Variables	Tipo de medición	Nivel de medida	Descripción instrumento de medición
Concentración de actinidina	Cualitativa	Nominal	T1: 0.10 T2: 0.25 T3: 0.50 T4: 1.00

Elaborado por: El Autor, 2026.

3.2.3 Tratamientos

Según Kiyat (2019), los porcentajes de actinidina presentados en la tabla 5 tienen una concentración muy significativa al momento de ablandar la carne desde un cambio significativo en su textura hasta un exceso de ablandamiento.

Para la ejecución de este proyecto se aplicaron 2 unidades experimentales (corte de carne tipo paleta y brisket), que están divididos en cuatro tratamientos a diferentes niveles de actinidina. A continuación, en la tabla 5 se detalla el esquema de tratamientos y repeticiones que se ejecutaron.

Tabla 5.

Esquema de tratamientos y repeticiones

Tratamientos	Concentración de Actinidina (%)	tipos de cortes de carne	Variables dependientes
T1	0.10	Paleta	pH CRA Textura Proteínas totales
T2	0.25	Paleta	
T3	0.50	Paleta	
T4	1.00	Paleta	
T5	0.10	Brisket	
T6	0.25	Brisket	
T7	0.50	Brisket	
T8	1.00	Brisket	

Elaborado por: El Autor, 2026.

3.2.4 Diseño experimental

En el desarrollo de la investigación se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial de 4 x 2 (4 niveles de concentración de actinidina y 2 tipos de corte de carne), con tres repeticiones por tratamiento para asegurar la confiabilidad de los resultados para luego realizar un análisis de varianza (ANOVA) donde se analizaron las diferencias significativas entre tratamientos y repeticiones.

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos.

Los materiales que se utilizaron para el trabajo de investigación experimental se describen a continuación:

3.2.5.1.1. Recursos bibliográficos.

- Tesis relacionadas
- Artículos científicos
- Repositorio de universidades

3.2.5.1.2. Recursos humanos.

- Tutor: Ing. Ana María Arellano, MSc.

3.2.5.1.3. Insumos.

- Concentrado enzimático actinidina
- Aditivos naturales (sal, pimienta negra, ajo en polvo, aceite de oliva)
- Conservantes naturales (Ácido Ascórbico)
- Corte de carne paleta
- Corte de carne bristek

3.2.5.1.4. Equipos de proceso.

- Texturómetro
- pH-metro
- Balanza digital
- Buffer de extracción
- Equipo de homogenización
- Centrífuga
- Filtros
- Filtro de presión

3.2.5.1.5. Equipos de protección personal.

- Guantes de látex
- Cubre bocas
- Mandil
- Cofia

3.2.5.1.6. Métodos y técnicas.

3.2.5.2.1. Obtención de concentrado enzimático de actinidina mediante el método de purificación enzimática.

Para la obtención del concentrado de actinidina se ejecutó una metodología experimental, como punto de partida será la recepción de la pulpa de el kiwi para ser llevado a un proceso mediante método de purificación enzimática (precipitación, cromatografía y análisis de la actividad enzimática) el cual está diseñado para aislar y concentrar la actinidina, eliminando impurezas y otras proteínas que podrían interferir con la actividad enzimática y lograr el concentrado de actinidina. Estos métodos están basados en estudios previos documentados que asegura que el proceso tiene una base científica sólida y que los resultados son confiables.

3.2.5.2.2. Determinación de pH.

La determinación del pH se llevó a cabo utilizando un potenciómetro digital (marca HANNA, modelo HI 2211), previamente calibrado con soluciones buffer estándar de pH 4.00 y 7.00. Se evaluaron ocho tratamientos (T1–T8), correspondientes a dos tipos de corte de carne (paleta y brisket), cada uno con cuatro concentraciones de actinidina (0.10 %, 0.25 %, 0.50 % y 1.00 %).

Cada tratamiento fue incubado durante 30 minutos a temperatura de refrigeración (0–4 °C) para permitir la interacción entre el extracto enzimático y la matriz cárnica. Posteriormente, las muestras fueron amasadas manualmente para asegurar una distribución homogénea del extracto. El electrodo fue insertado directamente en el centro de la muestra y el valor de pH fue registrado.

Adicionalmente, se midió el pH del ablandador solo (sin carne), aplicado a 50 g de muestra, con el fin de determinar su acidez inicial antes del contacto con la carne. Todas las mediciones se realizaron por triplicado para garantizar la confiabilidad de los resultados.

3.2.5.2.3. Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA).

Para la evaluación de la capacidad de retención de agua (CRA) en carne, se empleó el método de prensado descrito por Grau y Hamm, ampliamente utilizado en la industria cárnica debido a su simplicidad y eficacia (Honikel, 1998).

El procedimiento consistió en pesar una muestra representativa de cada tratamiento y registrar su peso inicial. Posteriormente, la muestra se colocó entre

dos hojas de papel filtro previamente pesadas y se sometió a una presión constante de 0,5 y 2 kg/cm² durante un periodo de 30 minutos. Este tiempo de prensado es crucial, ya que permite una liberación homogénea del agua retenida en la estructura muscular sin causar una extracción excesiva que pudiera sesgar los resultados. Además, este rango de tiempo se ha determinado para obtener mediciones reproducibles y comparables en estudios de CRA.

Finalizado el tiempo de presión, las hojas de papel filtro con la muestra fueron nuevamente pesadas para calcular la cantidad de agua liberada mediante la diferencia de peso. Adicionalmente, se midió el área de la muestra antes y después de la compresión para determinar la CRA (Anexo 13 y 14).

3.2.5.2.3. Determinación de análisis instrumental de textura.

Para evaluar la textura de la carne, se aplicaron 2.6 g del ablandador sazonzador (concentrado enzimático crudo) sobre 130 g de cada muestra de carne y se la dejó reposar por 30 min. Se tomaron porciones representativas de cada tratamiento y de los controles sin tratar, las cuales fueron llevadas a análisis instrumental utilizando un texturómetro equipado con celda de carga de 5 kg y cuchilla tipo Warner-Bratzler.

Las pruebas se realizaron a velocidad constante de 200 mm/min, registrando la fuerza máxima de corte (expresada en Newtons), que refleja la dureza de la muestra. Menores valores de fuerza se interpretaron como mayor ternura.

3.2.5.2.4. Determinación de proteínas totales.

El análisis de proteínas se realizó mediante el método Kjeldahl determinando el contenido de nitrógeno orgánico total. El método se divide en tres etapas: digestión, destilación y valoración.

Digestión: Se produce la descomposición del nitrógeno contenida en la muestra usando una solución de ácido sulfúrico concentrado. El resultado es sulfato de amonio.

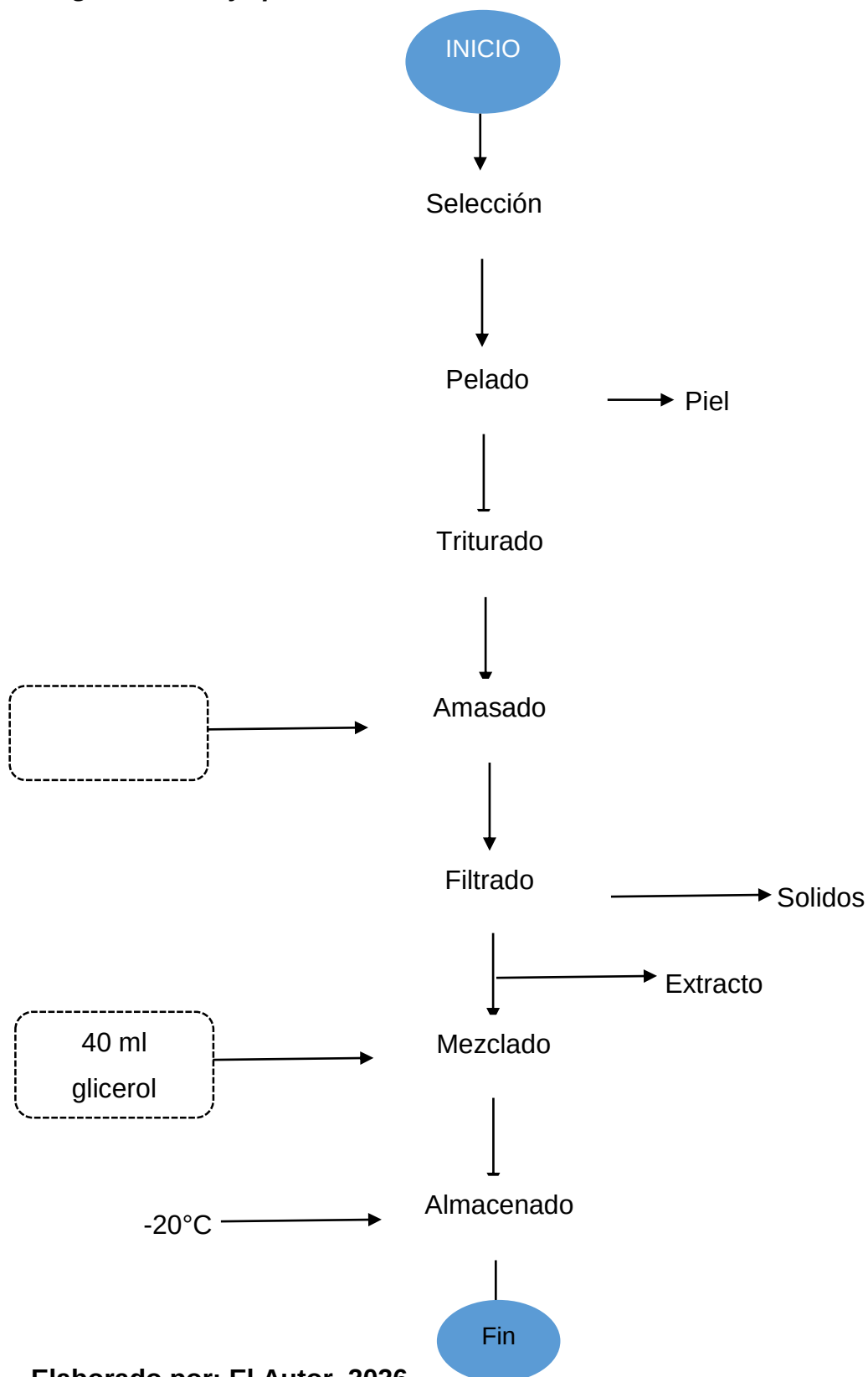
Destilación: Se realizó la destilación por arrastre de vapor de agua y se liberó amoniaco, el cual se retiene con ácido sulfúrico.

Titulación: Mediante titulación se determina la cantidad de amonio presente en la muestra destilada (Paz-Yépez y Lozano-Mendoza, 2022).

3.2.5.2.2. Obtención concentrado de actinidina.

Figura 1

Diagrama de flujo para la obtención de concentrado de actinidina



Elaborado por: El Autor, 2026.

3.2.5.2.2. Descripción de procesos para la obtención de concentrado de actinidina.

Selección del kiwi: Se seleccionaron kiwis en adecuado estado de madurez, libres de daños físicos y contaminación, con el fin de asegurar una materia prima óptima para la obtención de la enzima actinidina.

Pelado del fruto: Los kiwis seleccionados fueron pelados manualmente para eliminar la cáscara, la cual no aporta actividad enzimática y podría interferir en el proceso de extracción.

Triturado de la pulpa: La pulpa obtenida fue triturada hasta alcanzar una consistencia homogénea, lo que permitió romper los tejidos del fruto y facilitar la liberación de la actinidina.

Amasado con solución buffer: La pulpa triturada fue amasada incorporando una solución buffer a pH 7, con el objetivo de mantener condiciones óptimas para la estabilidad y actividad de la enzima durante el proceso de extracción.

Filtrado: La mezcla resultante fue filtrada para separar los sólidos insolubles, obteniéndose un extracto líquido que contiene la actinidina.

Mezclado con glicerol: Al extracto filtrado se le añadieron 40 mL de glicerol, el cual actúa como agente estabilizante, contribuyendo a la conservación de la actividad enzimática de la actinidina.

Almacenamiento: Finalmente, el concentrado obtenido fue almacenado a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, asegurando la preservación de la enzima y evitando pérdidas significativas de su actividad enzimática.

3.2.6 Análisis estadístico

Los datos recolectados se analizaron mediante un análisis inferencial utilizando el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para determinar el efecto de la concentración de actinidina y el tipo de corte de carne, así como la interacción entre estos factores. Se aplicaron pruebas de comparación múltiple (Tukey) para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos. Se utilizó un nivel de significancia del 5%, al aplicar la prueba de Tukey y se ajustan los valores críticos para mantener la tasa de error experimental en un nivel deseado para poder identificar específicamente que niveles de los factores (concentración de actinidina

y tipos de corte de carne) difieren significativamente entre sí en su efecto sobre la variable dependiente (terneza).

Tabla 6.

Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Factor A (A-1)	$4-1=3$
Fator B (B-1)	$2-1=1$
Interacción (A-1)(B-1)	$(4-1)(2-1)=3$
Error AB(r-1)	$4*2(3-1)=16$
Total ABr-1	$4*2*3-1=23$

Elaborador por: El Autor, 2026.

Hipótesis Factor A

- **Hipótesis nula (H0):** No hay diferencia significativa entre las distintas concentraciones de actinidina sobre las variables evaluadas
- **Hipótesis alternativa (H1):** Sí existe diferencia significativa entre las distintas concentraciones de actinidina sobre las variables evaluadas

Hipótesis Factor B

- **Hipótesis nula (H0):** No existe diferencia significativa entre los tipos de corte sobre las variables evaluadas
- **Hipótesis alternativa (H1):** Sí existe diferencia significativa entre los tipos de corte sobre las variables evaluadas

Hipótesis Interacción

- **Hipótesis nula (H0):** No existe interacción entre los factores.
- **Hipótesis alternativa (H1):** Sí existe interacción entre los factores

4. RESULTADOS

4.1 Obtención de la enzima actinidina contenida en el extracto de la pulpa del kiwi verde a través del método de purificación enzimática.

Durante el proceso experimental se logró extraer exitosamente la enzima actinidina a partir de la pulpa de ocho kiwis verdes (*Actinidia deliciosa*), obteniéndose un total de 395,8 g de materia prima. La pulpa fue triturada y posteriormente homogeneizada con una solución buffer ajustada a pH 7, con el fin de favorecer la liberación del contenido enzimático. Este procedimiento se fundamentó en el método de purificación enzimática descrito por Harris y Angal (1995), el cual se basa en la extracción de proteínas mediante ruptura de la matriz vegetal, seguida de procesos de separación y estabilización del extracto.

Luego del amasado, la mezcla obtenida fue sometida a un proceso de filtración y cernido para eliminar residuos sólidos y obtener un extracto más depurado. Posteriormente, se incorporaron 40 mL de glicerol al extracto, el cual actuó como agente estabilizante, permitiendo preservar la actividad proteolítica de la actinidina y evitar su desnaturalización. Como resultado de este proceso, se obtuvo una solución enzimática funcional de actinidina, apta para su aplicación como ablandador enzimático (Anexo N.º 2).

Finalmente, la solución enzimática fue almacenada a una temperatura de -20 °C, condición que permitió conservar su estabilidad y actividad para futuras aplicaciones en el tratamiento de carne de res. El proceso empleado permitió obtener un extracto con características adecuadas para su posterior evaluación como ablandador enzimático, sin requerir etapas complejas de purificación, lo que demuestra su viabilidad técnica y potencial aplicación a nivel industrial y experimental.

4.2 Caracterización de los parámetros fisicoquímicos del ablandador sazoador para carne de res (pH, acidez, color, olor, microbiológico, mesófilos, *Salmonella* y estafilococos).

Como se observa en la tabla 7, se evaluaron las 4 concentraciones de cada tratamiento de los dos tipos de corte de carne de res (Anexo N°3), midiendo el pH de cada una para identificar cuál de ellos es el óptimo para la formulación teniendo en cuenta que el pH inicial de el corte paleta es 4.48 y de el corte brisket 5.15.

Tabla 7.

Análisis de Varianza (Anova) para determinación de concentración para la formulación del ablandador.

Fuente de variación	Gl	F	p	ω^2
Concentración (A)	3	188.43	< .001	0.042
Tipo de corte (B)	1	12597.58	< .001	0.947
A × B	3	40.99	< .001	0.009
Error	16	—	—	—

Elaborado por: El Autor, 2026.

El análisis de varianza factorial (ANOVA de dos factores) evidenció diferencias estadísticamente significativas en el pH, tanto en función de la concentración de actinidina aplicada (Factor A) como del tipo de corte de carne (Factor B), así como en la interacción entre ambos factores ($p < .001$) (Anexo N° 4). Estos resultados confirman que el efecto del tratamiento enzimático sobre el pH depende del tipo de corte evaluado.

El tipo de corte presentó un efecto altamente significativo sobre el pH, evidenciándose diferencias marcadas entre paleta y brisket, mientras que las distintas concentraciones de actinidina influyeron de manera significativa en la estabilidad del pH. En particular, la concentración de 0.50 % mostró un comportamiento más estable en ambos cortes, registrando valores promedio de pH de 4.39 en paleta y 5.04 en brisket, lo que sugiere una acción enzimática equilibrada sin provocar alteraciones indeseables.

En contraste, la concentración de 1.00 % presentó una mayor variabilidad en los valores de pH, lo cual podría estar asociado a una actividad enzimática excesiva que afecta la estabilidad del sistema. En conjunto, estos resultados indican que la concentración de 0.50 % de actinidina representa una condición óptima para mantener la estabilidad del pH y preservar la calidad del producto cárnico, lo cual concuerda con lo reportado por Hood y Tarrant (1980), quienes señalan que valores de pH cercanos a 5.8 pueden afectar negativamente la calidad de la carne.

A continuación, se presenta en la Tabla 8, los análisis fisicoquímicos del ablandador, donde se logra determinar varios parámetros tales como pH, acidez, color y olor.

Tabla 8.

Valores de los análisis fisicoquímicos del ablandador con una concentración de 0.50 % de actinidina.

Análisis	Unidades	Promedio
pH	-	3.42
Acidez	g/L	1.6
		L: 9.7
Color	CIE Lab	a: -0.1
		b: 1.9
Olor	-	Ácido, Fresco

Elaborado por: El Autor, 2026.

El análisis de pH mostró un valor promedio de 3.42, lo que indica que el ablandador se encuentra dentro de un rango que permite su correcto funcionamiento. Este nivel de acidez favorece la interacción de la actinidina con las proteínas de la carne, facilitando el proceso de ablandamiento sin comprometer otras características sensoriales del producto.

En cuanto al contenido de acidez, se registró un promedio de 1.6 g/L, reflejando la contribución de los ingredientes utilizados en la formulación. La acidez del producto final proviene de múltiples componentes, como el ajo en polvo, que posee un rango de acidez entre 5.86 y 6.85 dependiendo de la variedad, junto con otros ingredientes que influyen en la composición general. Esta acidez influye directamente en la actividad enzimática, contribuyendo a la descomposición parcial de las fibras proteicas y mejorando la textura de la carne tratada.

Respecto a las características de color, los valores obtenidos indican que el ablandador presenta una tonalidad oscura, con un índice de luminosidad (L) de 9.7 en una escala donde 0 representa negro y 100 blanco. El parámetro a (rojo-verde) registró un valor de -0.1, lo que sugiere una mínima presencia de tonos rojos o verdes. El parámetro b (amarillo-azul) presentó un valor de 1.9, indicando una leve tendencia hacia los tonos amarillos.

Por último, en cuanto al perfil aromático, el ablandador mostró un olor ácido y fresco, con notas cítricas sutiles y un ligero matiz avinagrado, posiblemente debido a la presencia de ácido acético. Este perfil ayuda a mantener una sensación de frescura y a prevenir la oxidación de los ingredientes. La combinación con sal, pimienta y ajo en polvo aporta un fondo especiado con ligeros matices sulfúricos provenientes del ajo. Aunque la actinidina no posee un aroma característico, su interacción con las proteínas de la carne podría influir en la percepción olfativa durante su aplicación, intensificando ciertos compuestos aromáticos.

Tabla 9.

Análisis microbiológico al ablandador con una concentración de 0.50 % de actinidina.

Parámetros	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Método
<i>Salmonella</i>	Ausencia en 125 gr			US FDA/CFSAN- BAM
<i>Staphylococcus aureus</i>	< 10	< 10	< 10	AOAC 2003.11
<i>Aerobios mesófilos</i>	5×10^3	3×10^3	2×10^3	AOAC990.12

Elaborado por: El Autor, 2026.

La tabla 9 muestra los resultados del análisis microbiológico (Anexo N° 5) realizado al ablandador donde evaluó la presencia de microorganismos patógenos y la carga microbiana total en tres muestras. En relación con *Salmonella*, no se detectó en 125 gr de muestra, conforme al método US FDA/CFSAN-BAM, lo que indica que el producto es seguro respecto a este patógeno. En cuanto a *Staphylococcus aureus*, los resultados revelaron concentraciones inferiores a 10 UFC/g en todas las unidades analizadas, de acuerdo con el método AOAC 2003.11, lo que sugiere un bajo nivel de contaminación. Por otro lado, el recuento de *Aerobios mesófilos*, realizado con el método AOAC 990.12, mostró valores de 5×10^3 UFC/g, 3×10^3 UFC/g y 2×10^3 UFC/g en las unidades 1,2, y 3, evidenciando una carga microbiana dentro de los límites permitidos.

4.3 Determinación del efecto de ablandamiento en cortes de carnes tipo paleta y brisket por la adición del ablandador sazónador mediante la determinación de pH, capacidad de retención de agua (CRA), análisis instrumental de textura (Texturómetro) y análisis de proteínas totales.

En la tabla 10, se presenta el efecto del ablandamiento del corte paleta por la adición del ablandador sazónador donde se evaluaron los parámetros de dicho objetivo.

Tabla 10.

Determinación del ablandamiento en corte paleta con una concentración de 0.50 % de actinidina.

Parámetros	Método	Resultados	Unidad
pH	pH-metro	6,28	pH
Capacidad de retención de agua	Método de prensado (Grau y Hamm)	29,08	g H ₂ O/100 g H ₂ O total
Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13(Volumetría)	18,87	%
Textura de la carne	Texturómetro	24.7	newtons (N)

Elaborado por: El Autor, 2026.

El análisis del corte paleta (Anexo N° 6) muestra un pH de 6,28, un valor ligeramente superior al rango isoeléctrico de la carne (5,4-5,6). Este valor indica una capacidad moderada para retener agua, lo que influye en la jugosidad y textura del producto final. En carnes frescas, un pH elevado suele estar asociado con una mayor retención de humedad, lo que contribuye a una mayor suavidad en la carne tratada.

En cuanto a la capacidad de retención de agua (CRA), el valor obtenido fue de 29,08 g H₂O/100 g, determinado mediante el método de prensado de Grau y Hamm. Este resultado indica una buena capacidad del tejido muscular para retener agua tras el tratamiento enzimático. Si bien el contenido total de agua en carne fresca ronda el 70 %, la CRA representa solo el agua funcional retenida frente a

presión o cocción, por lo que valores entre 25 y 35 g/100 g son considerados adecuados para carne madurada o tratada enzimáticamente. El valor obtenido se encuentra dentro de este rango de referencia (Anexo N° 8), lo que sugiere un impacto positivo del tratamiento con actinidina sobre la jugosidad y calidad del producto final.

Respecto a la composición proteica, el análisis mediante el método Kjeldahl AOAC 984.13 determinó un contenido de proteínas de 18,87 %. Este resultado es significativo, ya que la proteína es un componente esencial en la calidad nutricional de la carne. Se obtuvo que, aunque la carne fresca puede tener valores cercanos al 20 % de proteína, la acción de la actinidina, como enzima proteolítica, genera una degradación parcial de las proteínas. Sin embargo, en las concentraciones utilizadas en este estudio, esta degradación no fue crítica ni afectó negativamente la calidad de la carne.

Finalmente, en cuanto a la textura de la carne, el análisis instrumental realizado mediante el ensayo de fuerza de corte registró un valor de 24,7 Newtons (N). Este resultado indica que la carne presentó una textura moderadamente blanda, lo cual es un signo positivo en términos de ternura. La menor fuerza requerida para cortar el tejido muscular sugiere que el proceso de maduración y el tratamiento con actinidina fueron efectivos para ablandar la carne. Este nivel de ternura es una característica deseada en productos cárnicos, ya que mejora la experiencia del consumidor al momento del consumo.

Tabla 11.

Determinación del ablandamiento en corte Brisket con una concentración de 0.50 % de actinidina.

Parámetros	Método	Resultados	Unidad
pH	pH-metro	6.25	pH
Capacidad de retención de agua	Método de prensado (Grau y Hamm)	29,08	g H ₂ O/100 g H ₂ O total
Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13(Volumetría)	18,87	%
Textura de la carne	Texturómetro	20.8	Newton (N)

Elaborado por: El Autor, 2026.

La Tabla 11 muestra el análisis del corte Brisket (Anexo N° 7), revelando que el pH registrado fue de 6,25, ligeramente superior al rango isoeléctrico de la carne (5,4-5,6). Este valor indica una capacidad moderada para retener agua, lo que influye en la jugosidad y textura del producto final. En carnes frescas, un pH elevado suele estar asociado con una mayor retención de humedad, lo que contribuye a una mayor suavidad en la carne tratada.

En cuanto a la capacidad de retención de agua (CRA), el valor obtenido fue de 29,08 g H₂O/100 g, determinado mediante el método de prensado de Grau y Hamm. Este resultado indica una buena capacidad del tejido muscular para retener agua tras el tratamiento enzimático. Si bien el contenido total de agua en carne fresca ronda el 70 %, la CRA representa solo el agua funcional retenida frente a presión o cocción, por lo que valores entre 25 y 35 g/100 g son considerados adecuados para carne madurada o tratada enzimáticamente. El valor obtenido se encuentra dentro de este rango de referencia (Anexo N° 8), lo que sugiere un impacto positivo del tratamiento con actinidina sobre la jugosidad y calidad del producto final.

Respecto a la composición proteica, el análisis mediante el método Kjeldahl AOAC 984.13 determinó un contenido de proteínas de 18,87 %. Este resultado es consistente con la composición típica de cortes de carne con alto contenido de tejido conectivo, como el Brisket, que requiere métodos de cocción prolongados para alcanzar una textura adecuada. Aunque la carne fresca puede presentar valores proteicos superiores, la acción controlada de la actinidina como agente ablandador permitió una degradación parcial de las proteínas, mejorando la ternura sin afectar negativamente la calidad estructural de la carne.

Finalmente, en relación con la textura, el análisis instrumental mediante ensayo de fuerza de corte arrojó un valor de 20,8 N. Este resultado indica una carne de textura blanda, coherente con el efecto combinado de la maduración y la acción proteolítica del tratamiento aplicado. La disminución de la fuerza necesaria para el corte se traduce en una mayor ternura, atributo altamente valorado por los consumidores. Además, el valor obtenido se sitúa en un rango ideal para cortes tradicionalmente más duros como el Brisket, confirmando que el tratamiento favoreció una textura final más agradable.

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio confirman que la actinidina extraída del kiwi verde (*Actinidia deliciosa*) presenta una actividad proteolítica efectiva cuando es aplicada como ingrediente activo en un ablandador enzimático para carne de res, particularmente en cortes de alta dureza como paleta y brisket. La discusión se desarrolla en función de los principales parámetros evaluados, relacionando los resultados experimentales con los fundamentos bioquímicos del ablandamiento enzimático y con estudios previos reportados en la literatura.

El método de extracción empleado permitió obtener un extracto enzimático funcional a partir de 395,8 g de pulpa de kiwi, mediante un proceso sencillo de trituración, filtración y estabilización con glicerol. A diferencia de estudios como el de Orozco y Vásquez (2022), que optimizan variables como pH, temperatura y tiempo para maximizar el rendimiento enzimático, el presente trabajo priorizó la viabilidad técnica y operativa del proceso. A pesar de no incluir etapas complejas de purificación, el extracto conservó su actividad proteolítica, lo que evidencia que la actinidina puede mantenerse funcional bajo condiciones de procesamiento simples, aspecto clave para su aplicación a escala industrial o artesanal.

El pH del ablandador formulado (3,42) se encuentra dentro de un rango ácido que favorece la estabilidad y actividad de la actinidina. Este comportamiento es coherente con la naturaleza de las proteasas vegetales, cuya actividad óptima suele presentarse en medios ligeramente ácidos. La acidez titulable registrada (1,6 g/L) está directamente relacionada con la formulación del ablandador y con la presencia de ingredientes como ácidos orgánicos y especias. Si bien este valor es superior al de carnes frescas, no afectó negativamente la calidad del producto, sino que contribuyó a generar un entorno propicio para la hidrólisis controlada de las proteínas musculares.

En los cortes de carne tratados con la concentración óptima de actinidina (0,50 %), se registraron valores de pH de 6,28 para paleta y 6,25 para brisket. Estos valores se sitúan por encima del punto isoeléctrico de la carne (5,4–5,6), lo que explica el aumento en la capacidad de retención de agua observado. Desde el punto de vista bioquímico, un pH alejado del punto isoeléctrico incrementa la repulsión electrostática entre las proteínas miofibrilares, permitiendo una mayor incorporación y retención de agua en la matriz muscular. Este comportamiento coincide

con lo reportado por Jeremiah y Gibson (2003), quienes indican que carnes con pH superiores a 6 presentan menores pérdidas por exudado y mayor jugosidad.

La capacidad de retención de agua (CRA) obtenida en ambos cortes fue de 29,08 g H₂O/100 g, valor considerado adecuado para carnes tratadas enzimáticamente. Este resultado sugiere que la acción proteolítica de la actinidina fue suficientemente intensa para modificar la estructura del tejido muscular sin provocar un colapso excesivo de la red proteica. Estudios como los de Pérez y Totosa (2022) advierten que una dosificación inadecuada de enzimas puede generar pérdidas excesivas de agua y texturas pastosas; sin embargo, en este estudio la concentración de 0,50 % permitió alcanzar un equilibrio entre ablandamiento y estabilidad estructural.

El contenido de proteínas totales (18,87 %) fue ligeramente inferior al valor promedio reportado para carne fresca (-20 %), lo cual puede atribuirse a la hidrólisis parcial de proteínas miofibrilares inducida por la actinidina. No obstante, esta reducción no representa una pérdida nutricional significativa, sino más bien una transformación estructural de las proteínas en péptidos de menor tamaño, que contribuyen a mejorar la ternura y potencialmente la digestibilidad de la carne. Resultados similares han sido reportados por Cori et al. (2014) en carnes tratadas con proteasas vegetales.

El análisis instrumental de textura evidenció una disminución significativa de la fuerza de corte, con valores de 24,7 N para paleta y 20,8 N para brisket. Estos valores se encuentran por debajo del umbral de 31 N, considerado como límite para carnes duras, lo que confirma la eficacia del tratamiento enzimático. La mayor reducción observada en el brisket puede explicarse por su mayor contenido de tejido conectivo, el cual es más susceptible a la acción proteolítica de la actinidina. Este comportamiento concuerda con lo señalado por Escobar (2019), quien indica que la actinidina presenta afinidad por proteínas miofibrilares y componentes del tejido conectivo, favoreciendo el ablandamiento de cortes tradicionalmente duros.

Desde el punto de vista microbiológico, el ablandador formulado con 0,50 % de actinidina cumplió con los criterios de inocuidad establecidos, al no presentar *Salmonella* y mostrar recuentos bajos de *Staphylococcus aureus* y *aerobios mesófilos*. Esto demuestra que la formulación, junto con el pH ácido y las condiciones de

almacenamiento, contribuye a la estabilidad microbiológica del producto, aspecto fundamental para su posible aplicación comercial.

En conjunto, los resultados confirman que la actinidina del kiwi verde, aplicada en una concentración controlada del 0,50 %, ejerce un efecto positivo sobre la ternura, jugosidad y calidad fisicoquímica de la carne de res, sin comprometer su valor nutricional ni su inocuidad. La coherencia entre los resultados experimentales y los fundamentos teóricos del ablandamiento enzimático respalda la validez técnica del ablandador desarrollado y su potencial aplicación como alternativa natural a los ablandadores químicos convencionales

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La presente investigación demostró que la actinidina extraída del kiwi verde (*Actinidia deliciosa*) puede ser utilizada eficazmente como agente activo en un ablandador enzimático natural para carne de res, logrando mejoras significativas en la terneza de cortes de alta dureza como paleta y brisket, sin afectar negativamente su calidad fisicoquímica, nutricional ni microbiológica.

El método de extracción empleado, basado en trituración, filtración y estabilización con glicerol, permitió obtener un extracto enzimático funcional sin la necesidad de etapas complejas de purificación, lo que evidencia su viabilidad técnica y su potencial aplicación a nivel industrial y artesanal.

La concentración de actinidina del 0,50 % fue identificada como la condición óptima de tratamiento, ya que presentó un equilibrio adecuado entre actividad proteolítica y estabilidad estructural de la carne. Esta concentración permitió reducir significativamente la fuerza de corte (24,7 N en paleta y 20,8 N en brisket), ubicando a ambos cortes dentro del rango de carnes consideradas tiernas.

Los valores de pH obtenidos en los cortes tratados (6,28 en paleta y 6,25 en brisket) se situaron por encima del punto isoeléctrico de la carne, favoreciendo una mayor capacidad de retención de agua (29,08 g H₂O/100 g), lo que se traduce en una mejora de la jugosidad y textura del producto final.

El contenido de proteínas totales (18,87 %) evidenció que la acción de la actinidina produjo una hidrólisis parcial de las proteínas miofibrilares, suficiente para mejorar la terneza sin generar una degradación excesiva que comprometa el valor nutricional de la carne.

Desde el punto de vista microbiológico, el ablandador formulado con actinidina cumplió con los criterios de inocuidad establecidos, al no presentar *Salmonella* y mostrar recuentos bajos de *Staphylococcus aureus* y *aerobios mesófilos*, confirmando que el producto es seguro para su uso alimentario.

En conjunto, los resultados obtenidos validan la hipótesis planteada y confirman que la actinidina del kiwi verde constituye una alternativa natural, eficiente y técnicamente viable frente a los ablandadores químicos convencionales, contribuyendo a la valorización de cortes cárnicos de bajo valor comercial.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda emplear la concentración de actinidina del 0,50 % como nivel óptimo en la formulación de ablandadores enzimáticos para carne de res, ya que demostró un efecto favorable sobre la terneza, la capacidad de retención de agua y la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas de los cortes evaluados.

Para futuras investigaciones, se sugiere evaluar el efecto de la actinidina en otros cortes cárnicos de diferente composición muscular y contenido de tejido conectivo, así como su aplicación en carnes de otras especies, con el fin de ampliar el alcance de los resultados obtenidos.

Se recomienda analizar el efecto del tiempo de contacto y la temperatura de aplicación del ablandador enzimático, con el objetivo de optimizar aún más las condiciones de uso y evitar posibles efectos de sobreablandamiento.

Asimismo, se sugiere complementar este estudio con análisis sensoriales que permitan correlacionar los resultados instrumentales de textura con la percepción del consumidor, fortaleciendo la aplicabilidad comercial del producto desarrollado.

Finalmente, se recomienda evaluar la estabilidad del ablandador durante períodos prolongados de almacenamiento y bajo diferentes condiciones de conservación, con el fin de determinar su vida útil y su factibilidad para una producción a mayor escala.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentarius, C. (5 de Marzo de 2015). División de Producción y Sanidad Animal (NSA) [fao.org.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html)
- Bourne, M. C. (2002). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement (2nd ed.). Academic Press, 50009-6.
- Callan, E., y Carrera, V. (2022). *Elaboracion de un aditivo natural mediante la extraccion de enzimas del kiwi verde y de piña hawaiana por el metodo de precipitacion alcoholica, para el ablandamiento de carne de res* [Tesis de titulacion, Universidad Estatal de Bolivar]. Repositorio institucional. <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4841/1/Tesis%20Erika%20%26%20Valeria.pdf>
- Castillo, L., Ocampo, M., y Memdoza, J. (2020). *Ablandador liquido sazonado para carne, utilizando extracto de bromelina obtenido por extraccion liquido-liquido a partir de cascara y corazon de piña(Ananas comosus)* [Tesis de Titulacion, Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua,Managua]. Repositorio Institucional, Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/16607/1/16607.pdf>
- Chavarria, A. (2015). Guía descriptiva de cortes de carne de res y cerdo en Costa Rica. https://www.ina.ac.cr/AcercaINA/Documentos%20compartidos/Documentos%20Didacticos/Guia%20cortes%20carne.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Cheng, Q., y Sun, D.-W. (2008). Factors affecting the water holding capacity of red meat products: A review of recent research advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 137–159. <https://doi.org/10.1080/10408390601177647>
- Cori, M., De Basilio, V., Figueroa, R., Rivas, N., Martínez, S., y Rodríguez, I. (2014). Composición química y evaluación microbiológica de salchichas de pollo y codorniz. *Revista de Ciencias de la Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ*, 24, 11-17.
- Cori, M., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R., y Rivas, N. (Marzo de 2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de

- pollo, gallina y codorniz. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000100013>
- Dergal, S. (2006). *Química de los Alimentos (Vol. Maricarmen quirasco; Agustin Lopez; Munguia Canales)*. Mexico: Pearson educación.
- Escobar, N. (2019). *El kiwi y la actinidina en la aplicación de la industria cárnica*[Archivo PDF].
<https://www.scribd.com/document/412971855/actinidina-1>
- Gad Parroquial Huachi Grande . (2020). *Proyecto adquisición de plantas de kiwi para los productores agrícolas de la parroquia huachi grande* [Archivo PDF].
<https://parroquiahuachigrande.gob.ec/docstrans/2020/RENDICION-CUENTAS/PROYECTO%20KIWI.pdf>
- Galarza, D. (2002). *Efecto ablandador de extractos de cáscara, pulpa y corazón de piña en el lomo (Longissimus toracis) y la mano de piedra*.
<https://bdigital.zamorano.edu/items/1bba084c-3f1a-44e8-93e5-8bceef8fc364>
- Grau, R., y Hamm, R. (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, 40, 29–30.
- Harris, E., y Angal, S. (1995). *Protein purification methods. A practical approach*. 6th edition. New York: Oxford University Press.
- Higuera-Ciapara, I., et al. (2007). Aplicación de enzimas proteolíticas en la mejora de la calidad de la carne. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 6(3), 289–298.
- Honikel, K. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 34-5.
- Hood, D., y Tarrant, P. (1980). *The problem of dark cutting beef*. The Hague, Netherlands: Martinus Nijhoff Publishers.
- Inca, J. (2023). Utilización del mucilago de chíá obtenido por dos métodos, como espesantes en mermelada de kiwi [Tesis de Titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19100/1/27T00642.pdf>
- Jeremiah, L. E., y Gibson, L. L. (2003). Efectos del manejo post mortem del producto y del tiempo de maduración en la palatabilidad de la carne de res. *Food Research International*, 36, 929-941.

- Ketnawa, S., y Rawdkuen, S. (2011). Aplicación del extracto de bromelina para ablandar los alimentos musculares. *Food and Nutrition Sciences*, 2(5).
- Kiyat, W. (2019). Pretratamiento con actinidina y cocción al vacío de pechuga de res: Potensi aktinidin sebagai pelunak daging. *Jurnal agri-tek*, p.20, parra. 1.
- Koohmaraie, M. (1996). Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43, 193–201.
- Lopez, K. (2022). Influencia del kiwi (*Actinidia deliciosa*) y sábila (*Aloe vera*) en las propiedades funcionales de una bebida de manzana (*Pyrus malus*) [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOPEZ%20VALENZUELA%20KAREN%20STEFFANIA.pdf>
- Malagón, J. (2020). Cultivo del kiwi. *STT Moncada: D Roca*, p.1-2.
- Martínez, J., Pérez, L., y González, A. (2023). Purificación y Aplicación de Enzimas en la Industria Alimentaria. . *Journal of Food Science and Technology*.
- Miller, M. F., Carr, M., y Hoover, L. (Enero de 2002). Umbrales de consumo para establecer el valor de la terneza de la carne de vacuno. *Journal of Animal Science* 79(12), 3062-3068. https://www.researchgate.net/publication/11548871_Consumer_thresholds_for_establishing_the_value_of_beef_tenderness
- Minh Ha, A. E.-D. (2013). Characterisation of kiwifruit and asparagus enzyme extracts, and their activities toward meat proteins. *Food Chemistry*, 136(2), 989-998. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.034>
- Morales, O., Morales, F., Barajas, J., y Aguilar, V. (2021). Extracto de semilla de papaya como ablandador en carne de conejo: propiedades fisicoquímicas y de textura. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 93-97.
- Offer, G., y Trinick, J. (1983). On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*, 8(4), 245–281. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(83\)90013-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(83)90013-X)
- Pérez, M. d., y Totosaús, A. (2022). *Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre*. Ciudad de Mexico: NACAMEH Vol. 16. Obtenido de https://cbs.izt.uam.mx/nacameh/volumenes/v16n2/Nacameh_v16n2p61_PerezCh-Totosaús.pdf

- Ramírez, D., Lucas, M., Escobar, I., y Castillo, J. G. (2021). Características físico-químicas y funcionales de la fruta. *Fitotec. Mex.*
- Redbuchef. (2021). *Brisket*. <https://redbuchef.com/vaca/brisket-de-vaca>
- Rengifo, L., y Ordoñez, E. (15 de Enero de 2019). Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. *ECIPeru*. <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2010.0024/>
- Rhythm, K., Priya, N., y Harmanjot, S. (2022). Nutritional composition and potential health benefits of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *International Journal of creative research thoughts*, 6, 2-3. <https://ijcrt.org/papers/IJCRT2201403.pdf>
- Soldano, L. (20 de julio de 2023). *Paleta de vaca*[Fiit]. <https://www.nutricionyentrenamiento.fit/alimento-fiit/197-paleta-/#:~:text=La%20paleta%20es%20un%20corte,poca%20grasa%2C%20vitaminas%20y%20minerales>.
- Wang, H. Z. (2020). Studies on enzymatic tenderization of meat. I. Basic technique and histological observations of enzymatic action. *Journal of Food Science*, <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1955.tb16873.x>

ANEXOS

Anexo N° 1:

Composición nutricional del kiwi por 100 g

Nutrientes	Composición
Carbohidratos	17.5 g
Proteínas	0.79 g
Grasas	0.07 g
Humedad	81.2 g
Calorías	60-66 Kcal
Vitaminas	
Vitamina B1 (Tiamina)	0.027 mg
Vitamina B2 (Riboflavina)	0.025 mg
Vitamina B3 (Niacina)	0.341 mg
Vitamina B5 (Ácido pantoténico)	0.183 mg
Vitamina B6 (Piridoxina)	0.063 mg
Vitamina C (Ascórbica)	92.7 mg
Vitamina A (Retinoles)	87 IU
Vitamina E (Tocoferol)	1.47 mg
Vitamina K (Quinonas)	40.3 ug
Minerales	
Calcio (Ca)	34 mg
Hierro (Fe)	0.31 mg
Magnesio (Mg)	17 mg
Fósforo (P)	34 mg
Zinc (Zn)	0.14 mg
Cobre (Cu)	0.13 mg

Fuente: Rhythm et al (2022). Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 2:

Proceso de obtención de la actinidina A) peso de la pulpa; B) triturado; C) amasado; D) cernido; E) glicerol; F) concentrado de actinidina

A)**B)****C)****D)****E)****F)**

Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 3

Cortes de Carne



Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 4

Tratamientos con su respectiva concentración de actinidina y gramos de cada corte de carne

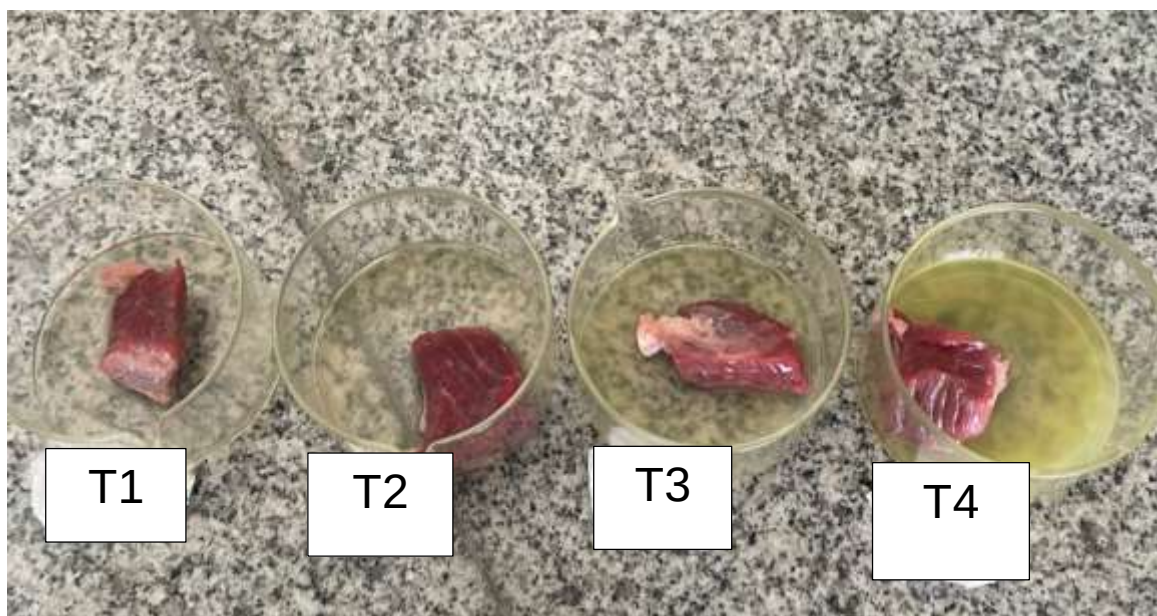
Tratamiento	Corte	Concentración de actinidina (%)	Cantidad de carne (g)
T1	Paleta	0.10	50
T2	Paleta	0.25	50
T3	Paleta	0.50	50
T4	Paleta	1.00	50
T5	Brisket	0.10	50
T6	Brisket	0.25	50
T7	Brisket	0.50	50
T8	Brisket	1.00	50

Elaborado por: El Autor, 2026.

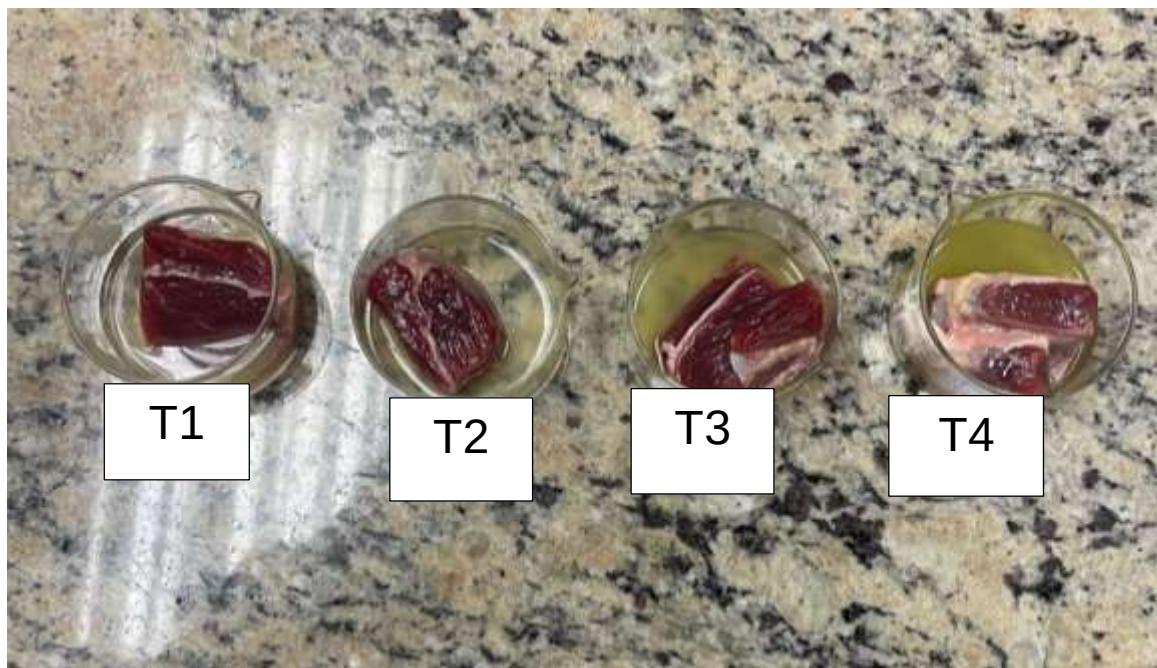
Anexo N° 5

**Cortes de carne con las diferentes concentraciones de actinidina A) Paleta;
B) Brisket**

A)



B)



Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 6

Análisis Microbiológico

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN,
COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA



Gobierno
de Ecuador

Juntos
lo logramos



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE PATOLOGÍA ACUÍCOLA (LAB-EPA)
SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

EMPRESA	NOMBRE	Jean Pierre Plaza Bautista			
	DIRECCIÓN	Universidad Agraria del Ecuador			
TIPO DE PRODUCTO	Ablandador de Carne de Res				
FACTURA	N/A	CODIGO/LOTE	1-3	FECHA DE RECEPCION	18/12/2024
NÚMERO DE MUESTRAS	3	FORMA DE PRESENTACIÓN	N/A	FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	18/12/2024
ORDEN DE TRABAJO	N/A	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	Buen Estado	FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYOS	08/01/2025
TEMPERATURA AMBIENTAL	(17-25) °C	HUMEDAD RELATIVA	(35-80) %	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	08/01/2025

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	N° ANÁLISIS	RESULTADO
*Salmonella	PMB-01Método de referencia: US FDA/CFSAN-BAM, Ed. 09.2023 Capítulo 5	1	Ausencia
*Salmonella	PMB-01Método de referencia: US FDA/CFSAN-BAM, Ed. 09.2023 Capítulo 5	1	Ausencia
*Salmonella	PMB-01Método de referencia: US FDA/CFSAN-BAM, Ed. 09.2023 Capítulo 5	1	Ausencia
*E. coli	AOAC 2003.11 Ed. 22. 2023	1	< 10 UFC/g
*E. coli	AOAC 2003.11 Ed. 22. 2023	1	< 10 UFC/g
*E. coli	AOAC 2003.11 Ed. 22. 2023	1	< 10 UFC/g
*Mesofílos o Aerobios Totales	AOAC990.12 Ed. 22. 2023	1	5 x 10 ³ UFC/g
*Mesofílos o Aerobios Totales	AOAC990.12 Ed. 22. 2023	1	3 x 10 ³ UFC/g
*Mesofílos o Aerobios Totales	AOAC990.12 Ed. 22. 2023	1	2 x 10 ³ UFC/g

Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 7

Análisis de ablandamiento de corte paleta



INFORME DE RESULTADOS						
IDR 42456-2025						
			Fecha: 27 Febrero del 2025			
DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Jean Pierre Plaza Bautista					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0984035668					
Contacto	Jean Pierre Plaza Bautista					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Carne	Cantidad	Aprox. 200g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	15 de Febrero del 2025			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	20.0	Humedad (%)	57.90			
Fecha de Inicio de Análisis	15 de Febrero del 2025					
Fecha de Finalización del análisis	25 de Febrero del 2025					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Corte Paleta	UBA-42456-1	Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13 (Volumetría)	18,90	%	-
		Capacidad de retención de agua	Método de prensado (Grau y Hamm)	29,45	g H2O/100 g H2O total	-
		Textura de la carne	Texturómetro (Warner-Bratzler)	24,7	Newton (N)	-

Elaborado por: El Autor, 2026.

Anexo N° 8

Análisis de ablandamiento de corte brisket



INFORME DE RESULTADOS

IDR 42456-2025

Fecha: 27 Febrero del 2025

Fecha: 27 Febrero del 2025

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	Jean Pierre Plaza Bautista					
Dirección	Universidad Agraria					
Teléfono	0984035668					
Contacto	Jean Pierre Plaza Bautista					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Carne	Cantidad	Aprox. 200g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N/A			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	15 de Febrero del 2025			
Colecta de muestra	Realizado por el CLIENTE	Fecha de colecta de muestra	N/A			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	20.0	Humedad (%)	57.90			
Fecha de Inicio de Análisis	15 de Febrero del 2025					
Fecha de Finalización del análisis	25 de Febrero del 2025					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación
Corte Brisket	UBA-42456-2	Proteína	Kjeldahl AOAC 984.13 (Volumetría)	18,87	%	-
		Capacidad de retención de agua	Método de prensado (Grau y Hamm)	29,08	g H2O/100 g H2O total	-
		Textura de la carne	Texturómetro (Warner-Bratzler)	20,8	Newton (N)	-

Elaborado por: El Autor,2026.

Anexo N°9

Rangos de referencia de la capacidad de retención de agua (CRA) en carne bovina.

Tipo de carne o condición	CRA (g H₂O/100 g carne)	Referencia
Carne fresca sin tratar	18–25	Grau y Hamm (1953); Offer y Trinick (1983)
Carne madurada (7–14 días)	25–32	Cheng y Sun (2008)
Carne tratada con enzimas	28–35	Koohmaraie (1996); Higuera-Ciapara et al. (2007)

Elaborado por: El Autor, 2026.