



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

TEMA

**Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína
sobre ciertas características físico químicas de la carne
vacuna**

AUTORA

Marrasquin Briones Ruddy Raquel

Trabajo de Titulación Previo a la obtención del título de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL
con Concentración en Agronegocios

TUTOR

Ing. Velásquez Rivera Jorge Ruperto M.Sc.

Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Ruddy Raquel Marrasquin Briones, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniera Agroindustrial con concentración en Agronegocios**.

TUTOR

Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. John Eloy Franco Rodríguez, M.Sc.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ruddy Raquel Marrasquin Briones

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación Efecto **de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna** previo a la obtención del Título de **Ingeniera Agroindustrial con Concentración en Agronegocios**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016

LA AUTORA

Ruddy Raquel Marrasquin Briones



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, Ruddy Raquel Marrasquin Briones

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2016

LA AUTORA

Ruddy Raquel Marrasquin Briones

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme salud y fuerza para culminar mis estudios de pregrado, a mis padres porque sin su apoyo, cariño y esfuerzo no estaría aquí; a mis hermanos Karla y Luis, a mi cuñada Stephania por siempre apoyarme en todo momento, darme ánimos para seguir; a mi tía Leonor Briones mi segunda mamá, por creer siempre en mí.

Agradezco a mi tutor el Ing. Jorge Velásquez por haberme guiado en todo el proceso de mi trabajo de titulación, también agradezco a mis demás profesores por todas sus enseñanzas durante todo el tiempo de estudios en la carrera; a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por abrirme sus puertas y por todo lo enseñado.

También agradezco a Carlos Arregui por apoyarme, por su comprensión, por darme ánimos y guiarme durante este proceso. Por último a mis amigas y amigos: Gabriela Vélez, Jim Ochoa, Gissela Villalva, Virginia Paredes, Michelle Rodríguez, Juan Gallardo, Ana Escobar, Gabriela Solís, Tatiana Maruri, Gabriela Bolaños, Rebeca Jordán y Fernando Alba por apoyarme siempre.

Ruddy Raquel Marrasquin Briones

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de Titulación a la Virgen Inmaculada quien me cuida, me protege y me da fuerzas para seguir adelante; a mis padres Luis Marrasquin y Raquel Briones quienes son las personas más importantes de mi vida, quienes creyeron en mí y siempre me apoyan en todo mis proyectos; también a mis tíos Leonor Briones, Josefa Marrasquin, Víctor Marrasquin, a mis hermanos Luis y Karla, a mi sobrino Luisito; y sobretodo en especial a una persona que desde el cielo sé que me cuida siempre mi abuelita Paulina, y por último quiero dedicar este trabajo a todas las personas con epilepsia, la epilepsia solo te hace ser alguien más fuerte y más cuidadosa.

Ruddy Raquel Marrasquin Briones



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

CALIFICACIÓN

**Ing. Jorge Ruperto Velásquez Rivera M.Sc.
Tutor**

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.2. Justificación	3
1.3. Objetivos	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. La carne	5
2.1.1. Características de la carne.....	5
2.1.2. Características Influyentes en la carne	5
2.1.3. Estructura y composición de la carne de Bovino.....	7
2.1.4. Agua.....	8
2.1.5. Capacidad de Retención de Agua (C.R.A.).....	9
2.1.6. Perfil de textura	10
2.2. Enzimas vegetales	13
2.2.1. Bromelina	13
2.2.2. Papaína.....	14
2.2.3. Usos y aplicaciones.....	15
2.3. Ablandamiento de carnes.....	15
2.3.1. Ablandamiento artificial	15
2.3.2. Ablandamiento mecánico	16
2.4. Análisis fisicoquímico	17
2.4.1. Análisis de pH	17
2.4.2. Análisis de capacidad de retención de agua (C.R.A.)	18
2.4.3. Análisis del perfil de textura.....	19
3 MARCO METODOLÓGICO	21
3.2. Materiales.....	21
3.2.1. Materiales.....	21
3.2.2. Equipos	22

3.2.3	Reactivos.....	22
3.3	Tratamientos estudiados	22
3.4	Diseño experimental.....	23
3.5	Método estadístico	23
3.6	Análisis de la varianza.....	23
3.7	Manejo del experimento	24
3.8	Metodología.....	24
3.8.1	Extracción del látex de la papaya.....	24
3.8.2	Extracción de la enzima a la piña (<i>Ananas comosus</i>).....	27
3.8.3	Preparación de la solución ablandadora	29
3.8.4	Ablandamiento de la carne de vacuno	30
3.8.5	Análisis a la carne inyectada.....	30
3.9	Variables	32
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1	pH.....	33
4.2	Capacidad de retención de agua (C.R.A).....	35
4.3	Dureza.....	36
4.4	Masticabilidad.....	39
4.5	Cohesividad.....	40
4.6	Elasticidad	42
4.7	Correlaciones	44
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
	BIBLIOGRAFÍA.....	48
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos obtenidos en la extracción de Papaína.....	26
Tabla 2. Datos obtenidos en la extracción de Bromelina	28
Tabla 3. Datos del Texturómetro con el que se realizaron los análisis instrumentales (TPA)	32
Tabla 4. Comparación de repeticiones de Duncan 5%.....	33
Tabla 5. ANDEVA del pH.....	34
Tabla 6. Comparación de análisis de C.R.A.	35
Tabla 7. ANDEVA del CRA.....	36
Tabla 8. Comparación de Dureza	37
Tabla 9. ANDEVA de Dureza.....	37
Tabla 10. Comparación de Masticabilidad	39
Tabla 11. ANDEVA de masticabilidad	40
Tabla 12. Tabla de Cohesividad	41
Tabla 13. ANDEVA de cohesividad	41
Tabla 14. Comparaciones de Elasticidad.....	43
Tabla 15. ANDEVA de elasticidad	43
Tabla 16. Correlaciones entre los análisis del Perfil de textura (TPA)	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Disminución del pH después del sacrificio	18
Gráfico 2. Manejo del experimento	24
Gráfico 3. Diagrama de proceso de la extracción de enzima.....	26
Gráfico 4. Diagrama de Proceso de la extracción de la enzima Bromelina .	27
Gráfico 5. Diagrama de procesos de la Solución Ablandadora.....	29
Gráfico 6. Resultados del Análisis de pH.....	33
Gráfico 7. Resultados de los análisis de Capacidad de Retención de Agua.	35
Gráfico 8. Resultados del TPA - Dureza	36
Gráfico 9. Resultados de la TPA – Masticabilidad	39
Gráfico 10. Resultados del TPA - Cohesividad.....	40
Gráfico 11. Resultados del TPA - Elasticidad	42
Gráfico 12. Correlación entre Dureza vs Capacidad de Retención de Agua	44
Gráfico 13. Correlación entre Capacidad de Retención de Agua vs pH	44
Gráfico 14. Correlaciones entre los Análisis de TPA	45

RESUMEN

La bromelina y papaína son enzimas proteolíticas ampliamente utilizadas en la industria cárnica para disminuir la dureza y mejorar ciertas características físico-químicas. El objetivo de la presente investigación fue demostrar la mejor combinación porcentual entre ambas enzimas inyectadas manualmente en la carne, las cuales fueron extraídas previamente de la piña y papaya respectivamente. La bromelina se obtuvo de la piña (*Ananas cosmosus*) al licuar y tamizar el corazón; la papaína fue obtenida del látex, la cual se logró del rayado de la corteza de la papaya criolla (*Carica papaya*), luego de introducirlo en un horno esterilizador a 50°C por 3 horas. Posteriormente se generaron 5 diferentes Tratamientos que fueron inyectados en la carne contrastando cada uno con una muestra testigo (sin adición de enzimas); las mediciones fueron llevadas a cabo después de tres horas de la adición, con la ayuda de un Texturómetro con el fin de evaluar objetivamente el TPA, también se realizaron análisis de pH basándose en la norma INEN 783 y la capacidad de retención de agua (CRA) por el método de centrifugación a cada Tratamiento. Utilizando el programa estadístico infostat se logró determinar con un 95 % de confianza que el tercer Tratamiento propuesto reportó diferencias significativas respecto a la muestra testigo, puesto que disminuyó el nivel de dureza de la carne en un 47 %, comprobándose el ablandamiento de la carne, aproximándose a la hipótesis planteada tal como se lo propuso.

Palabras Claves: Carne, Papaína, Bromelina, Enzimas, Dureza, Textura, pH, CRA.

ABSTRACT

The bromelain and papain are proteolytic enzymes widely used in the meat industry for reducing the hardness and enhance certain physical and chemical characteristics. The aim of this research was to demonstrate the better combination of enzymes percentage injected into the meat, which were previously extracted from pineapple and papaya respectively. Bromelain was obtained from pineapple (*Ananas cosmosus*) after liquefied and sifted the pineapple core. The papain was obtained from the latex, obtained by a skin stripped of the papaya criolla (*Carica papaya*). After that, it was put into a sterilizer oven at 50 ° C for 3 hours. Subsequently, 5 different treatments were generated, treatments that were injected into the meat, to check each one with a control sample (without addition of enzyme). The tests were carried out after three hours the injection, In order to analyze objectively the texture we evaluated the TPA and the pH analysis was performed based on the standard INEN 783 and Water retention capacity (WRC) by a centrifugation method to each treatment. Using a statistical software "InfoStat" it was determined about 95 % confidence that the third treatment was significantly different to the control sample. Because the hardness level of the meat decreased by 47 %. This shows the meat softening, approaching to the hypothesis as proposed.

Keys Words: Meat, Papain, Bromelain, Enzymes, Hardness, Texture, WRC, pH.

1. INTRODUCCIÓN

Se denomina carne a toda parte comestible del músculo animal posterior al sacrificio, cuyo color característico fluctúa entre blanco rosáceo al rojo oscuro. La cual forma parte de una dieta equilibrada, aportando valiosos y beneficiosos nutrientes para la salud. Además contiene importantes niveles de proteínas, vitaminas, minerales y micronutrientes, esenciales para el crecimiento y el desarrollo (Food and Agriculture Organization, 2014, pág. 1).

Según la FAO el consumo per cápita de carne en algunos países industrializados es alto 76.1 kg; en los países en desarrollo un consumo per cápita de carne es 33.7 kg, lo que debe considerarse insuficiente y con frecuencia causa subnutrición y malnutrición. Para combatir de manera eficaz la malnutrición y la subnutrición, deben suministrarse 20 g de proteína animal per cápita al día o 7.3 kg al año (FAO, 2014, pag 1).

La FAO indica que la carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como también de pequeñas cantidades de carbohidratos; desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. La carne es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no están fácilmente disponibles en las dietas vegetarianas (FAO, 2015, pág. 2).

Algunos de los procesos metabólicos que suceden en el músculo después de la muerte del animal, se consideran por finalizado al entrar a la etapa de rigor mortis, sin embargo, la carne se la considera apta para el consumo humano luego de culminada la maduración.

En el proceso de obtención de la carne, luego del faenamiento, el músculo sufre una transformación postmortem, dependiendo de ciertos factores como son, edad, raza, sexo, alimentación, entre otros, que influyen en el apareamiento de varios defectos sobre sus características, siendo el perfil de textura, la capacidad de retención del agua (CRA), pH y algunos de los indicadores de calidad de la carne.

La etapa de maduración es fundamental para obtener un grado de terniza adecuado gracias al ablandamiento de la carne, por la acción de las enzimas proteolíticas endógenas las cuales actúan degradando progresiva y selectivamente a las miofibrillas de la carne.

El uso de ablandadores en la carne, mayormente compuesto de proteasas, inicia la ruptura de la integridad de los filamentos musculares contraídos debido a la rigidez cadavérica, así como de las triples hélices de colágeno. La suavidad del tejido conectivo varía de acuerdo con el contenido de colágeno en la carne. Se pueden usar enzimas proteolíticas. Las enzimas vegetales (papaína, bromelina y ficina) son las que se usan principalmente como ablandadoras. Unas siendo más eficientes para degradar el colágeno y otras a la actomiosina (Garibay, Quintero, y Lopez-Munguia, 2004, pág. 231).

La presente investigación tiene por objeto determinar el efecto de la adición de la mezcla de Bromelina y Papaína en diferentes proporciones sobre las características de calidad de la carne vacuna.

1.1. Planteamiento del problema

¿Cómo influye el uso de una mezcla de bromelina y papaína en diferentes proporciones sobre el perfil de textura, la capacidad de retención del agua y pH de la carne del ganado bovino?

1.2. Justificación

Según la FAO se estima que en el mundo más de 2 000 millones de personas sufren carencias de vitaminas y minerales fundamentales, en particular vitamina A, yodo, hierro y zinc. Dichas carencias se producen cuando las personas tienen un acceso limitado a alimentos ricos en micronutrientes como carne, pescado, frutas y hortalizas.

Es por esto que las personas buscamos consumir carne de buena calidad, que no necesite de un proceso de cocción prolongado para ablandarla, ya que podría perder ciertos nutrientes, vitaminas y que resulte suave al proceso de masticación para que ésta sea apta para todas las personas.

Ecuador tiene la suficiente cantidad de carne para satisfacer el consumo de sus habitantes. Cada año se procesan alrededor de 220 000 toneladas métricas, que se obtienen del millón de reses faenadas en camales formales, de acuerdo con la Federación Nacional de Ganaderos. Según la Asociación de Ganaderos del Litoral se producen al año 300 millones de libras de carne. Se destinan 1 760 000 cabezas de ganado para la producción.

No obstante la terneza en la carne es una de las características más importantes para el consumidor, ya que es la cualidad de cortar y masticarse previo a su deglución. La terneza en la carne se ve afectada por varios factores tales como: pH, temperatura y cantidad de enzimas presentes. Lo que ayuda a la ruptura de los filamentos musculares que se contraen en la rigidez cadavérica (Garibay, Quintero, y Lopez-Munguia, 2004, pág. 231).

Uno de los principales problemas de la carne es la dureza debido a que para la comercialización de carnes, se faenan animales de avanzadas edades; no todos los comercios pueden sacrificar animales jóvenes sino que por disponibilidad existen los animales conocidos como desechos de lechería

que son vacas que han terminado su ciclo productivo y bordean edades entre 8 y 9 años o más, cuyo fin inmediato es el sacrificio para su posterior aprovechamiento.

Es por esto que se busca mejorar la calidad y disminuir la dureza de la carne sin usar aditivos químicos ni ablandadores mecánicos, sino con ablandadores de origen vegetal, usando las enzimas de ciertas frutas como la Papaya y la Piña, ya que estas poseen las propiedades proteolíticas que combinadas pueden ayudar a disminuir la dureza de la carne.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- Determinar el efecto de la adición de la mezcla de Bromelina y Papaína en las características físico químicas de la carne vacuna en 3 horas de Tratamiento.

1.3.2. Específicos

- Realizar el proceso de extracción de las enzimas.
- Determinar el procedimiento más apropiado para la incorporación de la mezcla.
- Evaluar el perfil de textura de modo instrumental, pH y CRA de la carne sometida a la mezcla de las enzimas.

Hipótesis₁

La dureza de la carne disminuirá más de un 40 % con el Tratamiento 50/50 de las enzimas.

Hipótesis₀

La dureza de la carne disminuirá en un porcentaje menor o igual al 40 % con el Tratamiento 50/50 de las enzimas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. La carne

Uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano es la carne, debido a que aporta proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B, minerales como hierro, zinc y fósforo y ácidos grasos esenciales (Hedrick, Aberle, Forrest, Judge, y Merkel, 1994, págs. 1-7).

2.1.1. Características de la carne

Según las estadísticas de la Food and Agriculture Organization (FAO) en el año 2012, la producción mundial de carne fue igual a 302.4 millones de toneladas. La carne de cerdo es la que más contribuye al suministro mundial de carne (109 millones de ton.), seguida por la de pollo (92.8 millones de ton.) y en tercer lugar la carne de vacuno (63.2 millones de ton.) (Araneda, 2015, pág. 1).

La composición química de la carne es diferente según distintos factores, tales como, especie, raza, alimentación, edad, sexo y zona anatómica (Ordoñez y De la hoz, 1999, pág. 5).

2.1.2. Características Influyentes en la carne

2.1.2.1. Aromas

El aroma es una característica de la carne la cual varía según la especie y la edad del animal, siendo más acentuado en los adultos y en los machos. Por lo general se perciben modificaciones a medida que transcurre el tiempo y las temperaturas de almacenamiento que van aumentando desde lo agradable hasta pasar por olores rancios, ácidos y/o pútridos. La aparición del aroma característico en la carne cruda se debe a la reacción no

enzimática de Maillard, la cual tiene lugar entre los azúcares reductores y aminoácidos, conduciendo a la formación de carbonilos (Almada, 2004, pág. 1).

2.1.2.2. Sabores

El sabor de la carne cruda es muy similar al de sangre, ligeramente salino. Como el parámetro anterior, este último también varía dependiendo de la especie, edad, tipo de alimentación y lugar de conservación; no obstante la concentración de componentes sápidos y el aumento del pigmento mioglobina tienen una afectación directamente positiva en el sabor de la carne. La carne una vez cocinada, puede afectar a su sabor final una cocción prolongada ya que puede generar ácido sulfhídrico (H_2S) afectando así en su aroma y sabor final (Almada, 2004, pág. 1).

2.1.2.3. Colores

Está directamente relacionada a la cantidad de mioglobina presente en la carne. También influye el contenido de hierro, lo cual está asociado al tipo de músculo y a la alimentación recibida por el animal. La molécula de mioglobina tiene un oxidrilo que puede ser sustituido por oxígeno, dando la coloración roja brillante característica en la superficie de la carne fresca como producto de la formación de oximioglobina, pero por otra parte el hierro que también forma parte de la molécula de mioglobina al oxidarse pasa de la forma bivalente a trivalente dando una coloración marrón (Almada, 2004, pág. 1).

2.1.2.4. pH

El pH es un valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrogeno presentes en una disolución. Es medido en una escala del 1 al 14, en la cual 7 significa que la sustancia

es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indican que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica. Un punto de pH significa una concentración diez veces mayor o menor que la anterior o posterior en la escala. Podemos decir entonces que un pH de 5 es 100 veces más ácido que uno de 7 (neutro) (Zimmerman, 2008, págs. 141-153).

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el periodo post-mortem: el establecimiento del rigor mortis y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular (Zimmerman, 2008, págs. 141-153).

En un músculo en reposo, el adenosin tri-fosfato (ATP) sirve para mantener el músculo en estado relajado. Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular (Zimmerman, 2008, págs. 141-153).

2.1.3. Estructura y composición de la carne de Bovino

El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin”. La carne se compone de agua, proteínas y aminoácidos, minerales, grasas y ácidos grasos, vitaminas y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos (FAO, 2015, pág. 1).

Desde el punto de vista nutricional, la importancia de la carne deriva de sus proteínas de alta calidad, que contienen todos los aminoácidos esenciales, así como de sus minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. La carne es rica en vitamina B12 y hierro, los cuales no están fácilmente disponibles en las dietas vegetarianas (FAO, 2015, pág. 1).

2.1.4. Agua

Cuantitativamente representa el 76 % de la carne roja magra, razón por la cual tiene influencia sobre la calidad de la carne afectando la jugosidad, consistencia, terneza, color y sabor. Por ser el medio universal de las reacciones biológicas, su presencia influye en los cambios que ocurren en la carne durante su almacenamiento y procesado (Arango, Amézquita, Restrepo y Restrepo, 2001, pág. 32).

El contenido de humedad en la carne es importante principalmente en el tejido muscular magro; el tejido adiposo por su misma naturaleza, no contribuye a incrementarlo, por lo tanto a mayor contenido de grasa de un corte menor contenido de humedad. Debido a la configuración de la molécula de agua, donde los átomos de Hidrógeno están unidos al átomo de Oxígeno formando un ángulo de 109 E, la molécula de agua presenta dipolo, habilitándola para interactuar con otras sustancias mediante fuerzas eléctricas. Esta carga eléctrica del agua le permite formar soluciones y coloides al asociarse con los grupos reactivos eléctricamente cargados de las proteínas musculares. Algunos factores influyen el número de grupos reactivos de las proteínas y su habilidad para ligar agua. Los de mayor influencia para las proteínas musculares son resultado de los cambios y transformaciones post-mortem, relacionados con la producción de ácido láctico, pérdida del ATP y cambios en la estructura celular asociados con la actividad proteolítica de algunas enzimas presentes en el músculo (Arango, Amézquita, Restrepo y Restrepo, 2001, pág. 32).

2.1.5. Capacidad de Retención de Agua (C.R.A.)

La importancia de la mordida, la cual está asociada con la jugosidad, es un atributo de calidad que contribuye a la aceptabilidad de la carne y los productos cárnicos por parte del consumidor. La importancia de la mordida y del concepto de jugosidad mientras se consumen estos alimentos es difícil de describir y cuantificar, sin embargo, tiene un gran efecto sobre los demás atributos sensoriales de la carne. La resequedad está asociada con el decremento de los demás atributos de palatabilidad, especialmente con la carencia de sabor y el incremento de la dureza, y a su vez está íntimamente relacionada con la capacidad de retención de agua (Arango, Amézquita, Restrepo, y Restrepo, 2001, pág. 42).

La Capacidad de Retención del Agua (CRA) del tejido muscular, tiene efecto directo durante el almacenamiento sobre las pérdidas presentadas. Así, cuando un tejido tiene una C.R.A. baja, las pérdidas de humedad y por lo tanto de peso son considerablemente altas. Generalmente la pérdida de humedad tiene lugar en la superficie muscular de la canal expuesta al ambiente de la cava durante el almacenamiento, por lo tanto deben manejarse y controlarse las condiciones de almacenamiento. La naturaleza de las interacciones proteína-agua y proteína-proteína es críticamente importante para saber si una proteína funcionará en un sistema alimenticio como una dispersión coloidal o como un precipitado insoluble (Arango, Amézquita, Restrepo, y Restrepo, 2001, pág. 42).

Las proteínas están rodeadas de capas de agua a manera de un caparazón. Este es el agua más íntimamente ligada a las moléculas de proteína y consta de pocas moléculas (menos de 100) de agua por molécula de proteína, que están fuertemente ligadas en zonas hidrofílicas específicas. Más externamente, existen varias capas de agua, compuestas de 102 - 105 moléculas, ligadas más débilmente. Tanto estas capas como las anteriores, constituyen el agua no congelable. Además rodeando estas capas, existen varias. (Totosaus, 2006, pág. 12).

El agua presente en la carne puede considerarse agregada en formas diferentes, de acuerdo con la fortaleza con que se encuentre unida al músculo. Según esta consideración, del 4 al 5 % del agua total se halla unida directamente a los grupos hidrófilos de las proteínas miofibrilares. Este tipo de unión química es fuerte, de tal manera que el agua perteneciente a este grupo sufre muy poca alteración de tipo físico o químico al producirse algún cambio en la carne, aún de la modificación de la capacidad de retención de agua de la misma, por cambios en la carga eléctrica de la proteína. Un segundo tipo comprende el agua que está presente en el músculo, atrapada debido a la configuración geométrica de las proteínas miofibrilares, sin estar unida a ellas, la cual se conoce como agua inmovilizada. La tercera forma es la llamada agua libre o suelta, que resulta expulsada al comprimir levemente el músculo, y en cuya unión participan escasamente fuerzas de Van der Waals (Chou y Morr, 1979, págs. 53A-61A).

2.1.6. Perfil de textura

2.1.6.1. Definición de textura y factores que la afectan

Según la norma ISO 5492:2 la textura se define como “todos los atributos mecánicos, geométricos y superficiales de un producto, perceptibles por medio de receptores mecánicos, táctiles y, si es apropiado, visuales y auditivos” (Braña, Ramirez, Rubio, Sanchez, Torrescano, Arenas, Partida, Ponce y Ríos, 2011, pag 31).

La textura (dureza/terneza) es una de las características sensoriales más importantes de la carne, la cual es considerada en la evaluación de calidad por parte del consumidor, siendo la que determina en mayor medida su aceptación. Además, está relacionada con el estado e interacción de las diferentes estructuras del músculo y sus componentes (miofibrillas, tejido conjuntivo y agua) (Braña et al., 2011, pág. 31).

Las causas que dan lugar a la variación en la ternura de la carne son muy diversas, pero entre las más importantes se puede mencionar la especie, raza, sistema de producción, sistema de refrigeración y congelado, maduración de la carne, el acortamiento de los sarcómeros (estado de contracción muscular), cantidad y características del tejido conjuntivo, temperatura de cocción de la carne e inclusive el uso de sistemas de (Braña et al., 2011, pág. 31).

La medida instrumental de la textura fue propuesta como una alternativa a la evaluación sensorial con el fin de superar los principales inconvenientes de esta, debido a la gran variabilidad en los resultados, la dificultad de la ejecución de las pruebas y a las peculiaridades de la interpretación de los resultados (Braña et al., 2011, pág. 32).

La determinación de textura, puede ser llevada a cabo por métodos instrumentales, como pueden ser los mecánicos (corte, compresión, penetración, etc.), así como por métodos sensoriales. El uso de métodos mecánicos ha sido ampliamente revisado por un gran número de autores (Braña et al., 2011, pág. 32).

Los métodos instrumentales se pueden clasificar en tres categorías:

- Fundamentales: hacen referencia a los mecanismos que simulan bien la masticación, y la presión de los dedos; sin embargo, se correlacionan muy poco con la evaluación sensorial (Braña et al., 2011, pág. 33).
- Imitativos: permiten medir los parámetros que la experiencia ha señalado que están relacionados con las percepciones sensoriales, imitando con instrumentos las condiciones a las que se somete la comida en la boca o en el plato (Braña et al., 2011, pág. 33).
- Empíricos: cubren una miscelánea de test tales como punzamiento, corte, extrusión, y otros, que aunque pobremente definidos se han encontrado

bastante correlacionados con la calidad de la textura y con la evaluación sensorial. (Braña et al., 2011, pág. 34).

2.1.6.2 Dureza de la carne

La textura o dureza de la carne es uno de los parámetros más importantes de calidad de la carne y depende de muchos factores, que pueden ser antemortem: especie, raza, edad. Prerigor: caída del pH, acortamiento por frío, rigor de descongelación o postrigor: pH final, método de cocinado, por mencionar algunos. La edad es uno de los factores que más afecta la textura de la carne, los animales jóvenes con menor cantidad de tejido conectivo y músculos en desarrollo producen carne más blanda, como el lechón o la ternera. Los mecanismos de ablandamiento de la carne incluyen el empleo de enzimas, las cuales pueden ser exógenas, que pueden ser de origen vegetal: como la papaína que se extrae de la papaya, la ficina del higo o la bromelina de la piña, o de origen microbiano, como las proteasas producidas por el género *Pseudomonas*, sin embargo éstas últimas son poco usadas. También se encuentran las enzimas endógenas que pueden ser de 2 tipos: las de tipo ácido, lisosomales como las catepsinas y las ácidas y dependientes del calcio como las calpaínas (Ponce y Perez, 2013, pág. 27),

2.1.6.3 Cohesividad de la carne

La cohesividad de la carne se define como el mayor o menor grado de unión que pueden tener los trozos de carne para producir un sistema. Son varios los factores que influyen en la cohesividad de la carne, en consecuencia de la capacidad de retención de agua: (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 34)

- a. **Tamaño de partícula.-** Debido a que la cohesividad es una consecuencia de la interacción de las proteínas, principalmente las solubles en soluciones salinas, entre mayor sea la cantidad de

proteínas extraídas se tendrá mayor cohesión. La reducción de tamaño rompe gran cantidad de células musculares, liberando el contenido intracelular. De esta forma aumenta la disponibilidad de las proteínas miofibrilares (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 34).

- b. **Temperatura.-** La cohesión es un proceso iniciado por un aumento de temperatura. En el intervalo de temperatura interna de 35-82 °C, se observa un aumento considerable en la cohesión (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 34).
- c. **Grasa.-** Al aumentar el contenido de grasa, disminuye la fuerza de cohesión. (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 35)
- d. **pH.-** A pH menor a 4, no hay cohesión (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 35).
- e. **Aditivos.-** Debido a que las proteínas miofibrilares son las responsables de la cohesividad, al aumentar el cloruro de sodio (NaCl) añadido al sistema aumenta la cohesividad (Instituto de Investigación y Desarrollo de Educación Avanzada, 2006, pág. 35).

2.2. Enzimas vegetales

2.2.1. Bromelina

En la piña se han encontrado cuatro tipos representativos de endopeptidasas, las llamadas bromelina del tallo, del fruto, 15 ananaina y comasina. La bromelina es una enzima proteolítica de la piña, esta puede tener una afinidad hacia las cadenas polipeptídicas dependiendo de su origen (tallo o fruto) (Coello y Hidalgo, 2013, págs. 15-16).

La bromelina del fruto es una cistein-proteasa de carácter ácido, se trata de una glucoproteína aparentemente homogénea, que hidroliza enlaces peptídicos, la cual se encuentra conformada por un residuo amino terminal, la valina y su carboxilo terminal, la glicina (Coello y Hidalgo, 2013, págs. 15-16).

La bromelina fue introducida por primera vez como un compuesto terapéutico en 1957. Se encontró en concentraciones altas en la piña y puesto que la bromelina se deriva de una fuente natural, exhibe gran variabilidad en su actividad fisiológica, aún cuando su actividad proteolítica sea la misma. La bromelina no es estable al calor, por tanto su actividad fisiológica puede ser afectada por un procesamiento inadecuado o por las condiciones de almacenamiento (Montoya y Miano, 2011, pág. 2).

2.2.2. Papaína

La papaína (EC 3.4.22.2) es una enzima proteolítica que está presente en el látex de las frutas de la *Carica papaya*, se extrae del látex de la papaya donde se encuentra en una concentración de 10 % aproximadamente; tiene un peso molecular de 21 000 Da, tiene tres puentes disulfuro, un rango de pH óptimo de 6.5 a 7.8. Es una proteasa no muy específica (Badui, 2006, pág. 648).

Gracias a la acción de los principios activos este látex se ha convertido en un negocio industrial y farmacéutico, que se comercializa en todo el mundo, con acentuada demanda en los mercados europeos y norteamericanos. Se considera que el creciente negocio mundial relacionado con la papaína, actualmente se calcula en unos 100 millones de dólares anuales. Además el uso principal de esta enzima es como mejorador de la textura de las carnes (Baron y Garcia, 2013, pág. 10).

La papaína es una enzima proteolítica presente en las papayuelas, la cual tiene alta actividad biológica y, es ampliamente usado en diferentes líneas

medicinales, aislamiento de células, detergentes, cosméticos, industria dermatológica, y en alimentos principalmente como clarificador de cerveza y ablandador de carne. Basados en la última aplicación, se evidencia la importancia de extracción de la enzima, ya que la calidad organoléptica de la carne percibida actualmente por los consumidores es la evaluación de la ternura en el momento de consumo lo que es su principal criterio de compra, por lo cual su utilización debe ser una preocupación por el productor para que no afecte la cadena de distribución (Benavides, Bedoya, Gil y Millan, 2012, pág. 3).

2.2.3. Usos y aplicaciones

El uso de ablandadores en carne, mayormente compuestos de proteasas, inicia la ruptura de la integridad de los filamentos musculares contraídos debido a la rigidez cadavérica, así como de las triples hélices de colágeno. La suavidad del tejido conectivo varía de acuerdo con el contenido de colágeno, al diámetro de las fibras perimisiales y al entrecruzamiento de las fibras de colágeno. El colágeno empieza a acortarse a temperaturas de 60 a 70 °C y se convierte en gelatina a los 80 °C, este proceso a la vez influye en el ablandamiento de cortes con alto contenido de colágeno depende del método de cocción y de la temperatura final (Garibay, Quintero y Lopez-Munguia, 2004, pág. 231).

2.3 Ablandamiento de carnes

2.3.1 Ablandamiento artificial

Diversas sustancias con acción degradadora, se han utilizado en la industria con el propósito de ablandar la carne. Entre ellas podemos destacar, hexametáfosfato de sodio, ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) y cloruro de calcio. El hexametáfosfato de sodio inyectado en jamones de cerdos a través de la arteria femoral, a los 15 minutos después del sacrificio (hasta incrementar en el 5% el peso de la pieza), provoca el aumento del pH. Los ácidos orgánicos (acético, cítrico y láctico) aumentan la solubilidad y

la cantidad total de colágeno, así como la fuerza de corte de la carne además el ácido acético mejora la ternera de la carne y este ácido de igual manera disminuye la fuerza de corte del tejido conjuntivo del epimisio en filetes de temerá reestructurados (Rubio, 1992, pág. 18).

2.3.2 Ablandamiento mecánico

Según la Food and Drugs Organization (FDA) el Ablandamiento mecánico es la manipulación de la carne con penetración profunda a través de procesos que pueden ser conocidos como "ablandamiento por cuchillas", "uso de ablandadores de carne Jaccard", "clavado de lancetas", "clavado de agujas" o uso de cuchillas, lancetas, agujas o cualquier dispositivo mecánico. El "ablandamiento mecánico" no incluye los procesos en los que se INYECTAN soluciones en la carne (Food and Drug Administration , 2009, pág. 2).

El efecto que el ablandamiento mecánico tiene sobre la ternera, ya sea a través de cuchillas o agujas, se ha atribuido a la parcial destrucción del tejido conjuntivo y/o severidad de las fibras musculares, todo lo cual lleva a una reducción de la resistencia en la fuerza de corte y masticación, que consecuentemente produce un ablandamiento de la carne (Rubio, 1992, pág. 19).

El efecto que el ablandamiento mecánico tiene sobre la calidad de la carne se mide a través de métodos objetivos (fuerza de corte: W-B, Instrom, etc) y subjetivos (panel de evaluación": entrenado y de consumidores). Ambos métodos no siempre concuerdan en los resultados. (Rubio, 1992, pág. 19).

2.4 Análisis fisicoquímico

2.4.1 Análisis de pH

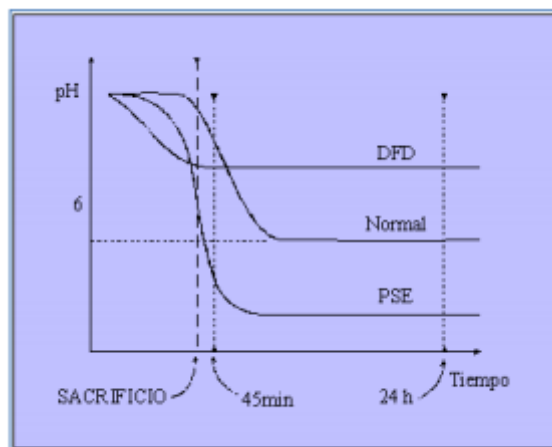
Un manejo incorrecto del ganado previo a la faena no permite una evolución post-mortem normal, por lo que los procesos bioquímicos y biofísicos que se desencadenan después de la muerte del animal para que el músculo se transforme en carne, no se pueden desarrollar con el suficiente glucógeno (fuente de energía) para transformarlo en ácido láctico (responsable de la acidez), por lo que no se logra el pH normal de la carne, que es del orden de 5.6 a 5.8. Al verse alterado el proceso de evolución post-mortem, se crean las condiciones para la aparición del fenómeno “corte oscuro”; el color de la carne aparece alterado (oscuro), así como también su textura. Estos cambios no le hacen perder a la carne su aptitud para el consumo humano pero acortan su durabilidad, ya que el pH elevado de la carne vacuna favorece el crecimiento bacteriano al no inhibir ni la supervivencia ni la reproducción bacteriana, lo que hace que el producto tenga una vida útil más corta que lo normal. Desde el punto de vista sanitario el proceso de maduración de la carne con el correspondiente descenso del pH es muy importante porque por debajo del valor 5.8 denominado “zona de protección ácida” se logra la inactivación del virus de la Fiebre Aftosa (Robaina, 2012, pág. 4).

Instantes después del sacrificio de los animales, en el músculo comienzan una serie de cambios metabólicos. El hecho más significativo es que se incrementa progresivamente la cantidad de ácido láctico como consecuencia de que el músculo consume las propias reservas de glucógeno. El incremento del contenido de ácido láctico se mide mediante el valor de pH, de modo que el aumento del contenido de este ácido en el músculo se relaciona con un descenso progresivo del valor de pH. Transcurridas aproximadamente 24 horas desde el sacrificio de los animales, el valor de pH se encuentra en torno a 5.5. Este es el valor que se considera "óptimo"

para que se desarrolle correctamente el proceso de maduración de la carne (Instituto Técnico y de Gestión Ganadero,s.f., pág. 39).

La evolución del valor de pH durante las 24 horas siguientes al sacrificio de los animales se detalla en el Gráfico 1. La medida del valor de pH a las 24 horas después del sacrificio de los animales es un parámetro que se emplea para determinar la calidad de la carne, de modo que valores de pH alejados del valor 5.5 se relacionan con anomalías en los fenómenos bioquímicos que ocurren durante la maduración de la carne y en consecuencia con alteraciones en las propiedades organolépticas de la misma como son el color, la jugosidad y la textura (ITG GANADERO,s.f., pág. 39).

Gráfico 1. Disminución del pH después del sacrificio



Fuente: Braña et al. (2011:9).

2.4.2 Análisis de capacidad de retención de agua (C.R.A.)

La capacidad de retención de agua se puede definir como la aptitud de la carne para mantener ligada su propia agua, incluso bajo la influencia de fuerzas externas (presión, calor, etc.), o también como la aptitud para fijar agua añadida (Swatland, 1991, pág. 313).

La CRA es influenciada (hasta cierto punto) por el pH del músculo, mientras más alejado este el pH del punto isoeléctrico de las proteínas del músculo, más agua se retendrá. Por ejemplo, en valores superiores a 5.8 de pH, se favorece la capacidad de las proteínas para ligar las moléculas de agua. Además del pH, otros factores que afectan la CRA, son la especie de que proviene la carne, el tipo de fibra, la estabilidad oxidativa de sus membranas, el proceso de maduración, y de ser el caso, el sistema utilizado para congelar y descongelar las carnes (Braña et al., 2011, pág. 13).

2.4.3 Análisis del perfil de textura

El análisis de perfil de textura (TPA) es uno de los ensayos de compresión más usados para alimentos. Con este análisis se obtiene el perfil de la fuerza que debe aplicarse para masticar un alimento sometiendo una muestra, en dos ocasiones consecutivas, a una fuerza, simulando el esfuerzo de la mandíbula al morder. Empleando valores bajos de tasas de compresión (20 %) de las muestras de carne, es posible determinar el comportamiento de la estructura miofibrilar sin la intervención de tejido conectivo, debido a que las fibras se despliegan pero no han sufrido deformación y empleando tasas de deformación altas (80 %), se determina la resistencia correspondiente al tejido conectivo (Lepetit y Culioli, 1994, págs. 203-237).

Las propiedades relacionadas con la textura son las características de calidad más buscadas por el consumidor (Lawrie, 1998, págs. 77-79) y se caracterizan por ser difíciles de definir ya que igual que el color, las propiedades de textura de una misma muestra pueden tener diferente significado para cada persona. Sin embargo, existen factores que pueden alterar esta característica como la cantidad y solubilidad de colágeno, el potencial proteolítico, el pH, el tamaño de las fibras y de los haces musculares, la especie, la edad, la raza, condiciones de estrés ante-mortem, el sexo, el tipo de músculo, la longitud de sarcomero, la fuerza iónica y la

degradación miofibrilar. El contenido de grasa intramuscular también tiene cierta influencia sobre las propiedades de textura (Hernandez y Rincón, 2009, pág. 6).

Algunos de los parámetros de un perfil de textura:

Dureza.- Fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares. Se mide en unidades Newton; es una variable de fuerza (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

Cohesividad.- La fuerza que los enlaces internos hacen sobre el alimento; es una variable de relación (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

Elasticidad.- La extensión a la que un alimento comprimido retorna a su tamaño original cuando se retira la fuerza. Su unidad de medida es en metros (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

Masticabilidad.- La energía requerida para masticar un alimento sólido hasta que está listo para ser ingerido. Es una variable de trabajo y su unidad de medida es el Newton (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

Gomosidad.- La energía requerida para desintegrar un alimento semisólido de modo que está listo para ser ingerido. Es una variable de fuerza y su unidad de medida es en Newton (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

Con relación a las propiedades de los alimentos sólidos y semisólidos, la Masticabilidad y la Gomosidad no deberían ser consideradas para ambos tipos de alimentos, debido a que cada grupo tiene características diferentes. Los productos semisólidos sufren una deformación permanente, por lo tanto no tienen elasticidad y es incorrecto cuantificar la Masticabilidad y la Gomosidad en TPA de productos sólidos. De tal manera que para los productos sólidos, se haga referencia a la Masticabilidad y que la Gomosidad se aplique a productos semi-sólidos (Ramirez, 2004, págs. 46-47).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del Ensayo

La extracción y purificación de enzimas se realizó en las instalaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en los laboratorios y la planta de industrias cárnicas, de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, así como los análisis físicos químicos requeridos.

3.2 Materiales

Para realizar la extracción de las enzimas y los análisis a las muestras se usaron:

3.2.1 Materiales

- Soporte universal
- Papayas
- Piñas
- Vasos de precipitación
- Cuchillos
- Frascos de vidrio
- Probeta
- Vaso de precipitación o funda hermética
- Tubos de ensayo para centrifuga
- Espátula
- Pipeta de 10ml.
- Agitador de vidrio.
- Fundas ziploc
- Cuchillos
- Jeringas
- Carne de res

3.2.2 Equipos

- Potenciómetro *Oakton*
- Balanza analítica Shimatzu
- Centrífuga K PLC series
- Molino pequeño o una licuadora marca *Oster*.
- Texturómetro universal *Brookfield CT3*
- Termómetro digital
- Refractómetro Digital *Atago*
- Balanzas *Toro Rey* y *Shimatzu*
- Horno Esterilizador o Estufa *Gemmyco*
- Refrigeradora

3.2.3 Reactivos

- Baño de hielo
- Solución de NaCl 0.6M
- Agua destilada
- Bromelina
- Papaína

3.3 Tratamientos estudiados

Los Tratamientos estudiados fueron los siguientes:

Tratamiento 1: 100 % de Bromelina y 0 % de Papaína

Tratamiento 2: 75 % de Bromelina y 25 % de Papaína

Tratamiento 3: 50 % de Bromelina y 50 % de Papaína

Tratamiento 4: 25 % de Bromelina y 75 % de Papaína

Tratamiento 5: 0 % de Bromelina y 100 % de Papaína

Testigo sin enzimas

3.4 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar.

3.5 Método estadístico

Se aplicó una prueba de igualdad de varianzas a las proporciones de enzimas utilizadas, para encontrar las diferencias significativas entre: pH, dureza y C.R.A de carne.

Mediante pruebas instrumentales, luego de tres horas de haber inyectado las enzimas, se determinó la proporción de enzima a utilizar.

Se realizó la correlación entre la Dureza y el C.R.A; el pH y el C.R.A; Dureza y los otros análisis de TPA.

3.6 Análisis de la varianza

Se generaron 6 Tratamientos, cada uno se replicó 5 veces. El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación. Los 5 primeros Tratamientos, contenían diferentes concentraciones de enzimas previamente inyectada. El sexto Tratamiento fue el blanco o testigo.

R= 5 T= 6 E=3

ANDEVA

F de V	GI
Tratamientos	5
Error	24
Total	29

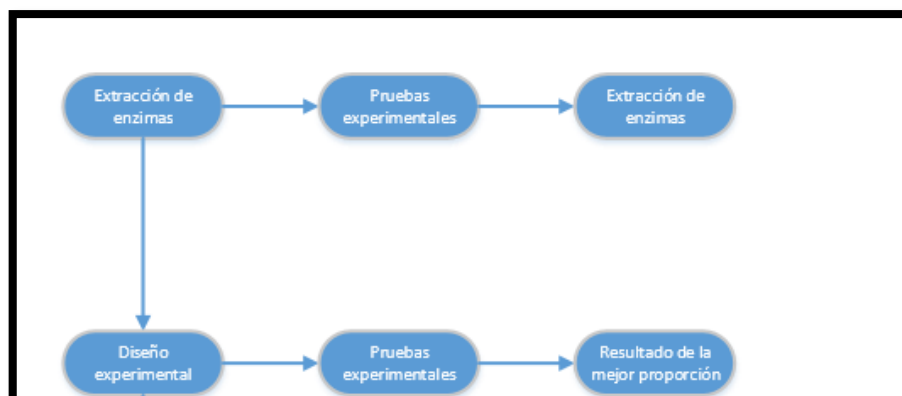
3.7 Manejo del experimento

Las enzimas Papaína y Bromelina fueron extraídas de las frutas papaya (*Carica papaya*) y piña (*Ananas cosmosus*) respectivamente, posteriormente se generó los Tratamientos con diferentes proporciones de enzimas.

El experimento ejecutado se basó en 5 Tratamientos cada uno con distintos porcentajes y proporciones de las enzimas previamente extraídas, para compararlas con un testigo.

El corte usado para determinar los cambios en la característica física químicas de la carne vacuna fue pulpa prieta, a cada muestra se le inyectó el 3 % de cada Tratamiento, representativo al peso de la misma. Cada Tratamiento se replicó 5 veces para finalmente compararlos frente a un testigo y poder definir luego de tres horas de haberles adicionado los Tratamientos a cada muestra, cuál fue el más óptimo en cuanto ablandamiento mejoramiento de perfil de textura.

Gráfico 2. Manejo del experimento



Elaborado por la autora

3.8 Metodología

3.8.1 Extracción del látex de la papaya

Para la obtención del látex de la papaya se realizó:

1. Limpiado del área donde se trabajó y los instrumentos utilizados en el proceso de extracción del látex.
2. Seleccionado frutos verdes en etapa de crecimiento.
3. Lavado y secado de las frutas con papel toalla para evitar contaminaciones.
4. Pesado de papayas.
5. Realizado de incisiones verticales con un cuchillo de 1 a 2 mm de espesor.
6. Recolectado del látex retirado de la fruta.

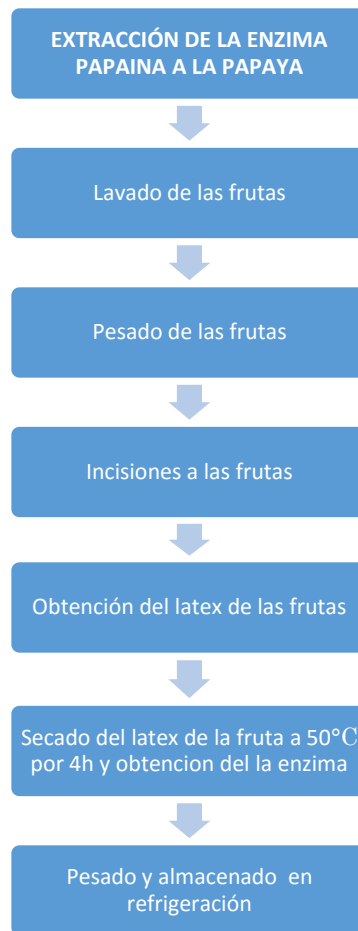
3.8.1.1 Procesamiento del látex de la papaya

Para preservar la actividad proteolítica de la enzima, se procesó inmediatamente el látex luego de su extracción. Así como también el proceso de secado.

A continuación se detalla cada uno de los pasos que se siguió en el procesamiento del látex con el secado con estufa. (Aguirre y Castillo, 2009, págs. 2-3)

1. Encendido del horno esterilizador a una temperatura de 50 °C.
2. Pesado de caja Petri.
3. Vertido del látex a secar en la caja Petri.
4. Secado en la estufa por aproximadamente 3 horas a 50 °C.
5. Chequeado constantemente el estado del látex dentro de la estufa.
6. Pulverizado de látex granulado.
7. Pesado de caja Petri con producto.
8. Pulverizado de látex seco con un mortero.
9. Almacenado del polvo en un frasco de vidrio oscuro bien sellado y rotulado.
10. Refrigerado, para un mejor mantenimiento de la enzima en refrigeración.

Gráfico 3. Diagrama de proceso de la extracción de enzima



Elaborado por la autora

Tabla 1. Datos obtenidos en la extracción de Papaína

Papayas	Peso (lb)	pH	°Brix	Gr. De enzima seca	Tiempo de secado
3	4.09	5	14.5	20.56	3 horas
4	8.28	5.6	12.6	9.06	3.5 horas

Elaborado por la autora

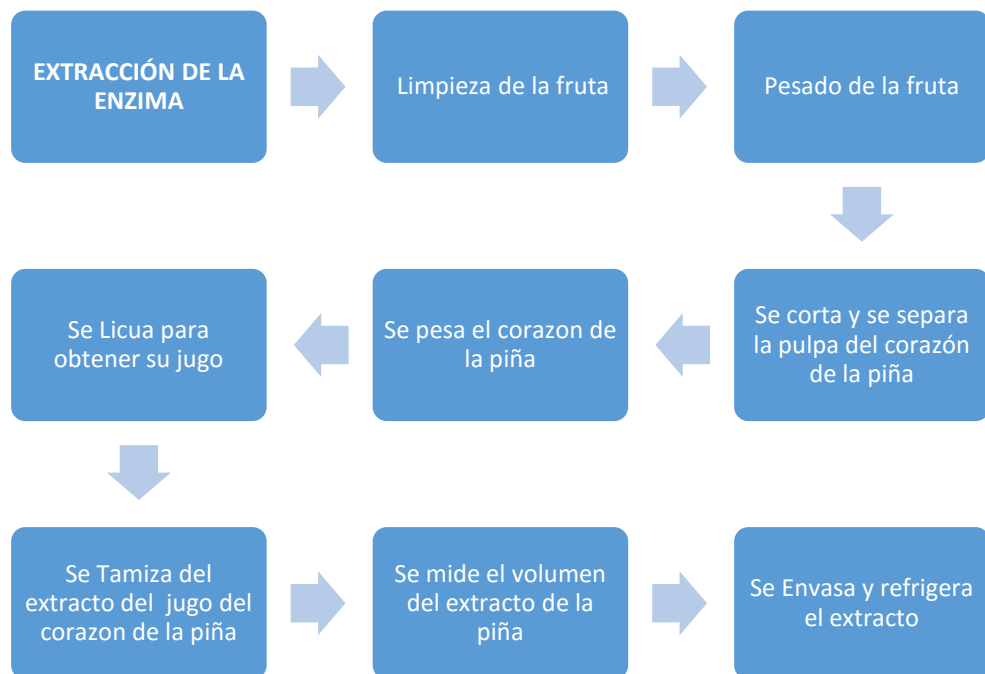
Finalmente se calculó el porcentaje de rendimiento con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento de extracción} = \frac{\text{peso del latex obtenido seco (g)}}{\text{peso del latex obtenido (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento de extracción} = 44 \%$$

3.8.2 Extracción de la enzima a la piña (*Ananas comosus*)

Gráfico 4. Diagrama de Proceso de la extracción de la enzima Bromelina



Elaborado por la autora

3.8.2.1 Extracción de la bromelina (Montoya y Miano, 2011, págs 3-4)

Procedimiento

- Lavado y limpieza de fruta.
- Corte y separación del corazón de la piña.
- Licuado de pulpa y corazón de la piña.
- Filtrado.
- Cuantificado de volumen extraído.

Tabla 2. Datos obtenidos en la extracción de Bromelina

Piñas	Peso de piña (lb)	Peso del corazón de la Piña	Jugo del extracto del corazón de la piña (ml)	pH	°Brix
4	6.48	1.80	820ml.	3.5	12.2

Elaborado por la autora

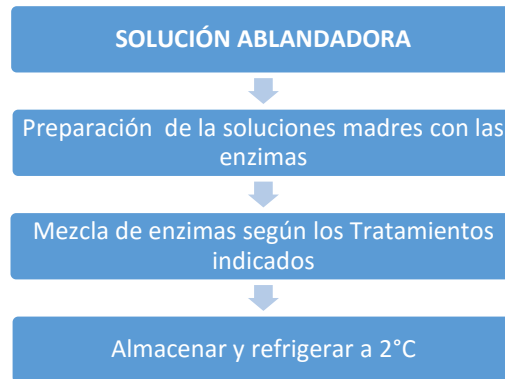
Cálculo del rendimiento de la enzima:

$$\% \text{ Rendimiento de extracción} = \frac{\text{peso del extracto obtenido (g)}}{\text{peso del corazon de la piña (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Rendimiento de extracción} = 45 \%$$

3.8.3 Preparación de la solución ablandadora

Gráfico 5. Diagrama de procesos de la Solución Ablandadora



Elaborado por la autora

Procedimiento

- Mezclado de soluciones de las enzimas Bromelina y papaína en los respectivos recipientes, poniendo las proporciones indicadas en los Tratamientos.
- Adicionamiento del 25 % de agua destilada, correspondiente al peso de polvo de látex obtenido.
- Elaborado y rotulado de Tratamientos.
 - En el Tratamiento 2 se calculó y se agregó 25 % de papaína y 75 % de bromelina.
 - En el Tratamiento 3 se calculó y se agregó el 50 % de papaína y de bromelina.
 - Y por último en el Tratamiento 4 se hicieron los cálculos y se agregó 75 % de papaína y 25 % de Bromelina; y se los refrigeró hasta q se pudieran usar.

3.8.4 Ablandamiento de la carne de vacuno

Procedimiento (Montoya y Miano, 2011)

1. Selección de corte de carne vacuno, pulpa prieta con 24 horas de postmortem.
2. Lavado y acondicionamiento de muestras con diferentes dimensiones
3. Adicionamiento del 3 % de cada Tratamiento con respecto al peso de la muestra.
4. Almacenamiento en refrigeración (4 °C) por 3 horas.

3.8.5 Análisis a la carne inyectada

3.8.5.1 Determinación de pH según la norma INEN 783 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1985)

Procedimiento

1. Pesado de 10 g de carne y se colocó en la funda hermética.
2. Adicionamiento de 90 ml. De agua destilada, agitado y macerado durante una hora.
3. Lectura de pH.
4. Limpieza de equipo usado.

3.8.5.2 Capacidad de retención de agua (C.R.A.)

Método de centrifugación (Guerrero, Ponce, y Pérez, 2002)

Procedimiento

1. Molido de 10 g de muestra previamente inyectada con el Tratamiento.
2. Acondicionamiento de muestras en tubos de centrifugas, colocando 5g de muestra en los tubos con 8 ml de solución de Cloruro de Sodio (NaCl) 0.6 M.
1. Agitado durante 1 minuto.

2. Enfriamiento de tubos, en un baño de hielo durante 30 min.
3. Agitado de muestra durante 1 minuto.
4. Centrifugado de muestra durante 15 min a 10. 000 rpm.
5. Cálculo final.

Cálculos

Los resultados se expresaron como la cantidad de mililitros de solución de Cloruro de Sodio (NaCl) 0.6 M retenidos por 100 g de carne.

$$\begin{aligned} & \text{ml de NaCl 0.6 M retenidos por 100 g de carne} \\ &= \frac{[(8\text{ml} - \text{ml recuperados en el sobrenadante})]}{5\text{g}} \times 100 \end{aligned}$$

3.8.5.3 Análisis Instrumental de textura

Para obtener una información más precisa sobre la textura (ablandamiento de la carne del corte pulpa prieta), mediante un análisis de perfil de textura (TPA), fue realizado con la ayuda de un Texturómetro universal Brookfield CT3.

El Análisis instrumental de textura fue realizado en los laboratorios de bromatología de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) con el Texturómetro; y las dimensiones de las muestras inyectadas con los Tratamientos fueron de 50 mm de ancho 50 mm de largo y 15 mm de profundidad.

Las muestras de carne del corte anteriormente indicado fueron analizadas en el Texturómetro luego de 3 horas de haber sido inyectadas.

Obteniendo valores de Dureza, Cohesividad, Elasticidad y masticabilidad.

Tabla 3. Datos del texturómetro con el que se realizaron los análisis instrumentales (TPA)

Descripción	Marca	Modelo	Serie
Texturómetro	Brookfield	CT3-4500	8406102
Tipo Test:	APT	Tpo. Recuperación	0 s
Objetivo:	5.0 mm	Mismo activador	Exacto
Esperar t:	0 s	Velocidad Pretest	2 mm/s
Carga Activación:	0.049 N	Fr. Muestreo	10 points/sec
Vel. Test:	1.0 mm/s	Sonda	TA43
Velocidad Vuelta:	1 mm/s	Elemento	TA-RT
Contador ciclos:	2	Celda Carga	4500 g

Fuente: ESPOL – Laboratorio de Bromatología FIMCP

3.9 Variables

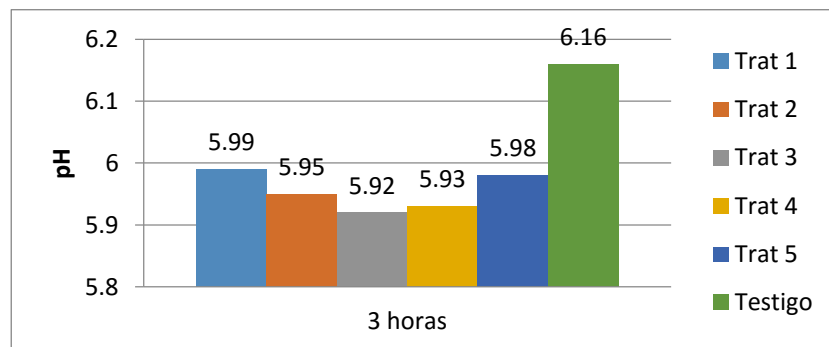
Las Variables estudiadas al final del experimento y los resultados fueron los siguientes: pH, capacidad de retención de agua (CRA), dureza, masticabilidad, cohesividad, elasticidad. Correlaciones entre: C.R.A y dureza; CRA y pH; cohesividad – Elasticidad - Masticabilidad y Dureza.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados obtenidos según los análisis realizados al corte de carne bovina (pulpa prieta) inyectada y sin inyectar los distintos Tratamientos, con diferentes proporciones y mezclas de las enzimas tanto de bromelina como de papaína.

4.1 pH

Gráfico 6. Resultados del Análisis de pH



Elaborado por la autora

Tabla 4. Comparación de repeticiones de Duncan 5 %

Trat.	Repeticiones					Σti		Prom ¹
	1	2	3	4	5			
1	6.07	5.82	6.07	6.00	6.01	29.97	b	5.99
2	5.96	5.87	5.95	5.97	6.00	29.75	b	5.95
3	5.86	5.89	5.87	6.08	5.92	29.62	b	5.92
4	5.91	5.90	5.81	6.08	5.96	29.66	b	5.93
5	5.98	5.95	5.97	6.01	6.00	29.91	b	5.98
6	6.13	6.12	6.28	6.15	6.10	28.24	a	6.16
Promedio	5.90	5.85	5.88	5.97	5.93			
CV (%)	1.30							

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 5. ANDEVA del pH

ANDEVA				
F.V	GI	SC	CM	F
Tratamientos	5	0.18	0.08	6.8*
Error	24	0.15	0.01	
Total	29	0.33		

* Significativos

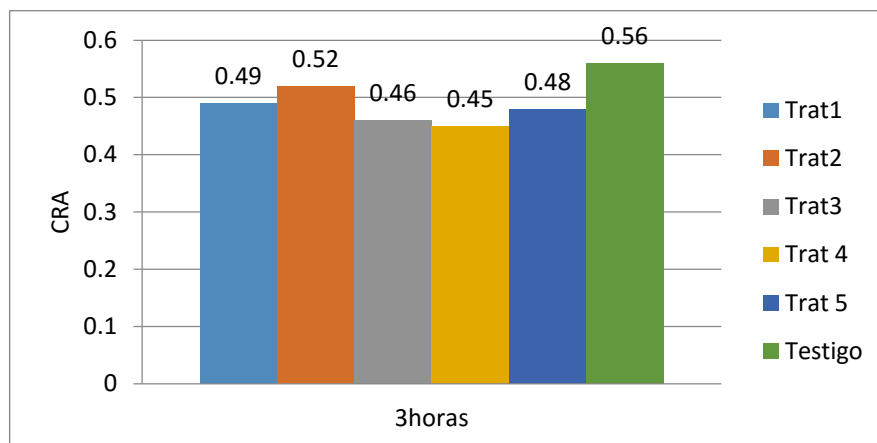
Elaborado por la autora

A partir del faenamiento, el pH decrece hasta valores entre 5.4 a 5.9 a las 24 horas que una carne sea normal, según (Braña et al., 2011). El pH de la carne al inicio de los Tratamientos fue de 6.1, lo que nos indica que el descenso del pH luego del sacrificio del animal ha sido de una carne dura, firme y oscura como lo indica en sus siglas en inglés DFD (Dark, firm dry) de acuerdo a lo anteriormente citado.

De acuerdo al Gráfico 6 y Tabla 4 y 5, los Tratamientos difieren con respecto al testigo un 95 % de confianza, lo que significa que pH disminuye por efecto de la adición de las enzimas bromelina y papaína, ya que éstas tienen niveles de pH que se encuentran entre 3.5 y 5 respectivamente. Cabe indicar que numéricamente se evidencia un valor menor de pH en los Tratamientos 3 y 4, lo que podría ayudar a mejorar el tiempo de vida útil de la carne.

4.2 Capacidad de retención de agua (C.R.A)

Gráfico 7. Resultados de los análisis de Capacidad de Retención de Agua



Elaborado por la autora

Tabla 6. Comparación de análisis de C.R.A.

Trat.	Repeticiones					Σti			Prom ¹
	1	2	3	4	5				
1	0.52	0.40	0.52	0.53	0.49	2.46	b	c	0.49
2	0.65	0.48	0.48	0.46	0.55	2.62	a	b	0.52
3	0.42	0.44	0.42	0.52	0.49	2.29	b	c	0.46
4	0.44	0.44	0.40	0.52	0.47	2.27		c	0.45
5	0.48	0.47	0.48	0.49	0.49	2.41	b	c	0.48
6	0.55	0.54	0.59	0.60	0.53	2.81	a		0.56
Promedio	0.51	0.46	0.48	0.52	0.50				
CV (%)									9.77

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 7. ANDEVA del CRA

ANDEVA				
F.V	gl	SC	CM	F
Tratamientos	5	0.04	0.01	3.66*
Error	24	0.06	0.002	
Total	29	0.10		

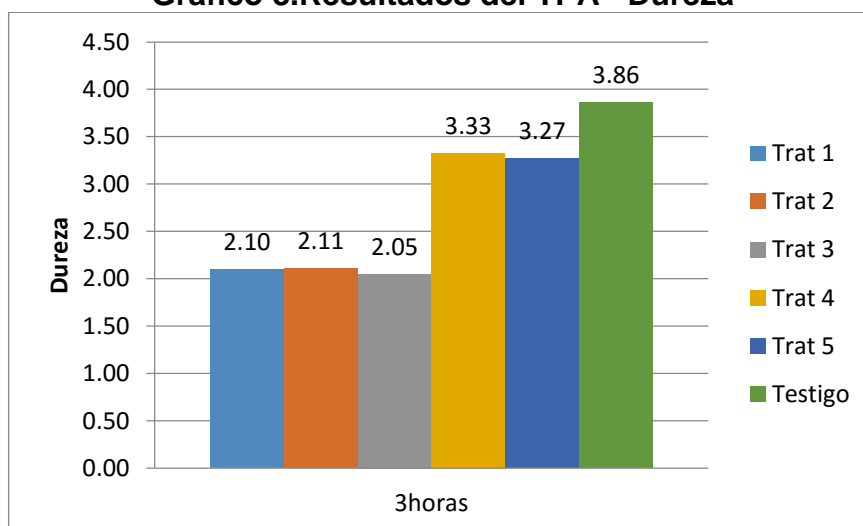
* Significativo

Elaborado por la autora

El Tratamiento testigo difiere significativamente en un nivel de confianza del 95 %, con respecto a los Tratamientos 1, 3, 4 y 5; los Tratamientos 1, 2, 3 y 5 no difieren significativamente entre sí, lo que se replica en los Tratamientos 1, 3, 4 y 5 como se observa en el Gráfico 7 y las Tablas 6 y 7. De esta forma se evidencia una reducción del CRA, debido a que la acción de las enzimas posiblemente rompen las fibras musculares así como lo reporta Miano et al. (2011) en su trabajo sobre el efecto de la papaína en carne vacuna.

4.3 Dureza

Gráfico 8. Resultados del TPA - Dureza



Elaborado por la autora

Tabla 8. Comparación de Dureza

Trat.	Repeticiones					Σt_i		Promedio ¹
	1	2	3	4	5			
1	2.56	2.48	2.65	2.70	2.50	12.89	d	2.58
2	2.60	2.63	2.45	2.48	2.58	12.74	d	2.55
3	2.13	2.10	2.23	2.18	2.09	10.73	e	2.15
4	3.63	3.58	3.65	3.68	3.72	18.26	b	3.65
5	3.40	3.42	3.15	3.51	3.49	16.97	c	3.39
6	5.06	5.12	5.08	5.16	4.98	25.40	a	5.08
Promedio	3.23	3.22	3.20	3.29	3.23			
CV (%)								2.77

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 9. ANDEVA de Dureza

F.V	GI	SC	CM	F
Tratamientos	5	28.00	5.60	690.60**
Error	23	0.19	0.01	
Total	28	28.18		

**Altamente significativos

Elaborado por la autora

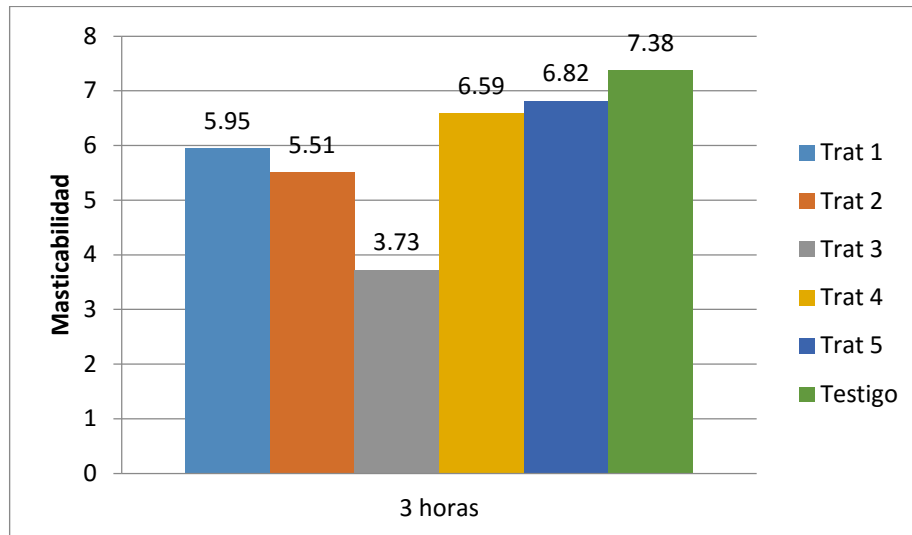
La dureza de la carne es una condición que afecta su consumo. Se han creado métodos para ablandarla, siendo la presente investigación, una alternativa para lograr este fin. Bedoya et al. (2012, pág. 13), en su investigación sobre el ablandamiento de carne bovina con papaína;

menciona que la dureza en la carne disminuye al dejar la enzima actuando y que esto se debe al posible rompimiento de las paredes celulares de la carne, ya que ésta ataca por proteólisis a las fibras musculares y los compuestos del tejido conectivo, logrando así un relajamiento en los enlaces peptídicos de las proteínas.

En la Tabla 8 y 9, la cual indica los valores de dureza, se puede observar que “el testigo” difiere significativamente un 95 % de confianza de los Tratamientos restantes; mientras que entre los grupos de Tratamientos 4, 5 y 1, 2, 3 no se observa una diferencia significativa. Es importante destacar que los Tratamientos 1 y 2 contienen una mayor proporción de bromelina en su formulación, indicándonos esto que posiblemente la bromelina tiene una mayor fuerza de acción sobre la dureza de la carne con respecto al efecto de la papaína, pero que, combinadas en iguales proporciones presentaron los mejores resultados. En el Gráfico 8 se observa que el Tratamiento 3 presentó la menor dureza en relación a los otros Tratamientos aproximadamente un 46 % con respecto al testigo.

4.4 Masticabilidad

Gráfico 9. Resultados de la TPA – Masticabilidad



Elaborado por la autora

Tabla 10. Comparación de Masticabilidad

Trat.	Repeticiones					Σ ti		Prom ¹
	1	2	3	4	5			
1	5.91	5.73	6.12	6.23	5.77	29.76	c	5.95
2	5.62	5.68	5.30	5.36	5.58	27.54	d	5.51
3	3.70	3.65	3.87	3.79	3.63	18.64	e	3.73
4	6.37	6.59	6.78	6.70	6.50	32.94	b	6.59
5	6.70	6.80	6.90	7.00	6.70	34.10	b	6.82
6	7.35	7.44	7.38	7.50	7.23	36.90	a	7.38
Promedio	5.94	5.98	6.06	6.10	5.90			
CV (%)								2.54

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 11. ANDEVA de masticabilidad

ANDEVA				
F.V	GI	SC	CM	F
Tratamientos	5	41.64	8.33	359.05**
Error	24	0.56	0.02	
Total	29	42.20		

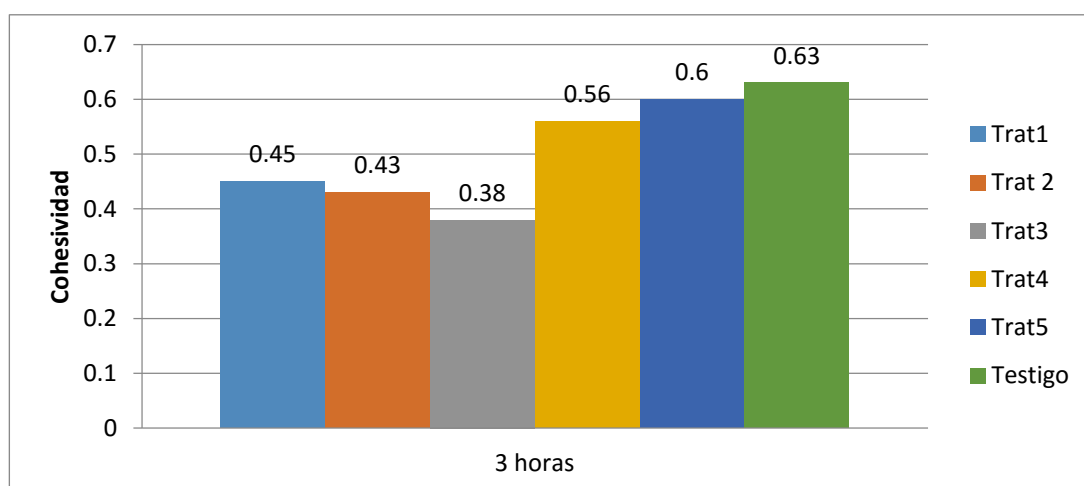
**Altamente significativos

Elaborado por la autora

En el Gráfico 9 y las Tablas 10 y 11 se observa que la masticabilidad del testigo difiere estadísticamente un 95 % de confiabilidad con respecto a los demás Tratamientos; el par de Tratamientos 4 y 5 no presentaron diferencia significativa entre sí; además los Tratamientos 1, 2 y 3 no difieren entre ellos y tuvieron menor masticabilidad. Dicha reducción se puede asociar a la mayor concentración de bromelina, lo cual ratifica lo expresado anteriormente en el caso de la dureza.

4.5 Cohesividad

Gráfico 10. Resultados del TPA - Cohesividad



Elaborado por la autora

Tabla 12. Tabla de Cohesividad

Trat.	Repeticiones					Σti		Prom ¹
	1	2	3	4	5			
1	0.40	0.48	0.50	0.42	0.46	2.26	c	0.45
2	0.40	0.45	0.42	0.49	0.38	2.14	c	0.43
3	0.38	0.40	0.36	0.42	0.35	1.91	d	0.38
4	0.58	0.54	0.53	0.60	0.55	2.80	b	0.56
5	0.63	0.57	0.60	0.61	0.59	3.00	a b	0.60
6	0.62	0.60	0.65	0.63	0.64	3.14	a	0.63
Promedio	0.50	0.51	0.51	0.53	0.50			
CV (%)								6.29

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

Tabla 13. ANDEVA de cohesividad

ANDEVA				
F.V	GI	SC	CM	F
Tratamientos	5	0.25	0.05	49.90**
Error	24	0.02	0.001	
Total	29	0.28		

**Altamente significativos

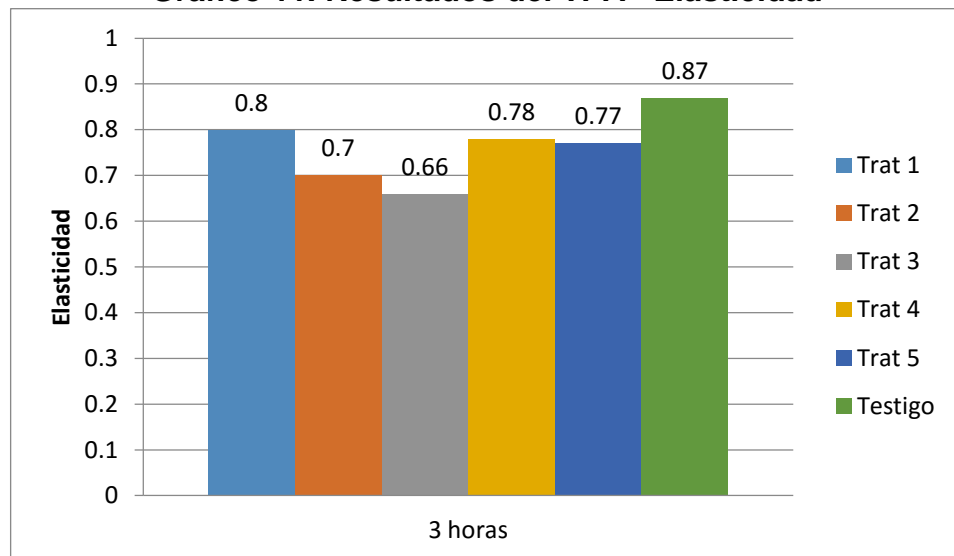
Elaborado por la autora

En el Gráfico 10 y las Tablas 12 y 13 se observa que el testigo difiere estadísticamente en un nivel de confianza del 95 % con respecto a los

demás Tratamientos. El Tratamiento 3 se redujo casi el 40 % de cohesividad, lo que nos indica que este tipo de carne tratada no tendría una funcionalidad adecuada para un posterior procesamiento debido que posee un bajo valor de este indicador; también que el par de Tratamientos 4 y 5 no presentaron diferencia significativa y tampoco el par de Tratamientos 1 y 2; además se apreció que el Tratamiento con menor cohesividad fue el Tratamiento 3. Dicha reducción se puede asociar probablemente a la mezcla en iguales proporciones de las dos enzimas, sin embargo este tipo de carne con valores bajos de cohesividad no tendría utilidad en la elaboración de derivados.

4.6 Elasticidad

Gráfico 11. Resultados del TPA - Elasticidad



Elaborado por la autora

Tabla 14. Comparaciones de Elasticidad

Trat.	Repeticiones					Σti		Prom ¹
	1	2	3	4	5			
1	3.86	3.74	4.00	4.07	3.77	19.44	b	3.89
2	3.95	4.00	3.72	3.77	3.92	19.36	b	3.87
3	3.21	3.16	3.36	3.29	3.15	16.17	c	3.23
4	3.87	3.82	3.89	3.92	3.97	19.47	b	3.89
5	3.78	3.80	3.50	3.90	3.88	18.87	b	3.77
6	4.32	4.37	4.34	4.41	4.25	21.69	A	4.34
Promedio	3.83	3.81	3.80	3.89	3.82			
CV (%)								2.93

Elaborado por la autora

1/ Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Tabla 15. ANDEVA de elasticidad

ANDEVA				
F.V	GI	SC	CM	F
Tratamientos	5	3.13	0.63	49.67**
Error	24	0.30	0.01	
Total	29	3.43		

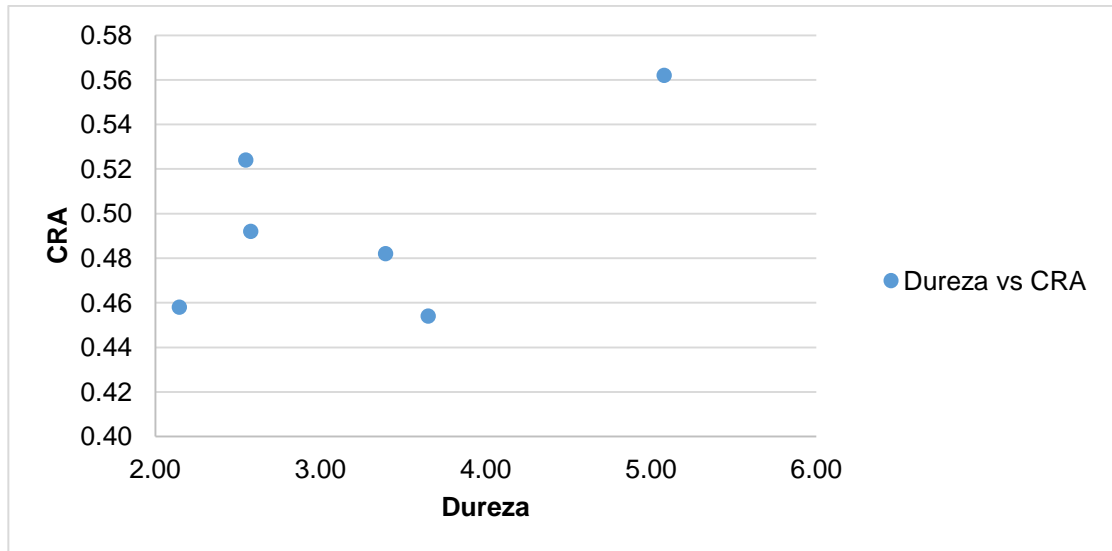
**Altamente significativos

Elaborado por la autora

En el Gráfico 11 y Tablas 14 y 15 se observa que el mayor valor de elasticidad lo presentó el Tratamiento testigo y que los Tratamientos 1, 4 y 5 no presentaron diferencias significativas entre sí; además se apreció que el Tratamiento con menor elasticidad fue el tercero, pudiendo atribuirse a que la mezcla de enzimas bromelina y papaína en la misma proporción, genera una menor elasticidad con respecto a los demás.

4.7 Correlaciones

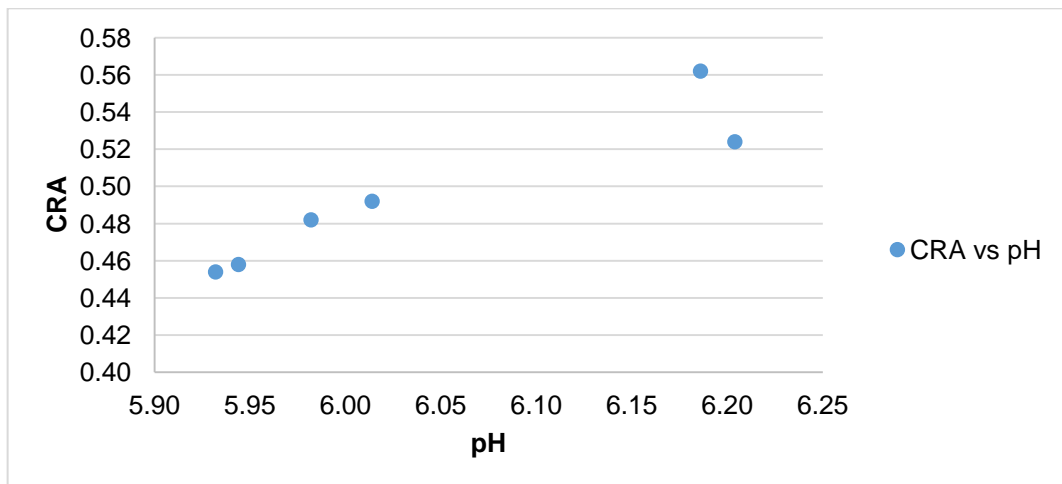
Gráfico 12. Correlación entre Dureza vs Capacidad de Retención de Agua



Elaborado por la autora

En el diagrama de dispersión Gráfico 12 se observa la ubicación de los datos del CRA con respecto a la dureza, evidenciándose una relación débil por cuanto el coeficiente de correlación fue de 0.57.

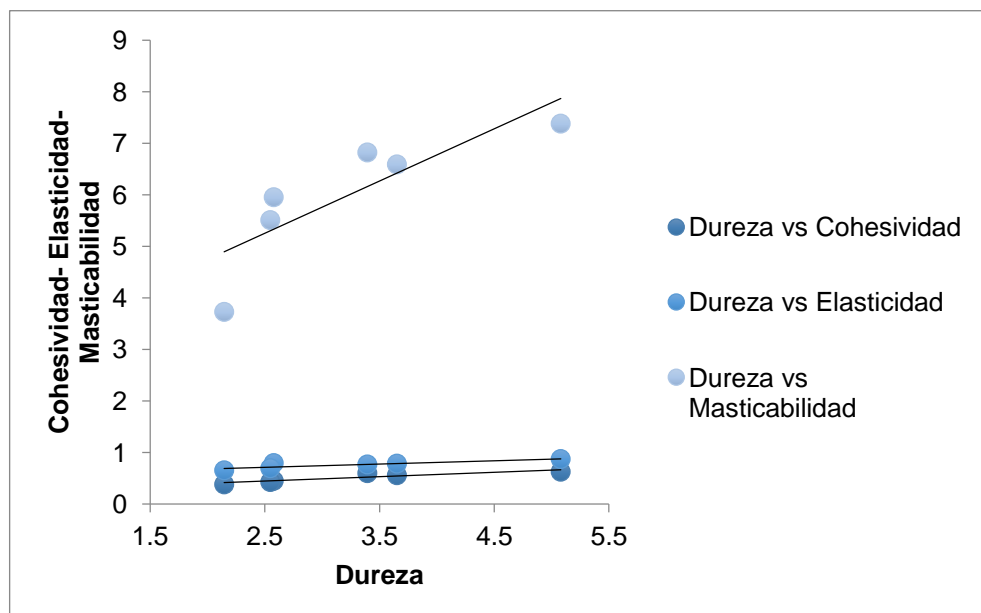
Gráfico 13. Correlación entre Capacidad de Retención de Agua (CRA) vs pH



Elaborado por la autora

En el diagrama de dispersión Gráfico 13 se observa la ubicación de los datos del CRA con respecto a la dureza, evidenciándose una relación fuerte por cuanto el coeficiente de correlación fue de 0.83. Lo que nos indica que a mayor pH mayor es el CRA.

Gráfico 14. Correlaciones entre los Análisis de TPA



Elaborado por la autora

Tabla 16. Correlaciones entre los análisis del Perfil de textura (TPA)

Correlaciones	r=
Dureza Vs Cohesividad	0.903417872
Dureza vs Elasticidad	0.814870738
Dureza vs Masticabilidad	0.837215465

Elaborado por la autora

El Gráfico 14 y Tabla 16 muestra las correlaciones entre los análisis del perfil de textura (TPA) y se puede evidenciar que existe una fuerte correlación positiva entre las variables en los análisis del perfil de textura.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de Titulación donde han actuado sobre la carne bovina 5 Tratamientos con mezcla de enzimas (Bromelina y Papaína) se concluye que:

- Se realizó el proceso de extracción de la enzima (Papaína) utilizando el látex de la Papaya Criolla (*Carica papaya*) y de la Bromelina usando el corazón de la Piña (*Ananas cosmosus*) obteniendo un rendimiento de extracción de 45 % y 44 % respectivamente.
- En el presente trabajo se realizaron los análisis en el corte de carne bovina (pulpa prieta). Con la adición de las enzimas en los Tratamientos, se puede decir con 95 % de confianza que las muestras presentaron una diferencia significativa en el pH con respecto al Tratamiento testigo. Además, en el CRA, se observó que la muestra con un mayor contenido de bromelina, presentó un mayor valor en relación a los demás Tratamientos.
- Se determinó que la adición de la mezcla de las enzimas (bromelina y papaína) obtuvo un efecto de mejora en algunas de las características del corte de la carne bovina como: perfil de textura (dureza, masticabilidad, elasticidad y cohesividad), pH y la Capacidad de Retención del Agua, estos últimos parámetros ayudan a alargar el tiempo de vida útil de la carne.
- Se determinó que el proceso más adecuado para la incorporación de las mezclas de cada uno de los Tratamientos en el corte de carne bovina fue el de la inyección según la bibliografía consultada anteriormente.
- Se evidenció un leve descenso de pH en los Tratamientos 1 y 5 (5.99 y 5.98 respectivamente) ya que contienen de forma independiente bromelina y papaína, obteniendo el menor pH en el Tratamiento 3 que conjuga las dos enzimas; la Capacidad de Retención del Agua tuvo

un comportamiento parecido al disminuir con respecto al testigo, siendo los Tratamientos 3 y 4 los de menor valor de CRA.

- Se concluyó finalmente que el Tratamiento 3, que contiene en iguales proporciones la bromelina y papaína, fue el mejor en cuanto a la disminución en los parámetros de los valores del TPA, obteniéndose una disminución de la textura en aproximadamente 47 %, comprobándose el ablandamiento de la carne, aproximándose a la hipótesis planteada.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación se recomienda lo siguiente:

- Las papayas a usar deben ser verdes y no poseer abolladuras, ni ralladuras previas en la corteza. Además usar guantes al extraer el látex de las papayas puesto que podría haber alguna irritación en la piel.
- No aumentar la temperatura del horno esterilizador mayor a 55 °C ya que la enzima papaína del látex podría evaporarse en su totalidad.
- Mantener la enzima papaína refrigerada y en un frasco oscuro para tenga más tiempo de vida útil.
- Antes de inyectar el corte de carne bovina se debe limpiar y sacar los nervios ya que esto puede afectar al producto final.
- Al relacionar el tiempo de post-mortem y el pH se puede conocer el tipo de carne.
- Mantener el corte de carne bovina sin pérdida de cadena de frío antes y después de la mezcla con las enzimas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E., & Castillo, P. (15 de septiembre de 2009). Extracción y estudio comparativo de las Enzimas proteolíticas del fruto Toronche (*Carica-Stipulata*) y de la papaya (*Carica-Papaya*) y su aplicación en la industria alimenticia. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7532/1/Extraccion%20y%20Estudio%20Comparativo%20de%20las%20Enzimas%20Proteol%C3%ADticas.pdf>
- Almada, C. (14 de 09 de 2004). *Red Alimentaria*. Obtenido de http://www.americarne.com/revista/notas.php?id_articulo=300&tipo=detalles&titulo=EL%20AROMA
- Araneda, M. (20 de Noviembre de 2015). *Edualimentaria*. Obtenido de Carnes y Derivados: <http://www.edualimentaria.com/carnes-cecinas-composicion-propiedades>
- Arango, C., Amézquita, C., Restrepo, R. y Restrepo, D. (2001). *Industria de Carnes*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Badui, S. (2006). *Química del los Alimentos*. Mexico: Editorial Pearson.
- Baron, S., & Garcia, A. (2013). Efectos de la Adición de la proteasa Papaina de *Carica papaya* Y fibra de uva (*Vitis vinifera*) en loganizas crudas. Cartagena De Indias, Colombia. Obtenido de <http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/355/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20SORAYA%20Y%20ADOLFO.pdf>
- Benavides, Y., Bedoya, V., Gil, M. y Millan, L. (03 de febrero de 2012). Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya* L.), por medio del microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina. Colombia.

Obtenido de
<http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/jet/article/view/200/408>

Braña, D., Ramirez, E., Rubio, M., Sanchez, A, Torrescano, G., Arenas, M., Partida, J., Ponce, E. y Ríos, F. (Octubre de 2011). *Manual de analisis de calidad en muestras de carne*. Colon, Queretaro, Mexico: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf>

Chou, D., y Morr, C. (1979). Proteins - Water Interactions and functional properties. En D. H. Chou, *Journal of the American Oil Chemist Society* (págs. 53A- 61A).

Coello, D., y Hidalgo, J. (2013). Comparación de la Concentración y Actividad Enzimática de la Bromelina a partir de la pulpa de la piña (Ananas Comosus) variedad perolera de dos grados de madurez. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89709/D-79793.pdf>

FAO. (05 de Marzo de 2015). *Composicion de la carne*. Obtenido de Departamento de Agricultura y proteccion del consumidor: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html

Food and Agriculture Organization (FAO). (25 de Noviembre de 2014). *Consumo de Carne*. Obtenido de Departamento de Agricultura y Proteccion del Consumidor: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>

Food and Drug Administration (FDA). (2009). Capitulo 1 'Propositos y definiciones. 2. Estados Unidos: Food and Drugs (FDA=. Obtenido de

<http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM283599.pdf>

Garibay, M. G., Quintero, R., & Lopez-Munguia, A. (2004). *Biotechnologia Alimentaria*. Mexico: LIMUSA S.A.

Guerrero, I., Ponce, E., y Pérez, M. (2002). Curso practico de tecnologia de carnes y pescado. Mexico.

Hedrick, H., Aberle, E., Forrest, J., Judge, M., y Merkel, J. (1994). *Principles of Meat Science* (Third Edition ed.). Dubuque, Iowa: Kendall/ Hunt Publishing Company.

Hernandez, J., y Rincón, G. (2009). Efectos de los grupos raciales bovinos en las características de calidad de la carne. *NACAMEH Vol. 3*, 1-20. Obtenido de http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v3n1/Nacameh_v3n1_001Hernandez&Rincon.pdf

Hernandez, J., y Ríos, G. (2009). Efectos de los grupos raciales bovinos en las características de calidad de la carne. *NACAMEH Vol. 3*, 1-20. Obtenido de http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v3n1/Nacameh_v3n1_001Hernandez&Rincon.pdf

Instituto de Investigacion y Desarrollo de Educación Avanzada(2006). En *Procesamiento de cárnicos*. México: CONALEP. Obtenido de http://www.conalepslp.edu.mx/biblioteca/manual_08/alimentos-05.pdf

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1985). Norma INEN 783: Carne y Productos Carnicos. Determinacion del pH. Ecuador. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.n.te.0783.1985.pdf>

Instituto Técnico y de Gestión Ganadero (ITG GANADERO). (s.f.). *INTIA*. Obtenido de

<http://www.itgganadero.com/docs/itg/docs/monograficos/Calidadcarnevac/35-43-c.pdf>

Lawrie, R. (1998). Glucolisis post mortem. En *Ciencia de la carne* (págs. 77-79). Zaragoza: Editorial Acribia S.A.

Lepetit, J., y Culioli, J. (1994). Mechanical properties of meat. *Meat Science*. 36, págs. 203-237. Elsevier Ltd.

Montoya, T., y Miano, A. (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. Peru. Obtenido de <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/103/114>

Ordoñez, J. y De la hoz, L. (1999). *Tratado de Nutrición*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.

Ponce, M. y Perez, E. (2013). Manual de practicas de laboratorio. Tecnologia de Carnes. Mexico DF, Mexico. Obtenido de <http://www.izt.uam.mx/ceu/publicaciones/MTC/carnes.pdf>

Ramirez, J. (2004). Caracteristicas Bioquimicas del musculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Barcelona, España. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2004/tdx-0216105-171846/jart1de1.pdf>

Robaina, R. (2012). Definiciones Practicas. *Instituto Nacional de Carnes*. Uruguay. Obtenido de http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf

- Rubio, M. (1992). Parámetros que definen la calidad de la carne. *XVII Jornada Científica*, (pág. 19). Salamanca. Obtenido de http://www.seoc.eu/docs/jornadas/17_jornadas_seoc.pdf
- Swatland, H. (1991). *Estructura y desarrollo de los animales de abasto*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.
- Totosaus, A. (2006). Propiedades Funcionales de Proteínas Musculares. En A. Totosaus, *Cuaderno de Tecnología* (Vol. 2, pág. 12). Mexico: Tecnológico de Estudios Superior de Ecatepec. Obtenido de <http://www.oocities.org/mx/yashka65/CuadernoTecnologiaNo2.pdf>
- Zimerman, M. (2008). pH de la carne y factores que lo afectan. Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Rayado de la papaya y obtención del látex



Elaborado por la autora

Anexo 2. Refractómetro midiendo grados Brix del látex de la papaya (*Carica papaya*)



Elaborado por la autora

Anexo 3. Látex en horno esterilizador a 50° C durante 3-4 horas



Elaborado por la autora

Anexo 4. Pesado de la Piña



Elaborado por la autora

Anexo 5. Pelado de la piña



Elaborado por la autora

Anexo 6. Tamizado del extracto de la pulpa de piña



Elaborado por la autora

Anexo 7. Troceado del corte de carne bovina (pulpa prieta)



Elaborado por la autora

Anexo 8. Muestras de carne y Tratamientos con la mezcla de enzimas



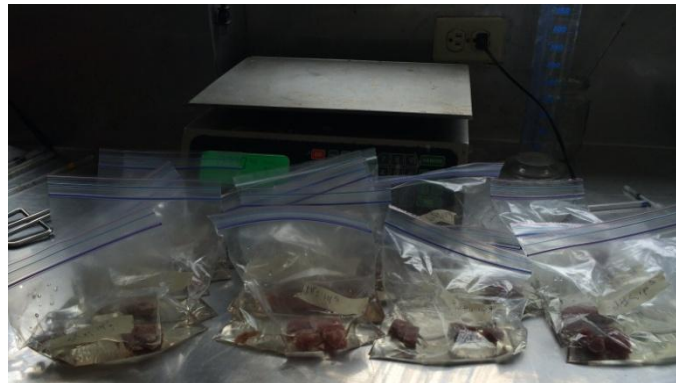
Elaborado por la autora

Anexo 9. Análisis de pH a la muestra



Elaborado por la autora

Anexo 10. Muestras de carne bovina con los Tratamientos inyectados más agua destilada para análisis de pH



Elaborado por la autora

Anexo 11. Muestras de carne con los Tratamientos inyectados para realizar el análisis de C.R.A.



Elaborado por la autora

Anexo 12. Muestra de carne con un Tratamiento inyectado lista para el análisis en el Texturómetro



Elaborado por la autora

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN																		
Actividades / Semana		octubre			noviembre				diciembre				enero				febrero	
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Elección del tema	■																
2	Estructura del tema			■														
3	Realizar anteproyecto				■													
4	Búsqueda de Metodología				■													
5	Extracción de enzimas							■										
6	Análisis de las muestras										■							
7	Procesamiento de Datos										■							
8	Elaboración del borrador del Documento											■						
9	Redacción de Informe												■					
10	Conclusiones y entrega final															■		

Elaborado por la autora

Anexo 13. Presupuesto

Materiales e Insumos	Cant.	Precio U.	Precio total
Papayas	8	\$1.50	\$12.00
Piñas	7	\$1.00	\$7.00
Corte de carne bovina (pulpa prieta)		\$25.00	\$25.00
Agua destilada	1	\$2.50	\$2.50
Papel aluminio		\$1.65	\$1.65
Vasos de plástico		\$1.50	\$1.50
Frascos de vidrio		\$7.00	\$7.00
Cinta de papel		\$1.20	\$1.20
Impresiones		\$48.00	\$48.00
Fundas herméticas			\$3.67
Anillado		\$3.00	\$3.00
Subtotal de Materiales e Insumos			<hr/> \$112.52
Análisis de Textura (ESPOL)		\$28.75	\$862.50
Transporte			<hr/> \$112.00
Total			\$1,087.02

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Marrasquin Briones Ruddy Raquel, con C.C: # 1311680985 autora del trabajo de titulación: **Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna** previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROINDUSTRIAL con Concentración en Agronegocios** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 15 de Marzo de 2016

f. _____
Nombre: Marrasquin Briones Ruddy Raquel
C.C: 1311680985



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna.		
AUTORA:	Marrasquin Briones, Ruddy Raquel		
REVISOR/TUTOR:	Ing. Velásquez Rivera, Jorge Ruperto		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica Para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial con Concentración en Agronegocios		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de Marzo de 2016	No. DE PÁGINAS:	74
ÁREAS TEMÁTICAS:	Mejoramiento de un proceso agroindustrial		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Carne, Papaína, Bromelina, Enzimas, Dureza, Textura, pH, CRA.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>La bromelina y papaína son enzimas proteolíticas ampliamente utilizadas en la industria cárnica para disminuir la dureza y mejorar ciertas características físico-químicas. El objetivo de la presente investigación fue demostrar la mejor combinación porcentual entre ambas enzimas inyectadas manualmente en la carne, las cuales fueron extraídas previamente de la piña y papaya respectivamente. La bromelina se obtuvo de la piña (<i>Ananas cosmosus</i>) al licuar y tamizar el corazón; la papaína fue obtenida del látex, la cual se logró del rayado de la corteza de la papaya criolla (<i>Carica papaya</i>), luego de introducirlo en un horno esterilizador a 50°C por 3 horas. Posteriormente se generaron 5 diferentes Tratamientos que fueron inyectados en la carne contrastando cada uno con una muestra testigo (sin adición de enzimas); las mediciones fueron llevadas a cabo después de tres horas de la adición, con la ayuda de un Texturómetro con el fin de evaluar objetivamente el TPA, también se realizaron análisis de pH basándose en la norma INEN 783 y la capacidad de retención de agua (CRA) por el método de centrifugación a cada Tratamiento. Utilizando el programa estadístico Infostat se logró determinar con un 95 % de confianza que el tercer Tratamiento propuesto reportó diferencias significativas respecto a la muestra testigo, puesto que disminuyó el nivel de dureza de la carne en un 47 %, comprobándose el ablandamiento de la carne, aproximándose a la hipótesis planteada tal como se lo propuso.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0996405411	E-mail: ruddymarrasquin@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Donoso Bruque Manuel Enrique		
	Teléfono: 0991070554		
	E-mail: manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec		

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



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



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación