

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

“Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la terneza de la posta negra de bovino”

Presentado por:

Diana Fabiola Pereira Alvarez

Carné No. 201645185

DPI: 2958 92285 1001

Correo electrónico: fabiolaperealva@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, julio de 2024.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

“Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la terneza de la posta negra de bovino”

Presentado por:

Diana Fabiola Pereira Alvarez

Carné No. 201645185

Asesores:

Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Mazatenango, Suchitepéquez, julio de 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A DIOS:

Por amarme tanto, ser misericordioso, mi fuente de sabiduría y permitirme culminar mi Carrera profesional.

A MIS PADRES:

Pedro Alfredo Pereira Quiché y Patricia Adelina Alvarez Ramírez, por darme la vida, amarme sinceramente y ser mi motivación de mejorar cada día.

A MI HERMANA:

Cindy Stefanía Pereira Alvarez, por ser mi mano derecha, mi mejor amiga, mi pilar y la persona que ha estado conmigo en las buenas y malas. Te amo mucho.

A MI SOBRINA:

Estefani Nicolle Pereira Alvarez, por darme mucha felicidad, amor, paz y ganas de vivir.

A MIS ABUELAS:

María Feliciano Rodríguez (†) y María Luisa Ramírez Matías (†) por haber cuidado de mi con tanto amor y aunque ya no estén, siempre las recordaré con mucho cariño y admiración.

A MIS AMIGOS:

Remberto Estrada (Betio †), Hans Pech, Mishelle Hoffens (†), Melany Maldonado, Oscar García, Adolfo Mejía, Williams Quiñonez, Dulce Linares y Rolando Vásquez (Rolin †) por ser verdaderos amigos, por todo el apoyo brindado y por los buenos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTOS

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE:

Por la formación profesional y ser mi casa de estudio.

AL EQUIPO DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS:

Por los conocimientos recibidos durante mi Carrera y experiencias para mi formación profesional.

Especialmente a MSc. Edgar Roberto Del Cid Chacón, Ph.D. Marco Antonio del Cid Flores, Q.B.

Gladys Calderón Castilla y M.A. Silvia Marisol Guzmán, por su apoyo incondicional en la

realización de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE

| Contenido | No. Pág. |
|---|-----------------|
| RESUMEN..... | vii |
| SUMMARY..... | ix |
| 1. Introducción..... | 1 |
| 2. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 3. Justificación..... | 5 |
| 4. Marco teórico..... | 7 |
| 4.1 Antecedentes..... | 7 |
| 4.2 Carne..... | 8 |
| 4.2.1 <i>Posta de cuarto / posta negra</i> | 9 |
| 4.3 Características fisicoquímicas de la carne..... | 11 |
| 4.3.1 <i>Color</i> | 11 |
| 4.3.2 <i>Textura</i> | 11 |
| 4.3.3 <i>Capacidad de retención de agua</i> | 12 |
| 4.3.4 <i>pH muscular</i> | 14 |
| 4.4 Conversión del músculo en carne, cambios <i>post – mortem</i> | 15 |
| 4.4.1 <i>Glucólisis</i> | 15 |
| 4.4.2 <i>Rigidez cadavérica o rigor mortis</i> | 17 |

| | |
|---|----|
| 4.5 Piña | 18 |
| 4.6 Enzimas..... | 19 |
| 4.6.1 <i>Enzimas proteolíticas</i> | 19 |
| 4.7 Bromelina..... | 20 |
| 4.7.1 Composición química y física de la bromelina..... | 21 |
| 4.8 Ablandadores de carne..... | 24 |
| 4.8.1 <i>Usos y aplicaciones</i> | 24 |
| 4.8.2 <i>Función de los ablandadores de carne</i> | 25 |
| 4.9 Punto de cocción de las carnes..... | 25 |
| 4.9.1 <i>Temperatura de asado</i> | 27 |
| 4.10 Análisis sensorial | 28 |
| 4.10.1 <i>Color</i> | 28 |
| 4.10.2 <i>Terneza</i> | 29 |
| 4.10.3 <i>Aroma</i> | 29 |
| 4.10.4 <i>Atributos y descriptores usados en carnes</i> | 29 |
| 4.10.5 <i>Pruebas sensoriales</i> | 30 |
| 4.10.6 <i>Prueba de comparación múltiple</i> | 31 |
| 5. Objetivos..... | 33 |
| 6. Hipótesis..... | 34 |
| 7. Materiales y métodos..... | 35 |

| | |
|---|----|
| 7.1 Recursos | 35 |
| 7.1.1 Recursos humanos | 35 |
| 7.1.2 Recursos institucionales..... | 35 |
| 7.1.3 Recursos económicos | 35 |
| 7.2 Materiales y equipo..... | 36 |
| 7.2.2 Elaboración de ablandador para carne | 36 |
| 7.2.3 Para evaluación sensorial | 37 |
| 8. Marco operativo..... | 38 |
| 8.1 Primera etapa | 38 |
| 8.1.1 Descripción del proceso | 38 |
| 8.1.2 Formulación..... | 39 |
| 8.1.3 Diagrama de flujo | 40 |
| 8.2 Segunda etapa | 43 |
| 8.2.1 Descripción de los dos factores del análisis sensorial..... | 43 |
| 8.2.2 Obtención del corte de carne..... | 44 |
| 8.2.3 Procedimiento de la preparación del corte de carne previo a la evaluación sensorial.. | 44 |
| 8.2.4 Evaluación sensorial..... | 46 |
| 8.2.5 Descripción del análisis estadístico empleado | 47 |
| 9. Resultados y discusión de resultados..... | 50 |
| 9.1 Estandarización del proceso de elaboración de la harina del pedúnculo de piña | 50 |

| | |
|---|----|
| 9.2 Formulación de ablandador con harina del pedúnculo y sal..... | 53 |
| 9.3 Determinación del efecto ablandador utilizando un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple de la terneza en el corte de posta negra (<i>m. Semimembranosus</i>) en diferentes tiempos de reposo y concentraciones. | 53 |
| 10. Conclusiones..... | 57 |
| 11. Recomendaciones..... | 58 |
| 12. Referencias..... | 59 |
| 13. Anexos..... | 63 |
| 14. Apéndice..... | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura | No. Pág. |
|--|-----------------|
| 1. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial | 31 |
| 2. Diagrama de flujo del ablandador para carne | 40 |
| 3. Deshidratación del pedúnculo de la piña | 66 |
| 4. Empacado al vacío de la harina del pedúnculo de piña | 66 |
| 5. Cocción de la carne con mediación del centro térmico a 60 °C | 67 |
| 6. Asado de la carne | 67 |
| 7. Ejecución de la evaluación sensorial con panelistas | 68 |
| 8. Representación de las muestras colocadas para que las evaluaran los panelistas..... | 68 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla | No. Pág. |
|--|-----------------|
| 1. Propiedades físicas de la bromelina obtenida del tallo | 22 |
| 2. Distribución de la bromelina en la piña | 23 |
| 3. Formulación de ablandador a partir del pedúnculo de la piña | 39 |
| 4. Tabla de datos del proceso | 41 |

| | |
|---|----|
| 5. Análisis de Varianza para un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio..... | 48 |
| 6. Código de las muestras | 54 |
| 7. Resumen de ANDEVA..... | 55 |
| 8. Resultados de la prueba de medias de Tukey | 56 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| Gráfica | No. Pág. |
|--|-----------------|
| 1. Pérdida de humedad en la etapa de deshidratación..... | 51 |

RESUMEN

La ternera es uno de los factores más importantes en la calidad de la carne, la cual depende de la edad del animal, tipo de músculo, etc. Existen cortes que no pueden lograr una suavidad deseada por su posición anatómica. Se han empleado diferentes métodos y técnicas de ablandamiento, las cuales pueden ser físicas, mecánicas, químicas o enzimáticas.

Las enzimas proteolíticas son ampliamente utilizadas para ablandar carne, éstas son una mejor opción ya que son naturales. La piña tiene una enzima llamada bromelina, encontrada inicialmente en las hojas y en el tallo de la planta. Pueden ser buenas en procesos alimenticios aplicados en cárnicos y surgió la inquietud de aprovechar parte de esta fruta, considerando su potencial.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la ternera de la posta negra de bovino. En el documento se muestran los resultados de la evaluación de dos dosis y dos tiempos de reposo en la ternera de la posta negra de bovino. Las dosis evaluadas fueron 4 g/kg y 6 g/kg; por otro lado, los tiempos de reposo fueron de 15 min y 25 min.

La investigación realizada fue de tipo experimental debido a que se analizó el efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña sobre la ternera de la posta negra y se utilizó un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple con panelistas seleccionados empleando una escala de categoría de diferencia de cinco puntos.

Se realizó un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio, teniendo como variable de respuesta la ternera. De esta manera se pudo determinar la eficiencia de la mejor dosis para ablandar.

Como resultado del ANDEVA realizado se determinó que existió diferencia significativa entre los niveles del factor A (dosis), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, dando como resultado que la dosis de 6 g/kg fue la que presentó mejor media en las variables de respuesta.

Por otro lado, se determinó que no existió diferencia entre los niveles del factor B (tiempo de reposo) y que no existió interacción entre los niveles del factor A y los del factor B, por lo que se aceptó la hipótesis nula.

También se establecieron los factores de estandarización en el proceso: tiempo en la etapa de deshidratado; el cual fue de seis horas, en la etapa de tamizado; se estandarizó el tamaño de las partículas de la harina, siendo de 0.400 mm, y en la etapa final del proceso se obtuvo una humedad menor al 15 %, cumpliendo así con la norma del Codex para harinas.

Por último, la formulación del ablandador para carne está compuesta de 80 % de harina de pedúnculo de piña y 20 % de sal.

Se concluyó que la mejor efectividad para ablandar el corte de posta negra estuvo en la dosis de 6 g/kg, con respecto a los tiempos de reposo no presentaron diferencia significativa, es decir que causan el mismo efecto ablandador. Se recomienda utilizar la dosis de 6 g/kg con el menor tiempo de reposo que es de quince minutos, al igual que en la dosis de 4 g/kg, debido a que tienen el mismo efecto ablandador en los dos tiempos de reposo.

PALABRAS CLAVES: *terneza, posta negra, bromelina, efecto ablandador, pedúnculo de piña.*

SUMMARY

Tenderness is one of the most important factors in meat quality, which depends on the age of the animal, type of muscle, etc. There are cuts that cannot achieve the desired softness due to their anatomical position. Different softening methods and techniques have been used, which can be physical, mechanical, chemical or enzymatic.

Proteolytic enzymes are widely used to tenderize meat, these are a better choice since they are natural. Pineapple has an enzyme called bromelain, initially found in the leaves and stem of the plant. They can be good in food processes applied to meat and the concern arose to take advantage of part of this fruit, considering its potential.

The aim of this research was to evaluate the softening effect of pineapple peduncle flour (*Ananas comosus*) on the tenderness of bovine black posta. The document shows the results of the evaluation of two doses and two resting times in the tenderness of the bovine black post. The doses evaluated were 4 g/kg and 6 g/kg; On the other hand, resting times were 15 min and 25 min.

The research carried out was experimental because the softening effect of pineapple peduncle flour on the tenderness of the black pole was analyzed and an objective response test of multiple comparison difference was used with selected panelists using a five-point difference category scale.

A randomized complete block statistical design was carried out with a combinatorial bifactorial arrangement, with tenderness as the response variable. In this way, the efficiency of the best dose for softening could be determined.

As a result of the ANDEVA carried out, it was determined that there was a significant difference between the levels of factor A (dose), so the null hypothesis was rejected and a multiple test of

Tukey's means was performed, resulting in the dose of 6 g/kg being the one with the best mean in the response variables.

On the other hand, it was determined that there was no difference between the levels of factor B (resting time) and that there was no interaction between the levels of factor A and those of factor B, so the null hypothesis was accepted.

Standardization factors in the process were also established: time in the dehydration stage; which was six hours, in the sieving stage; The size of the flour particles was standardized, being 0.400 mm, and in the final stage of the process a humidity of less than 15% was obtained, thus complying with the Codex standard for flours.

Finally, the formulation of the meat tenderizer is composed of 80% pineapple stem flour and 20% salt.

It was concluded that the best effectiveness in softening the cut of black post was in the dose of 6 g/kg, with respect to resting times they did not present a significant difference, that is, they cause the same softening effect. It is recommended to use the dose of 6 g/kg with the shortest resting time of fifteen minutes, as well as the dose of 4 g/kg, because they have the same softening effect in the two resting times.

KEY WORDS: *tenderness, black post, bromelain, softening effect, pineapple peduncle.*

1. Introducción

La carne es un alimento de alto valor nutricional, pero su calidad depende de diversos factores, como la edad, la raza, la alimentación, el manejo *postmortem*, entre otros. La terneza es una de las características más importantes para los consumidores.

Los ablandadores para carne son productos que se comercializan a nivel mundial, se obtienen con facilidad y son usados en las cocinas. Sin embargo, en su mayoría, están elaborados con aditivos dañinos para la salud del consumidor, algunos como los ácidos acéticos que al entrar al cuerpo se convierten en ácidos grasos, provocando en las personas que los consume una probabilidad más alta de aumentar de peso; así mismo el glutamato monosódico que es el potenciador del sabor más utilizado y perjudicial ya que interfieren en la síntesis o liberación de neurotransmisores a nivel cerebral por una acción directa del ácido glutámico o alguno de sus productos de descarboxilación.

Esta investigación desarrolló, formuló y evaluó un ablandador natural hecho a partir del pedúnculo de la piña (*Ananas comosus*) ya que la enzima característica es la bromelina, la cual destaca su acción proteolítica, mejorando la calidad sensorial en lo que se refiere a textura (terneza) de la carne bovina de animales viejos, debido a que la edad es un factor importante que contribuye a la percepción de este atributo sensorial y entre más viejo es el animal su calidad sensorial reduce.

Se realizó en dos etapas, la primera fue la elaboración de la harina del pedúnculo de piña en donde se trabajó con pedúnculos de piña obtenidos un día después del corte para evitar la disminución de sus características funcionales al igual que su calidad como materia prima; así mismo, para tener un control del tiempo de deshidratado se realizó una curva de humedad en donde se evaluaron los factores de tiempo de deshidratado y peso que perdía la muestra, aquí se utilizaron

seis horas para el deshidratado; en la etapa de tamizado se utilizó una criba de 0.400 mm, en donde pasó un 66.67 % de la harina del pedúnculo de piña; ya al finalizar el proceso se obtuvo una harina de pedúnculo de piña con una humedad de 12.84 %, es decir, que está dentro de los parámetros que dicta el CODEX ALIMENTARIUS para harinas, ya que la especificación indica que debe ser menor que 15 %. Después de elaborar la harina se formuló el ablandador para carne, en donde 80 % era harina de pedúnculo de piña y 20 % sal.

En la segunda etapa de la investigación, se realizó el análisis sensorial, en donde se evaluaron dos factores A (dosis) y B (tiempo de reposo), cada uno con dos niveles, Así mismo cuatro tratamientos en los que se utilizó la harina del pedúnculo de piña como ablandador para la carne, en el cual se aplicaron a los cortes con diferentes dosis y tiempos de reposo, comparando los resultados con los obtenidos en una muestra control, la cual fue el corte de carne sin ablandador. Se evaluó por medio de un panel sensorial, empleando un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple de la terneza en el corte de posta negra.

Como resultado del ANDEVA realizado se determinó que existió diferencia significativa entre los niveles del factor A (dosis), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, dando como resultado que la dosis de 6 g/kg fue la que presentó mejor media en las variables de respuesta.

Por otro lado, se determinó que no existió diferencia significativa entre los niveles del factor B (tiempo de reposo) y que no existió interacción entre los niveles del factor A y los niveles del factor B, por lo que se aceptó la hipótesis nula en ambas.

2. Planteamiento del problema

La piña es una de las frutas tropicales más importantes en la producción mundial. “En el 2010, Guatemala se posicionó en el puesto número dieciocho de la producción mundial de piña con un valor de doscientos siete mil ochocientas toneladas métricas. Parte de la cual es procesada industrialmente para ser comercializada dentro y fuera del país” Benítez *et al* (2014).

La industria alimentaria que utiliza esta fruta para la posterior transformación actualmente no aprovecha los subproductos generados y optan por desecharlos, provocando de esta manera un incremento en la cantidad de residuos sólidos de la manufactura respectiva.

Hervé, 1994 “Por otra parte, se encuentra la comercialización de carne bovina (vacas), que puede considerarse con poca ternera, ya que procede de animales mayores, este aspecto va haciendo que la misma pierda su calidad”. La ternera forma parte de la calidad sensorial de la carne que junto con el sabor y la jugosidad determinan las variaciones en la palatabilidad de la carne, en el momento de la degustación por parte del consumidor.

Las plantas de faenado pueden percibir la calidad como un reflejo del peso de carcasa (canal), grado de engrasamiento o conformación, producción de carne magra y ofertas de producto con relación a la demanda del mercado. El tamaño del corte, color de la carne y la grasa, el marmoleo, la apariencia, la inocuidad y/o seguridad de la carne favorecen la preferencia del consumidor por dicho producto. “En adición, para el consumidor la ternera, jugosidad, aroma y sabor se convierten en las características más importantes en la calidad de la carne” (Moloney, 1999 y Fundación Chile, 2000).

En la actualidad, se está utilizando enzimas para mejorar aspectos de calidad en carne bovina de animales viejos, por ejemplo, en la textura, en el cual se destaca la ternera y suavidad.

Con lo planteado, se generó la siguiente interrogante:

¿Cuál será el efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la ternera de la posta negra de bovino?

3. Justificación

La carne de bovino es ampliamente consumida en todo el mundo debido a su sabor, valor nutricional y facilidad en la preparación de diferentes platos. Sin embargo, la ternera de la carne es uno de los atributos más importantes que influyen en la satisfacción del consumidor.

La posta negra es un corte de carne de bovino que se caracteriza por ser relativamente magro, pero puede presentar una textura más dura y también puede ser menos tierno en comparación con otros cortes.

Diversos métodos se han utilizado para mejorar la ternera de la carne, como la maduración en seco y el uso de enzimas. Sin embargo, pueden ser costosos, requieren tiempo adicional o pueden afectar negativamente otras características sensoriales de la carne.

La piña tiene una enzima llamada bromelina; ésta tiene una actividad proteolítica que hidroliza los enlaces peptídicos, es decir, rompen moléculas proteicas, encontrada inicialmente en las hojas y en el tallo de la planta. Pueden ser buenas en procesos alimenticios aplicados en cárnicos con diferentes fines, como cambios en la textura del producto.

Debido a la necesidad de mejorar la calidad de la ternera de la carne y aprovechar los residuos sólidos de la industria, así como a la búsqueda de elaborar alimentos que provean beneficios superiores a los ofrecidos por los alimentos tradicionales y, tomando en cuenta que la ternera es una de las cualidades sensoriales más importantes de la carne, surgió la inquietud de aprovechar parte de esta fruta, considerando su potencial.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña en la ternera de la posta negra de bovino. Además, se estableció la

concentración óptima de harina de pedúnculo de piña necesaria para lograr los mejores resultados en términos de terneza.

Esta investigación es relevante desde el punto de vista científico y práctico. En primer lugar, se espera que los resultados contribuyan al conocimiento científico existente sobre el uso de ingredientes naturales para mejorar la terneza de la carne bovina. En segundo lugar, ya demostrado que la harina del pedúnculo de piña tiene un efecto ablandador significativo en la posta negra, se espera ser un aporte importante para la industria cárnica, ya que proporciona una alternativa más económica y natural a los métodos convencionales de ablandamiento de la carne.

4. Marco teórico

4.1 Antecedentes

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (como se citó en López, Anzueto, Marcucci, Vásquez y Ponce 2016) en datos más recientes de las encuestas agropecuarias 2005 y 2007, se deduce que el inventario ganadero de Guatemala podría alcanzar los 2.9 millones de cabezas, de las cuales el 49 % son utilizadas para doble propósito (carne y leche), 35 % son productoras de carne, y 16 % son dedicadas a la producción especializada de leche (p.5).

El problema es que la calidad de la carne no siempre es buena en cuanto a la textura, siendo la mayoría la que proviene de animales viejos. Sin embargo, en la actualidad se utilizan enzimas de origen vegetal que tienen efecto sobre las proteínas del tejido conjuntivo de la carne (colágeno y elastina). Estas necesitan acompañarse de un tratamiento térmico después de su adición, para ejercer su actividad.

En 2011 Montoya y Miano en Perú, evaluaron la influencia de la concentración de cloruro de sodio (0 g/L a 100 g/L) y la concentración de extracto de corazón de piña (20 % a 100 %), en la textura (resistencia a la penetración kg/cm^2) y capacidad de retención de agua (CRA) en carne de vacuno (*Bos taurus*), obteniendo como resultados que la concentración de cloruro de sodio afecta negativamente al ablandamiento de la carne y que mayor concentración de extracto de corazón de piña, como solución, afecta positivamente a ésta. Además, se halló que con concentraciones de hasta 50 g/L, el cloruro de sodio no afecta en el ablandamiento de la carne. A partir de este valor, la carne se va endureciendo, necesitando mayor porcentaje de corazón de piña para ablandarla.

En 2018 León y Romero en Ecuador, propusieron un ablandador de carne a base de cáscara de piña (*Ananas comosus*). Llevando a la cáscara a deshidratación en un desecador adiabático obteniendo el producto en forma de polvo. Realizaron los respectivos análisis y mediciones, consiguiendo como resultado que la muestra seis, realizada en la investigación fue la óptima al presentar una excelente terneza al degustar, donde la enzima reposó por veinticinco minutos. Los estudios realizados demostraron que la mejor manera de conservar la enzima es manteniéndola a 25 °C, aunque se desactiva a los 70 °C.

En 2020 Castillo, Ocampo y Mendoza en Nicaragua, elaboraron un ablandador líquido sazonado a base de extracto de bromelina, obtenido por extracción líquido-líquido a partir cáscara y corazón de la piña (*Ananas comosus*) variedad Monte Lirio. Para determinar la fórmula óptima del ablandador líquido sazonado en base a una variable respuesta (pH=7) se implementó un diseño experimental bajo especificaciones de Taguchi. Los niveles óptimos son: bromelina 3.5 %, Glutamato monosódico 0.5 %, Cloruro de sodio 5 %, Citrato de sodio 2 % y Carboximetil celulosa sódica 1.5 %. El corte de carne evaluado fue salón blanco o lomo de trasera, al cual se le determinó la dureza por medio de análisis sensorial sin tratamiento, para realizar las pruebas de dosificación del ablandador líquido sazonado que dieron como resultado a 20 mL por cada kilogramo de carne de origen bovino. Aplicado el ablandador, la terneza de la carne se midió por análisis sensorial, dando como resultado la efectividad de ablandamiento esperada.

4.2 Carne

Paredes (s.f.) menciona lo siguiente:

la carne se puede definir como aquella parte muscular de la res que, incluyendo la grasa y, a veces algo de hueso, es utilizada por el hombre como alimento. Puede surgir una

confusión entre los términos músculo y carne. Por lo que se dice que la carne es el producto resultante de las transformaciones sufridas por el músculo después del sacrificio del animal.

Otros autores han afirmado que:

uno de los alimentos más nutritivos para el consumo humano es la carne, debido a que aporta proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B, minerales como hierro, zinc, fósforo y ácidos grasos esenciales. Las características organolépticas son importantes para el consumidor al ejercer su sección de compra para carnes frescas, principalmente el color y la suavidad asociada a la jugosidad.

Sin embargo, en estos atributos influye el sistema de producción, la edad, el manejo *ante-mortem* y *post-mortem*, el sexo y la raza del animal, así como características particulares del músculo y del tejido conectivo. Por ello, la calidad de la carne se define como la combinación adecuada de los atributos de color, suavidad, jugosidad y sabor Pearson y Dutson (como se citó en Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, pp.1-2).

En la actualidad la industria de alimentos está pagando más por cortes de carne de alta calidad, asegurando de esta forma la satisfacción del consumidor.

4.2.1 *Posta de cuarto / posta negra*

Chavarría Quesada (2015) describe que:

este corte consiste en los músculos *Gracilis –Pectinius -Satorius* (Tapa de posta de cuarto), *Aducctor* (Cacho de posta de cuarto), *Semimembranosus* (Cuadrado de posta de cuarto).

Se ubica a la altura del fémur, a lado de la bolita y de la mano de Piedra, entre otros cortes que conforman la parte más ancha del cuarto posterior. No debe presentar trozos de

otros cortes, tejido conectivo o huesos y no requiere una limpieza exhaustiva de la grasa y del tejido conectivo. Ver anexo 1 Diagrama General Muscular de Res, ver página. 65.

Posta de cuarto sin tapa

Esta sección del corte consiste en los músculos *Aducctor-Semimembranosus* de la Posta de Cuarto. Al separar la tapa de posta de cuarto, no debe contener parte de otros cortes y no requiere una limpieza exhaustiva de la grasa y del tejido conectivo. El corte que proviene de esta parte de la posta es considerado de calidad ya que es en su mayoría magro (bajo en grasa) y se dice que presenta una suavidad considerada como intermedia.

Tapa de posta de cuarto

Esta sección del corte consiste en los músculos *Gracilis-Pectinius-Satorius*. Se ubica sobre la posta de cuarto cubriendo el cuadrado de posta de cuarto y el cacho de posta de cuarto. No debe contener hueso o parte de otros cortes y no requiere una limpieza exhaustiva. Esta parte puede considerarse más dura cuando el vacuno (macho o hembra) es mayor, de (3-5) años, su color puede variar, siendo desde rojo ladrillo hasta rojo oscuro y este corte resulta ser menos tierno.

Cuadrado de posta de cuarto

Esta sección del corte es el músculo *Semimembranosus*. Se ubica dentro de la posta de cuarto, debajo de la tapa de posta de cuarto y al lado del cacho de posta de cuarto. No debe contener hueso, parte de otros cortes y no necesita una limpieza exhaustiva de la grasa y del tejido conectivo del mismo. Este corte se considera menos jugoso debido a que la misma está relacionada con el contenido de grasa de la carne, la cual es casi nula. La retención de agua y el contenido de lípidos determinan la jugosidad.

Cacho de posta de cuarto

Esta sección del corte es el músculo *Adductor*. Se ubica dentro de la posta de cuarto, debajo de la tapa de posta de cuarto y al lado del cuadrado de posta de cuarto. No debe contener hueso, parte de otros cortes y no necesita una limpieza exhaustiva de la misma. Este corte proviene de un músculo en acción y es de los cortes más buscados por su rendimiento y calidad a bajo costo para hacer todo tipo de bistecs (pp. 34-35).

4.3 Características fisicoquímicas de la carne

4.3.1 Color

El color de la carne depende del tipo de músculo, de la actividad que realiza y de la concentración de mioglobina que contengan, además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo y de una posible desnaturalización de la globina Hulot y Ouhayoung (1999) (como se citó en Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, p.2). El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne, de modo que su intensidad puede ser usada para predecir la edad animal, siendo más oscura y generalmente más dura a mayor edad, debido a que los músculos contienen mayor cantidad de mioglobina Cassens (1994) (como se citó en Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, p.2).

4.3.2 Textura

La textura (dureza/terneza) es una de las características sensoriales más importantes de la carne, evaluándose la calidad por parte de los consumidores y aceptando o rechazando el producto.

Las propiedades relacionadas con la textura se caracterizan por ser difíciles de definir ya que al 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 musculares, la especie, la edad, la raza, condiciones de estrés *ante-mortem*, el sexo, el tipo de músculo, la longitud de sarcómero, la fuerza iónica y la degradación miofibrilar. El contenido de grasa intramuscular también tiene cierta influencia sobre las propiedades de textura (Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, p.6).

Ponce y Pérez (2013) acerca de la textura en la carne afirman que:

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 dos tipos: las de tipo ácido, lisosomales como las catepsinas y las ácidas y dependientes del calcio como las calpaínas (p. 27).

4.3.3 Capacidad de retención de agua

El agua es el componente más importante de la carne (entre el 65 y 80 % del peso total).

Al ser tan abundante, la pérdida de agua toma importancia debido a que afecta de manera

negativa el rendimiento de la carne durante su almacenamiento o venta. Muchas de las propiedades de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de la capacidad de retención de agua. Como mencionan Hernández Bautista y Ríos Rincón, (2009) el agua se encuentra en la carne en tres diferentes formas: agua ligada, agua inmovilizada y agua libre. La pérdida de esta última es la de mayor importancia en el enfriamiento y almacenamiento de las canales, dicha pérdida ocurre por evaporación y goteo (pp. 11-12).

Otros autores han afirmado:

la capacidad de retención de agua es la habilidad que exhibe la carne para retener el agua que esté en ella durante la aplicación en donde encuentra fuerzas externas como cortes, calentamiento, trituración y prensado, y depende del tipo de proteína y su concentración, y de la presencia de hidratos de carbono, lípidos y sales, al igual que del pH. De aquí se han derivado diversas formas de entender o aplicar el concepto; en frigoríficos y plantas de faenado, se entiende como la capacidad que tiene la carne para retener su jugo durante el almacenamiento, la conservación por tiempos importantes y la maduración de la misma. Para la industria transformadora de carnes significa la habilidad que tiene la carne para retener el agua contenida o agregada, de tal manera que no se separe en las diferentes operaciones de transformación.

La capacidad de las proteínas para inmovilizar agua es por sí misma, una de las propiedades más importantes en la mayoría de las aplicaciones alimenticias. 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.

En esta propiedad funcional, las proteínas juegan un papel primordial. El estudio de la CRA no solo da información sobre este parámetro, sino que también indica alteraciones en las proteínas musculares. Los cambios en la CRA son un indicador muy sensible a los cambios en la carga y estructura de las proteínas miofibrilares. Se considera que la miosina y la actina, y en menor proporción la tropomiosina son las principales responsables de la CRA del músculo (Restrepo, Arango, Amézquita y Restrepo, 2001, Pág. 42).

4.3.4 pH muscular

Es la característica de calidad de la carne más importante, ya que afecta directamente la estabilidad y propiedades de las proteínas, de su valor final dependerán prácticamente todos los atributos de calidad del producto, entre los más importantes se encuentran la capacidad de retención de agua y el color.

La evolución del pH de la carne de bovino se inicia a partir del pH del músculo, que de acuerdo con Forrest y col. (1979) en bovinos vivos es muy cercano a siete. Sin embargo, después del sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa *post-mortem*, las cuales dependerán de las condiciones *ante-mortem* y del glucógeno disponible.

Una de las consecuencias de este fenómeno es la disminución del pH, que pasa de un valor de siete, a un pH último que oscila entre 5.6 y 5.8. El pH final puede variar debido al tipo de músculo evaluado, al respecto Talmant y col. (1986) encontraron que la velocidad de acidificación fue más lenta en los músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (glucolíticos). A partir del pH último se puede predecir el tipo de carne obtenida. En

bovinos existen dos tipos: normales (5.5 y 5.90) y DFD (Dark, Firm and Dry) (Oscuro, endurecido y seco) está alta y directamente correlacionada con el pH final (Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, p. 10).

4.4 Conversión del músculo en carne, cambios *post – mortem*

La conversión del músculo en carne es un proceso complejo que lleva desde el animal vivo hasta su transformación en alimento. Este proceso, conocido como cambio *post-mortem*, es esencial en la producción de carne para el consumo humano. Durante este período crítico, una serie de transformaciones bioquímicas y físicas tienen lugar en el tejido muscular del animal sacrificado, lo que da como resultado la carne que se consume.

Estos cambios *post-mortem* son parte importante de la producción de carne de calidad y afectan en gran medida la textura, el sabor y la jugosidad de ésta.

4.4.1 Glucólisis

Es un proceso metabólico fundamental que desencadena una serie de reacciones químicas en el tejido muscular de los animales después de la muerte, desempeñando un papel esencial en la conversión del músculo en carne. Estas respuestas bioquímicas son de gran importancia tanto en la ciencia de los alimentos como en la industria cárnica, ya que tienen un impacto directo en la calidad, el sabor y la textura de la carne que se consume.

Restrepo Molina, Arango Mejía, Amézquita Campuzano y Restrepo Digiammarco, (2021) afirman lo siguiente:

el mayor cambio que experimenta el músculo una vez ha cesado la vida tiene que ver con la síntesis energética. La interrupción de la circulación sanguínea priva al músculo del

aporte de oxígeno, la respiración celular se paraliza y surge la síntesis anaeróbica de energía, igual a la que se presenta en vida cuando el animal atraviesa por estados anóxicos, solo que en la condición *post-mortem* no existe el torrente sanguíneo para la eliminación de los productos de esa síntesis en el músculo y su reconversión en el hígado.

El sistema de síntesis energético, tan eficiente en vida a través de la glucólisis aeróbica, ciclo de los ácidos tricarboxílicos (que ocurre en las mitocondrias) y el sistema de citocromos -coenzimas de la respiración-, con una producción neta de 36 moles de Adenosín Trifosfato (ATP, por sus siglas en inglés) por cada una de glucosa separada del glucógeno, pasa a ser una síntesis energética deficiente y limitada donde por cada molécula de glucosa separada del glucógeno, se producen 2 moles de ATP.

De acuerdo con Price *et al* (1976) (como se citó en Restrepo Molina, Arango Mejía, Amézquita Campuzano y Restrepo Digiammarco 2021) la glucólisis *post-mortem* no transcurre a velocidad constante durante todas sus fases, inicialmente la velocidad es relativamente rápida hasta que se produce la eliminación de la capacitancia y resistencia de la membrana por la disminución del pH, permitiendo la difusión a través de las membranas, antes impermeables, de iones, posibilitando que se uniformice el pH. De aquí en adelante la velocidad comienza a decrecer hasta que el pH inactiva las enzimas glucolíticas o bien hasta que se terminan las reservas de glucógeno.

En algunos animales el pH puede descender muy poco en la primera hora después del sacrificio, permaneciendo en un valor relativamente alto, dando lugar a un pH final mayor de 6.5. En otros casos es posible un descenso muy rápido del pH de la carne, sin que la carne haya perdido calor, es decir, encontrándose aún a temperatura alta, causando

desnaturalización de la proteína, pérdida de la solubilidad y de capacidad de retención de agua, reflejándose en la carne en una coloración más pálida, una textura más abierta y común, corte húmedo, lo que se conoce como carne PSE (*pale, soft, exudative*) (pálida, suave, suelta y exudativa) (pp.76-78).

4.4.2 Rigidez cadavérica o rigor mortis

En la medida que discurre la glucólisis postmortal llega un momento, más tarde o más temprano, de acuerdo con las condiciones premortales, en que la síntesis energética se detiene, bien sea por efecto del pH o por agotamiento del glucógeno. En ausencia o a muy bajas concentraciones de ATP, la actina y la miosina se unen en forma irreversible, formando el complejo actomiosina, produciendo la rigidez cadavérica y haciendo los músculos inextensibles. El proceso es similar al de la contracción muscular en vida, sólo que en esta situación es irreversible en condiciones naturales.

En el proceso de contracción muscular se involucran cuatro proteínas miofibrilares: la actina, la miosina, como agentes contráctiles y, la tropomiosina y troponina que actúan como proteínas reguladoras, iniciando o terminando el proceso contráctil.

La contracción muscular *post mortem* afecta una de las características de calidad más apreciadas en su consumo fresco, la terneza. Esta propiedad está asociada al esfuerzo para el corte durante la masticación y, cuando el efecto del tejido conectivo es poco (el cual es el principal responsable de la dureza de la carne), el grado de contracción muscular lo determina (Restrepo Molina, Arango Mejía, Amézquita Campuzano y Restrepo Digiammarco, 2021, págs. 81, 83, 84).

Otros autores han afirmado lo siguiente:

es en este momento, cuando el músculo alcanza su grado máximo de inextensión muscular y aparece la rigidez cadavérica o “*rigor-mortis*,” cuando la carne presenta su punto de dureza máximo y también alcanza el pH final, debido al agotamiento de los recursos energéticos. El pH habrá descendido desde niveles próximos a 7 en el músculo vivo hasta niveles de 5,4-5,6, que es el punto isoeléctrico de las proteínas musculares, lo que provoca su desnaturalización y la reducción de la capacidad de retención de agua tisular, los dos fenómenos causantes de exudación (pérdida de jugo de la carne) (Oliván, Sierra y García, 2013, p. 48).

4.5 Piña

Científicamente la piña es conocida como *Ananas comosus* (L.) Merr., pertenece al género Ananas de la familia Bromeliaceae. Todas las bromeliaceas son originarias de América del Centro y Sur, exceptuando la especie *Illandsia usneoides* L., que al parecer es originaria de la parte meridional de Norteamérica. Algunos otros investigadores, coinciden en que la piña es originaria de América del Sur, particularmente del centro y sureste de Brasil y noreste de Argentina y Paraguay, siendo seleccionada, desarrollada y domesticada desde tiempos precolombinos.

Los principales productores de esta fruta a nivel mundial son: Hawái, Filipinas, Costa de Marfil, Brasil y Formosa, pero su cultivo en países de Centro América y América del Sur se ha ido incrementando.

Hay diferentes variedades o cultivares de piña; pueden clasificarse con base en su uso industrial o consumo en fresco, y el color de su pulpa. En la actualidad se reconocen cuatro grupos principales que son:

- Cayenne (pulpa amarilla)
- Queen (pulpa amarilla)
- Spanish (pulpa blanca)
- Abacaxi (pulpa amarilla)

Las variedades que se cultivan en Centro América se catalogan de la siguiente forma:

- Cayena lisa, que pertenece al grupo cayenne
- Española roja, del grupo spanish
- Montelirio, del grupo spanish
- Pan de azúcar, azucarona o montúfar, del grupo abacaxi.

La piña ocupa el tercer lugar entre las frutas tropicales de mayor importancia en producción mundial, después de banano y los cítricos. El procesamiento de la piña ha hecho la fruta sea muy conocida en todas zonas templadas del mundo en desarrollo. La mayor cantidad productos de piña en el comercio internacional son: rodajas de conservas, trozos, mermeladas, dulces, jugo y como fruta fresca (Alvarado, 2012, pp. 3-4).

4.6 Enzimas

Son catalizadores biológicos que llevan a cabo reacciones bioquímicas a muy altas velocidades y con un elevado grado de especificidad. Su nombre proviene del griego y significa “en la levadura”, ya que, a fines del siglo pasado, cuando se creó el término, se creía que estos compuestos sólo actuaban en el interior de las células (Alvarado, 2012, p.5).

4.6.1 Enzimas proteolíticas

Carrera (2003) menciona que:

las proteasas son enzimas que hidrolizan las cadenas polipeptídicas de las proteínas sustrato, se caracterizan por tener gran variedad de especificidades. De acuerdo con el aminoácido o metal que posean en su sitio activo se clasifican en cuatro familias: serina proteasas, asparticoproteasas, cisteína proteasas y metaloproteasas (p.12).

4.7 Bromelina

La bromelina, es una enzima de origen vegetal que se encuentra en la piña, ha adquirido una gran relevancia en la industria de alimentos debido a sus numerosas aplicaciones y beneficios para la preparación y procesamiento de productos alimenticios. Esta enzima, con su capacidad de descomponer las proteínas en aminoácidos, desempeña un papel crucial en diversas etapas de la producción y mejora de alimentos. Algunos aspectos claves que resaltan su importancia en la industria de alimentos, es la terneza que puede darle a los cortes de carne.

Alvarado (2012) describe que:

la bromelina es una enzima proteolítica con código enzimático EC 3.4.22.33; encontrada inicialmente en las hojas y en el tallo de las plantas *Ananas comosus* (L.) Merr. Posteriormente, se constató su presencia en el fruto de la misma planta y en otras especies pertenecientes a la familia Bromeliaceae. Su presencia en la piña fue detectada por vez primera por el farmacéutico venezolano Mercano en 1891. La secuencia de aminoácidos alrededor del centro activo es Asn-GlxAsn-Pro-Cys-Ala-Cys.

En principio, bajo la denominación de “bromelina” se conocía la enzima extraída y purificada del tallo de la planta de *Ananas comosus*, aunque luego, al detectarse su presencia en el fruto, se denominó a la primera “Stem Bromelian” y a la segunda “Fruit Bromelian”. La enzima purificada del fruto es una cisteínproteasa de carácter ácido,

perteneciente a la misma familia que la papaína, extraída de la papaya (*Carica papaya L.*). Se trata de una glicoproteína, aparentemente homogénea.

La bromelina del fruto (Fruit Bromelian) actúa sobre otras proteínas como la caseína, la hemoglobina y la gelatina. El pH óptimo de actuación de la enzima sobre la caseína y la hemoglobina desnaturalizada es, respectivamente, de 8.3 y 8.0. La pérdida de actividad puede ser recuperada con concentraciones crecientes de cisteína. La bromelina de tallo “stem bromelian” es, por el contrario, una proteína de carácter básico, con un contenido en carbohidratos del 1.46% y con menor actividad sobre la caseína, la BAA (alfa-N-Benzoil-LArginín-amida) y la BAEE (alfa-N Bensoil-L Arginín-éster) (p.16).

4.7.1 Composición química y física de la bromelina

Las plantas han sido siempre una fuente importante de compuestos con diversas aplicaciones, principalmente alimentarias. En las plantas tropicales se encuentran ciertas especies con un elevado contenido de enzimas del grupo sulfidril- proteasas. Éstas son especialmente interesantes debido a sus aplicaciones en diversas industrias, además, no son reemplazables por enzimas procedentes de microorganismos. Por otro lado, el estudio de las enzimas que se obtienen a partir de este tipo de plantas, como es el caso de la bromelina de la piña, está adquiriendo cada vez mayor importancia. Se ha visto como varía a lo largo del desarrollo del fruto de la piña el contenido de bromelina.

“La bromelina posee un peso molecular de 1026.9 g/mol y su fórmula molecular es $C_{39}H_{66}N_2O_{29}$.” Flores y Cajina (2019) (como se citó en Castillo, Ocampo, y Mendoza,2020, p.18).

Tabla 1. *Propiedades físicas de la bromelina obtenida del tallo*

| Propiedades | Valor |
|-------------------------------|----------------|
| Color | Blanco |
| Estado | Polvo |
| Olor y sabor | Característico |
| Solubilidad | En agua |
| pH óptimo | 7 |
| Temperatura de inactivación | 70 °C |
| Temperatura de almacenamiento | 25 °C |
| Actividad enzimática | 1200 GDU/ g |

Nota. GDU: Unidades de disolución de gelatina. Tomado de *Composición química y física de la bromelina* (p.19), por Sánchez y Torres (2019) (como se citó en Castillo, Ocampo y Mendoza, 2020).

Heinicke y Gortner (1957) (como se citó en López Lago, Díaz Varela, y Merino de Cáceres, 2009) estudiaron:

la distribución de las proteasas a lo largo del tallo maduro de la planta, fuente principal de la enzima. La mayor concentración de proteasas aparece en la parte basal del tallo, y la porción central o estela parece contener mayor cantidad que el córtex.

También señalan que los tallos de tres años son los que contienen mayor proporción de proteasas. Se sabe que durante la senescencia de las plantas aumenta la degradación y el intercambio de las proteínas, aunque el papel de las enzimas proteolíticas durante esta fase de la vida de la planta no se conozca con exactitud. Se ha postulado que las proteasas están implicadas directamente en los mecanismos de senescencia, siendo responsables de

la degradación de las sustancias de alto peso molecular y de su transformación en otras de bajo peso molecular fácilmente transportables hacia las zonas más jóvenes o hasta los órganos reproductores (p.19).

La distribución de la bromelina en la planta y en el fruto de la piña queda reflejada a continuación.

Tabla 2. *Distribución de la bromelina en la piña*

| Parte de la planta | Bromelina (1) | Actividad (2) |
|---------------------------|----------------------|----------------------|
| TALLO | | |
| Parte baja | 0.25 | 138 |
| Parte alta | 0.16 | 1309 |
| Tallo verde | 0.14 | 51.44 |
| HOJAS | | |
| | 0.11 | 84.33 |
| FRUTO VERDE | | |
| Corona | 0.14 | 235.6 |
| Piel | 0.17 | 346.4 |
| Pulpa | 0.08 | 449.8 |
| FRUTO MADURO | | |
| Corona | 0.04 | 137.3 |
| Piel | 0.18 | 278.3 |
| Pulpa | 0.13 | 336.9 |

Nota. (1) Expresado en gramos de bromelina por cien gramos de peso fresco. (2) Unidades proteolíticas por gramo de peso fresco (medida sobre la digestión de la caseína). Tomado de *La Bromelina: una proteasa de interés comercial* (p.19), por Subramanian, S. y De Farias, J.L. (1978) (como se citó en López Lago, Díaz Varela, y Merino de Cáceres, 2009).

4.8 Ablandadores de carne

En la antigüedad se utilizaba leche, yogurt o cerveza para suavizar las carnes, también se le agregaba una mezcla de hierbas y especias para resaltar su sabor. Se conocen otros ablandadores naturales, estos son las cáscaras de papaya y jugo de piña. Las carnes de buey a pesar de que eran cortadas en rodajas finas igual se le daba golpes, la acción era romper la fibra y tejidos conectivos perdiendo consecuentemente su jugosidad.

Cocina y Vino (2016) (como se citó en León y Romero 2018):

algunas personas agregan tocino en capas a los cortes de carne de vacuno y esto les proporciona sabor, humedad y un ablandamiento natural. También se opta por marinar toda la noche en vinagre y enjuagarla antes de cocerla. Otra opción son los ablandadores en polvo que contienen químicos como glutamato monosódico conocido como ajinomoto y silicato de calcio (p. 4).

4.8.1 Usos y aplicaciones

Los ablandadores para carne naturales son sustancias o ingredientes que se utilizan para mejorar la textura y la suavidad de la carne de manera natural, sin recurrir a productos químicos o artificiales. Estos ablandadores naturales ofrecen beneficios para los consumidores, ya que mejoran la calidad de los platos de carne y hacen que los cortes sean más tiernos.

García Garibay, Quintero Ramírez, & López-Munguía (2004) mencionan lo siguiente:

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 (p. 231).

Las enzimas se inyectan antes del sacrificio al animal o se trata la carne con las enzimas antes de cocerla, con lo que se logra un franco ablandamiento sin provocar una proteólisis importante.

4.8.2 *Función de los ablandadores de carne*

Son sustancias elaboradas de enzimas de frutas, entre ellos están: bromelina, ficina, papaína y enzimas proteolíticas de origen fúngico. Estas sustancias estimulan la maduración y aumentan la suavidad de la carne. Las carnes a las que se aplican deben consumirse realizando un tratamiento térmico por calentamiento (Chew Aldana, 2016, p. 20).

4.9 Punto de cocción de las carnes

Si bien es cierto que los diferentes puntos de cocción en los que se come la carne dependen del gusto, diversas normativas de las autoridades alimentarias establecen que, para evitar intoxicaciones alimentarias al comer carne roja, no se debe comer a una temperatura más baja de los 63 °C, lo que se denomina punto crítico en el control alimentario. Estos puntos, son diferenciados claramente por el color de la carne, que van desde el rojo intenso hasta el marrón. La textura es un punto a tener en cuenta en los diferentes puntos de cocción de la carne, para freír

o para la parrilla, siendo más tierna cuando está menos cocinada ya que irá perdiendo ternura a medida que se cocine más, quedando más dura si está bien cocida.

Tanto para la cocción a la parrilla como a la plancha, existen diferentes puntos de cocción de la carne que ofrecen texturas variadas. Para conseguir uno u otro, es preciso conocer los tiempos de cocción de la carne. Estos tiempos también varían en función del tamaño y grosor del corte (Fischer, 2019, párr. 21).

- **Muy poco hecha:** tiempo de cocción de 1-2 minutos por lado. Temperatura interna de 40 a 50 °C. Zona roja de 90 a 75 %. Zona de cocción de 10 a 25 %. En rendimiento pierde 10 %.
- **Poco hecha (jugosa):** tiempo de cocción de 2-3 minutos por lado. Temperatura interna de 50 a 55 °C. Zona roja 50 %. Zona de cocción del 50 %. En rendimiento pierde 20 %.
- **Término medio:** tiempo de cocción de 3 minutos por lado. Temperatura interna de 55 a 60 °C. Zona roja 40 %. Zona de cocción del 60 %. En rendimiento pierde 25 %.
- **Tres cuartos/a punto:** tiempo de cocción de 3-4 minutos por lado. Temperatura interna de 58 a 65 °C. Zona roja 25 %. Zona de cocción 75 %. En rendimiento pierde 30 %.
- **Bien hecha:** Tiempo de cocción 4-5 minutos por lado. Temperatura interna 65 a 75 °C. Zona roja 15 a 5 %. Zona de cocción de 85 a 95%. En rendimiento pierde 40 %.
- **Muy hecha:** tiempo de cocción de 5-6 minutos por lado. Temperatura interna de 70 a 80 °C. Zona roja 0 %. Zona de cocción 100 %. En rendimiento pierde 40-50 %.

4.9.1 *Temperatura de asado*

Es un parámetro importante, ya que puede afectar aspectos como la ternura, jugosidad y el sabor en la carne. Permite elevar la calidad del alimento al tener un control más estricto de las variables que inciden en la apreciación que pueda tener el consumidor según su gusto, por lo que considerar el grado de cocción es esencial. Así mismo, la temperatura debe ser monitoreada para controlar el crecimiento de microorganismos y riesgos para la salud de los consumidores.

“Lo más importante a la hora de cocinar a la parrilla o en el asador es el control de la temperatura” (Constancia, s.f., párr. 1). Al manejar una temperatura muy alta la carne se cocinará demasiado, quedando seca y con poco sabor. El exterior quedará quemado y el interior crudo.

“Un método fácil y práctico para saber si es la temperatura correcta es poniendo la palma de la mano a unos centímetros de las brasas calientes y cronometrando cuántos segundos se aguanta antes de retirarla” (Constancia, s.f., párr. 6).

- Si sólo se aguanta un segundo, la temperatura está demasiado alta.
- Si se aguanta dos segundos está caliente, alrededor de los 190 °C.
- Si se aguanta tres segundos está medio-alta, entre 175° C y 190 °C.
- Si se aguanta cuatro segundos la temperatura es media, de 150 °C a 175 °C, la ideal para el asado.
- Si se aguanta más de cinco segundos, es porque la temperatura está muy baja.

4.10 Análisis sensorial

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se encuentran la apariencia (color, tamaño, forma, conformación, uniformidad), el olor (aromas diversos), el gusto (dulce, amargo, ácido, salado, astringente, etc.), la textura (dureza, viscosidad, granulosis) y el sonido (crujido, tronido, etc.). Para que el análisis sensorial tenga éxito, los experimentos se deben de apegar al protocolo y al tipo de juez en cada prueba (Hernández Bautista y Ríos Rincón, 2009, p.13).

4.10.1 Color

Es uno de los atributos sensoriales más importantes en el momento de decidir la primera compra, debido a que la apariencia es casi el único parámetro que el consumidor puede utilizar para juzgar su calidad. Diversos factores contribuyen a determinar el color de la carne o producto cárnico: el pH y las características de la superficie del músculo; los sistemas de alimentación, las condiciones y el período de almacenamiento del producto.

La percepción del color es una cuestión subjetiva, es decir que cada individuo lo percibe de una manera distinta. Las personas entrenadas en la evaluación objetiva del color (jueces) son capaces de distinguir muchas más tonalidades de un color que los individuos no entrenados (consumidores) y de expresarlo en términos comparables con los emitidos por otro evaluador (Carduza, Grigioni, y Irurueta, 2015, pp. 1-2).

4.10.2 Terneza

Es el atributo (o factor) decisivo a la hora de evaluar la aceptación, es decir, la decisión de seguir comprando un producto por parte de un consumidor. Se trata de un atributo muy complejo, en el cual intervienen diversos factores como contenido y densidad de fibra en el músculo, cantidad, tipo y disposición del tejido conectivo, condiciones de faena, estrés animal, hasta la forma de preparación del producto antes de ser consumido. Diferentes métodos y equipos se utilizan para determinar las propiedades estructurales de la carne (Carduza, Grigioni, y Irurueta, 2015, pp. 2-3).

4.10.3 Aroma

Es un atributo esencial de un producto cárnico y resulta de un delicado balance entre los compuestos volátiles asociados tanto con el aroma deseado en el producto ("olor a carne fresca", "olor a ahumado") como a olores desagradables ("olor a hígado", "olor rancio"), y la interacción de dichos compuestos aromáticos con los elementos de la matriz cárnica.

Tradicionalmente se estudia el aroma en carne o producto cárnico por medio de evaluación sensorial por panel de jueces entrenados o consumidores. El análisis de los compuestos volátiles se realiza mediante cromatografía gaseosa / espectrometría de masa (Carduza, Grigioni, y Irurueta, 2015. p.4).

4.10.4 Atributos y descriptores usados en carnes

El principal problema que se encuentra en el análisis sensorial consiste en la dificultad en la repetibilidad y homogeneidad. Cada panel sensorial debe identificar el producto al cual desea

desarrollar su análisis, identificando los atributos principales y las palabras precisas que describen la sensación.

El procedimiento para establecer los descriptores de los atributos sensoriales inicia desde la selección del panel de catación; a medida que se conoce el panel de catación, cada panelista presenta los descriptores que puedan definir cada sensación o atributo del producto. A su vez se busca mediante el uso de simuladores de la sensación, discriminar o reducir los descriptores que los jueces plantearon inicialmente (Sánchez y Albarracín , 2010, p.231).

4.10.5 Pruebas sensoriales

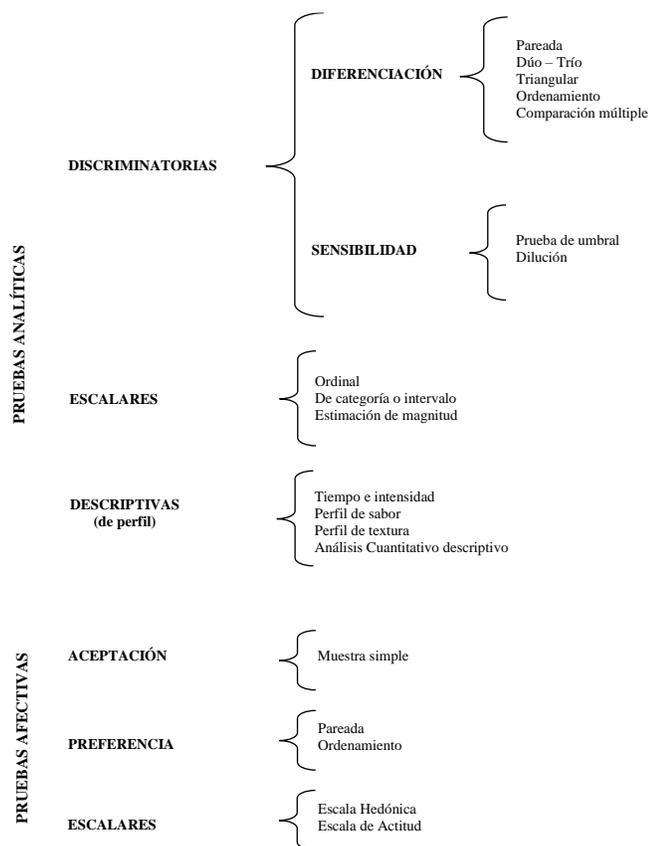
La evaluación sensorial de alimentos da respuesta a un bagaje de preguntas que sobre la calidad de un producto se puedan formular.

De acuerdo con Hernández Alarcón (2005):

se hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción que presente un panelista por un producto determinado” (p.46.).

Se muestra la clasificación de los métodos de evaluación sensorial y sus ramas:

Figura 1. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial



Nota. Descripción de las pruebas sensoriales y sus clasificaciones. Tomado de *Clasificación de los métodos de evaluación sensorial* (p.41.), por Espinosa Manfugás, Julia, 2007, Ministerio de Educación Superior.

4.10.6 Prueba de comparación múltiple

Consiste en comparar una muestra control con una o varias muestras experimentales las cuales se le suministran al juez de manera simultánea, teniendo en cuenta que debe introducirse también como muestra incógnita la muestra considerada como control.

El análisis estadístico de los resultados permite determinar si las diferencias encontradas por los jueces son significativas o no para para el nivel de confianza fijado. Debe tenerse en cuenta si los datos que se obtienen de la prueba cumplen la distribución normal, con el fin de determinar si deben usarse pruebas de tipo paramétrica o no paramétrica (Espinosa Manfugás, 2007, p.53).

5. Objetivos

5.1 General

5.1.1 Evaluar el efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la ternera de la posta negra de bovino.

5.2 Específicos

5.2.1 Estandarizar el proceso de elaboración de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*).

5.2.2 Formular un ablandador con harina de pedúnculo y sal para emplearlo en corte duro de carne bovina.

5.2.3 Determinar el efecto ablandador utilizando un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple de la ternera en el corte de posta negra (*m. Semimembranosus*) en diferentes tiempos de reposo y concentraciones.

6. Hipótesis

1. Hipótesis nula

Ho: todas las dosis y tiempos de reposo a evaluar tienen el mismo efecto ablandador en la variable de respuesta terneza de la posta negra de bovino.

2. Hipótesis alternativa

Ha: al menos una dosis y uno de los dos tiempos de reposo a evaluar tienen un efecto diferente sobre la variable respuesta terneza de la posta negra de bovino.

7. Materiales y métodos

7.1 Recursos

7.1.1 Recursos humanos

- Estudiante tesista: T.U. Diana Fabiola Pereira Alvarez
- Docentes asesores:
 - Ph.D. Marco Antonio Del Cid Flores
 - M.Sc. Edgar Roberto Del Cid Chacón
- Panelistas (22 personas, estudiantes de la Carrera de gastronomía de INTECAP en sus diferentes ramas).

Se eligieron estos panelistas, ya que por su ámbito de estudio y laboral, demuestran una sensibilidad sensorial específica a lo que se refiere terneza en carnes.

7.1.2 Recursos institucionales

- Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC).
- Planta Piloto Carrera, Ingeniería en Alimentos CUNSUROC-USAC.
- Laboratorio de Evaluación Sensorial de la planta piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC – USAC-.

7.1.3 Recursos económicos

- Los gastos durante la investigación serán sufragados por la estudiante tesista.

7.2 Materiales y equipo

7.2.2 *Elaboración de ablandador para carne*

- Pedúnculo de piña
- Sal común de mesa fina
- Balanza analítica
- Cuchillo
- Tabla para picar de plástico
- Molino de nixtamal, velocidad 260 rpm consumo de 0.37 kW / h, voltaje de 110 y potencia de 0.5 HP
- Deshidratador industrial de acero inoxidable con 10 bandejas, rango de temperatura de 32 °C a 66 °C, seca las comida por un ventilador que ha sido instalado en la parte trasera que posee 770 W a 800 W como elemento de calentamiento, voltaje de 110 / 120, deshidrata aproximadamente 7.5 Lb de producto.
- Tamiz mesh #40
- Redecilla
- Mascarilla
- Bata blanca

7.2.3 Para evaluación sensorial

- Boletas de evaluación
- Etiquetas
- Lapicero
- Termómetro bimetalico
- Parrilla
- Carbón
- Corte de carne de res (Posta negra)
- Platos desechables
- Tenedores plásticos
- Servilletas
- Vasos para servir agua
- Agua pura

8. Marco operativo

La investigación se realizó en dos etapas, siendo las siguientes:

8.1 Primera etapa

Elaboración de la harina del pedúnculo de piña.

8.1.1 Descripción del proceso

Elaboración del ablandador de la harina del pedúnculo de piña. El pedúnculo que se utilizó fue el que se obtuvo un día después del corte.

1. **Selección:** se eliminaron aquellos pedúnculos de piña magullados y hojas del pedúnculo.
2. **Pesado:** se pesaron los pedúnculos de piña. Fue importante para determinar el rendimiento que se obtuvo del pedúnculo de la fruta.
3. **Lavado:** se realizó el lavado a cinco libras de pedúnculo de la piña, esto con el fin de evitar una contaminación tanto física como microbiológica. Eliminando tierra, polvo o algún otro material extraño.
4. **Enjuagado:** se cambió constantemente el agua para evitar que se convierta en un agente contaminante.
5. **Corte:** se realizaron cortes delgados y transversales para facilitar la siguiente etapa de deshidratado.
6. **Deshidratación:** utilizando un deshidratador, se colocaron las muestras en las rejillas, tratando en lo posible que quedaran separadas. Se programó el deshidratador a una

temperatura de 60 °C por un tiempo de seis horas. El contenido de humedad máximo aceptable debe ser de 15 %, según la norma del CODEX para harinas.

Nota: se enviaron muestras a un laboratorio con equipo especial para que midieran la humedad y ésta cumplió con el contenido de humedad, no pasándose del 15%.

7. **Molienda:** una vez que se obtuvo el pedúnculo deshidratado, se empleó un molino para reducir el tamaño de las partículas para obtener el pedúnculo en polvo. Hubo merma del 44.44 % de la materia prima ya que se caía del molino o se quedaba en él.
8. **Tamizado:** se utilizó un tamiz mesh #40 para homogenizar la harina y hacerla más fina.
9. **Almacenado:** se almacenó en un lugar fresco, limpio y seco a una temperatura de 25°C.

En el anexo 4, página 68, se pueden observar las imágenes de cada etapa del proceso.

8.1.2 *Formulación*

A continuación, se presenta la fórmula utilizada en el ablandador de la harina del pedúnculo de piña.

Tabla 3. *Formulación de ablandador a partir del pedúnculo de la piña*

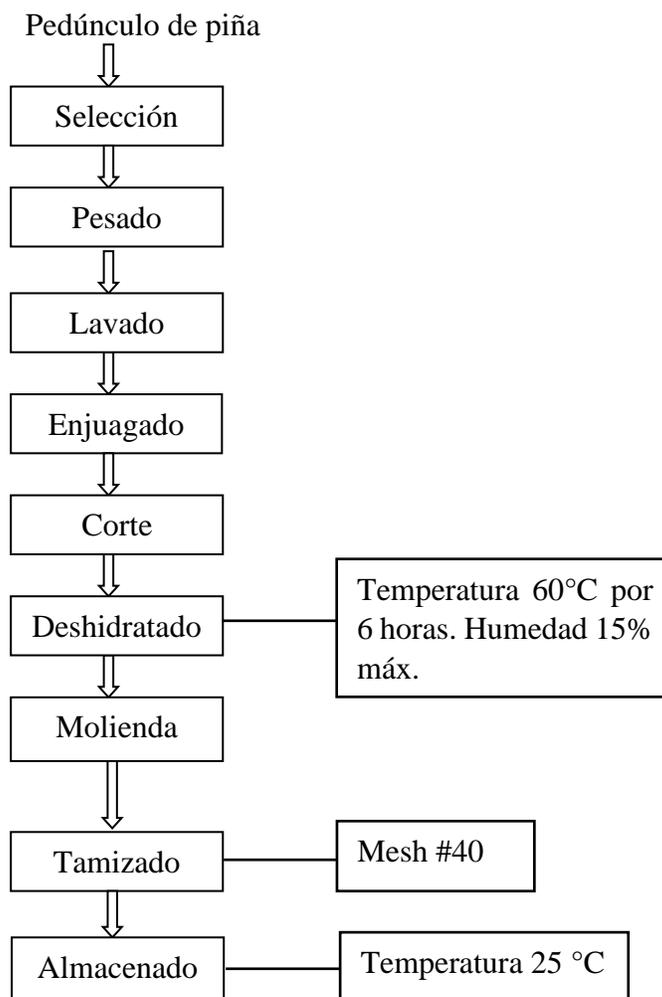
| Materia Prima | Porcentaje (%) | Peso (g) |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------|
| Harina de Pedúnculo de piña | 80 | 100 |
| Sal | 20 | 25 |
| Total del producto | 100 | 125 |

Fuente: elaboración propia 2023.

Se utilizó 80 % de harina de pedúnculo de piña tomando como referencia la tabla 2, página 23, debido a que en el pedúnculo (mencionado en la tabla como tallo verde) se concentra una cantidad menor de bromelina en comparación con el tallo de la parte baja y alta.

8.1.3 Diagrama de flujo

Figura 2. Diagrama de flujo del ablandador para carne



Fuente: elaboración propia 2023.

En la tabla 4 se observan los pesos de materia prima que había en cada fase del proceso, el peso perdido, el tiempo y lo que salió de cada etapa.

Tabla 4. *Tabla de datos del proceso*

| Proceso | Tiempo (min) | Peso (g) | Peso perdido (g) | Peso perdido en (%) | Sale del proceso |
|----------------|---------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|--|
| Entrada | 15 | 2377 | | | |
| Selección | 15 | 2285 | 92 | 3.87 | Pedúnculos de piña magullados y hojas. |
| Pesado | 10 | 2285 | | | |
| Lavado | 10 | 2284 | 1 | 0.04 | Tierra, polvo y material extraño |
| Enjuagado | 10 | 2284 | | | |
| Corte | 35 | 2284 | | | |
| Deshidratado | 360 | 540 | 1744 | 76.36 | Humedad |
| Molienda | 120 | 300 | 240 | 44.44 | Merma |
| Tamizado | 110 | 200 | 100 | 33.33 | Partículas grandes |
| Almacenado | 10,080 | 200 | | | |

Fuente: elaboración propia 2023.

Como se observa en la tabla, hay seis columnas en donde está escrito el tiempo de la etapa del proceso, el proceso que se llevó a cabo, el peso total y peso perdido; éstos, expresados en gramos, el porcentaje de peso perdido y lo que salió del proceso. En la etapa de entrada del proceso se obtuvieron 2,377 g, no hubo peso perdido y nada salió del proceso; en el proceso de selección se obtuvo un peso total de 2,285 g, un peso perdido de 92 g que fueron de pedúnculos de piña magullados y hojas, lo que representa el 3.87%, el cálculo se hizo de la siguiente manera: a los 2,377 g de la entrada se le restaron 92 g que se perdieron en la selección, quedando 2,285 g en selección, por lo que 2,377 g es el 100% y los 92 g representan el 3.87% de peso perdido; en la

etapa de pesado se obtuvieron 2,285 g, no hubo peso perdido; en la etapa de lavado se obtuvo un peso total de 2,284 g, un peso perdido de 1 g que fueron de tierra, polvo y material extraño, lo que representa el 0.04%, el cálculo se hizo de la siguiente manera: a los 2,285 g del pesado se le restó 1 g que se perdieron en el lavado, quedando 2,284 g en lavado, por lo que 2,285 g es el 100% y 1 g representa el 0.04% de peso perdido; en la etapa de enjuagado y en la etapa de corte se obtuvieron 2,284 g, no hubo peso perdido; en la etapa de deshidratado se obtuvo un peso de 540 g, un peso perdido de 1,744 g que fue de humedad, lo que representa el 74.36% de peso perdido, el cálculo se hizo de la siguiente manera: a los 2,284 g del corte se le restaron 1,744 g que se perdieron en el deshidratado, quedando 540 g en deshidratado, por lo que 2,284 g es el 100% y 1,744 g representa el 76.36% de peso perdido; en la etapa de molienda se obtuvo un peso de 300 g, un peso perdido de 240 g que fue en merma, lo que representa el 44.44% de peso perdido, el cálculo se hizo de la siguiente manera: a los 540 g del deshidratado se le restaron 240 g que se perdieron en la molienda, quedando 300 g en molienda, por lo que 540 g es el 100% y 240 g representa el 44.44% de peso perdido; en la etapa de tamizado se obtuvo un peso de 200 g, un peso perdido de 100 g que fueron partículas grandes, lo que representa el 33.33% de peso perdido, el cálculo se hizo de la siguiente manera: a los 300 g de la molienda se le restaron 100 g que se perdieron en el tamizado, quedando 200 g en el tamizado, por lo que 300 g es el 100% y 100 g representa el 33.33% de peso perdido y en la última etapa del proceso se almacenaron 200 g de harina de pedúnculo de piña.

NOTA: de 200 g de harina de pedúnculo de piña, 100 g se empacaron al vacío y se enviaron como muestras para humedad para el laboratorio y los otros 100 g se utilizaron para realizar la fórmula de ablandador.

8.2 Segunda etapa

En esta etapa se realizó el análisis sensorial, en donde se evaluaron dos factores, los cuales se describen a continuación:

8.2.1 Descripción de los dos factores del análisis sensorial

- Factor 1: dosis
 - 4 g/kg
 - 6 g/kg
- Factor 2: tiempo de reposo
 - 15 min
 - 25 min.

Nota: cuando se menciona tiempo de reposo se refiere al tiempo que pasó el corte con el ablandador agregado antes de llevarlo a la parrilla. La unidad experimental que se usó fue el corte de posta negra.

Se usó 6 g de ablandador/kg de carne debido al poder de coagulación de la actividad enzimática, la cual se indica en la tabla 1, página 22, y se tomó como base para realizar el cálculo de la dosis del ablandador que se empleó, el cual se describe en el apéndice 2, página 70 y se utilizó una segunda dosis para ver si su poder ablandador era tan efectivo con menos cantidad.

El tiempo de reposo de 25 minutos se utilizó basándose en la investigación realizada en 2018, por León y Romero en Ecuador, que se menciona en el apartado de antecedentes, se ejecutó un segundo tiempo de reposo menor, 15 minutos, ya que el tiempo es un factor importante a la hora de preparar alimentos.

Se eligieron dos dosis y dos tiempos de reposo y al momento de combinarlos salieron cuatro tratamientos más el tratamiento de referencia. No es recomendable saturar el paladar del panelista con demasiados tratamientos.

8.2.2 Obtención del corte de carne

La carne se obtuvo en un establecimiento, elegido al azar, del mercado la terminal, ubicado en Mazatenango, Suchitepéquez. La raza más utilizada es la del ganado bovino Brahman, ya que es la que más carne produce y la mayoría de los productores de carne para consumo prefieren animales de crianza y ya no tanto de potrero, debido a la ventaja que por ser de raza se alimentan con concentrado y esa alimentación produce más peso en la carne.

Nota: esta información fue proporcionada por personas que trabajan en carnicerías del mercado de la terminal y personas que también se dedican a destazar. No tienen una seguridad en cuanto al origen de los animales, ya que solo les proveen la materia prima y esa es la información que les brindan. Dicho esto, una vez al mes destazan un animal viejo (toro o vaca), entonces se procederá a comprar la carne.

8.2.3 Procedimiento de la preparación del corte de carne previo a la evaluación sensorial

En esta evaluación se tomó en cuenta la ternera, la cual fue la variable de respuesta, aspecto importante en la calidad de la carne y también otros factores como:

- Especie: bovina
- Unidad experimental- corte: posta negra (*m. Semimembranosus*)
- Maduración de la carne: a 4 °C por 20 horas

Preparación de las muestras

La cantidad de carne empleada fue de 7.275 libras de posta negra. En donde se procedió a cortar 110 trozos de 30 gramos cada uno, buscando la uniformidad entre cada trozo de 30 gramos, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera:

- 44 cortes; con 4 g/kg de ablandador (0.12 gramos de ablandador por cada corte).
- 44 cortes; con 6 g/kg de ablandador (0.18 gramos de ablandador por cada corte).
- 22 cortes; sin adición de ablandador.
- En total se obtuvieron 110 cortes de 30 gramos cada uno.

Cabe destacar que primero se realizaron los cortes, luego se llevó a madurar la carne y después de 20 horas se aplicó en el músculo (*Semimembranosus*) corte posta negra o también llamada posta de cuarto, en donde hubo diferentes dosis y tiempos de reposo, luego de aplicado el ablandador.

La evaluación de la terneza en el corte de posta negra (cada muestra), se cocinó, con un grado de asado de término medio, con tiempo de cocción de tres minutos por lado. El centro térmico de la carne fue de 60 °C, con adición del ablandador de la harina del pedúnculo de piña; los trozos de carne (30 g/cada uno). El grosor de la carne fue de ½ pulgada, en la cual se le tomó la temperatura a ¼ de pulgada del corte con la ayuda de un termómetro, ésta se cocinó antes de ejecutar el panel piloto.

8.2.4 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó con veintidós panelistas estudiantes de INTECAP, en el laboratorio de Evaluación Sensorial de la Planta Piloto de la Carrera de Ingeniería en Alimentos CUNSUROC – USAC-. Dichos panelistas ya tenían una sensibilidad sensorial a lo que se refiere terneza en carnes y solo se dio indicaciones a los jueces de como evaluarían el método de análisis sensorial que se utilizó; esto para que pudieran describir sus percepciones sensoriales de una manera eficiente.

Se utilizó un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple con panelistas seleccionados utilizando una escala de categoría de diferencia de 5 puntos, que va desde nula hasta demasiada, con objeto de evaluar la terneza en el corte de posta negra, con la incorporación de ablandador de harina del pedúnculo de piña a diferentes dosis y tiempos de reposo.

Cabe resaltar que cada panelista tuvo una muestra testigo, sin ablandador, con el objetivo de determinar el grado de diferencia que existía entre la muestra de referencia y las demás.

En el anexo 6, página 68, se pueden observar las imágenes de la ejecución de la evaluación sensorial.

Se creó la siguiente escala de diferencia para evaluar las muestras y se usó un criterio de 5 puntos (ver apéndice 1, página 69).

1= nula

2= ligera

3= moderada

4= mucha

5= demasiada

8.2.5 Descripción del análisis estadístico empleado

Se utilizó un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio. Al combinar los dos niveles del factor 1 y los dos niveles del factor 2, se establecieron cuatro tratamientos, los cuales se describen a continuación:

- T1= corte de carne posta negra con dosis de 4 g/kg y tiempo de reposo de 15 min.
- T2= corte de carne de posta negra con dosis de 4 g/kg y tiempo de reposo de 25 min.
- T3= corte de carne de posta negra con dosis de 6 g/kg y tiempo de reposo de 15 min.
- T4= corte de carne de posta negra con dosis de 6 g/kg y tiempo de reposo de 25 min.

Nota: en las dosis de 4 g/kg se utilizó 0.12 g de ablandador por muestra de 30 g de carne y en las dosis de 6 g/kg se utilizó 0.18 g de ablandador por muestra de 30 g de carne.

Cada panelista constituyó un bloque y degustó cinco muestras (tratamientos) en la evaluación sensorial, en donde una de ellas fue la muestra testigo o de referencia.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con la prueba de Fisher (F) de dos colas con un nivel de significancia del 5%.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + u_{ijk} \quad i = 1, 2, \dots, I ; j = 1, 2, \dots, J,$$

Donde:

- Y_{ij} = es la variable respuesta (textura) obtenida del tratamiento con el (i) –ésimo nivel de A, el (j) –ésimo nivel de B y la repetición k - ésima.
- μ = media general.

- A_i = efecto producido por el nivel i -ésimo del factor 1 (dosis).
- B_j = efecto producido por el nivel j -ésimo del factor 2 (tiempo de reposo).
- AB_{ij} = efecto de la interacción del i -ésimo nivel del factor 1 y el j -ésimo nivel del factor 2 en su repetición k .
- u_{ijk} = error experimental

Se detallan las fórmulas que se utilizaron en el Análisis de Varianza para un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio:

Tabla 5. Análisis de Varianza para un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio

| Causas de Variación | Sumatoria de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | Factor Calculado | Factor Tabulado |
|---------------------|--|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|
| Bloque | $\frac{\Sigma(\Sigma\text{bloque})^2}{ab} - FC$ | $r - 1$ | | | |
| A | $\frac{\Sigma(\text{dosis})^2}{rb} - FC$ | $a - 1$ | $\frac{SC_A}{GL_A}$ | $\frac{CM_A}{CM_{error}}$ | Tabla F dos colas |
| B | $\frac{\Sigma(\text{tiempo})^2}{ra} - FC$ | $b - 1$ | $\frac{SC_B}{GL_B}$ | $\frac{CM_B}{CM_{error}}$ | Tabla F dos colas |
| AB | $\frac{\Sigma(\text{trat})^2}{r} - FC - SC_A - SC_B$ | $(a - 1)$ $(b - 1)$ | $\frac{SC_{AB}}{GL_{AB}}$ | $\frac{CM_{AB}}{CM_{error}}$ | Tabla F dos colas |
| Error | $SC_{TOTAL} - SC_{BLOQUES} - SC_A - SC_B - SC_{AB}$ | $(ab - 1)$ $(r - 1)$ | $\frac{SC_{error}}{GL_{error}}$ | | |
| Total | $\Sigma(\text{dato})^2 - FC$ | $abr - 1$ | | | |

Fuente: (M. Del Cid, 2005, adaptado según tabla de Pedro Reyes).

Donde:

- Factor de Corrección: $FC = \frac{Y^2}{abr}$
- a = niveles de factor 1 (dosis)
- b = niveles de factor 2 (tiempo)
- r = repeticiones o bloques

Conclusiones: existe diferencia estadística significativa entre tratamientos si FC es mayor que FT.

En el anexo 2, página 64, se muestra la tabla Fisher (F) de dos colas con un nivel de significancia del 5%, para encontrar el Factor Tabulado (FT).

9. Resultados y discusión de resultados

9.1 Estandarización del proceso de elaboración de la harina del pedúnculo de piña

Obtención del pedúnculo de piña

Para la investigación se utilizaron pedúnculos de piña obtenidos un día después del corte, los cuales fueron cosechados en Aldea San Rafael Tierra del Pueblo, se obtuvieron 2,377 gramos.

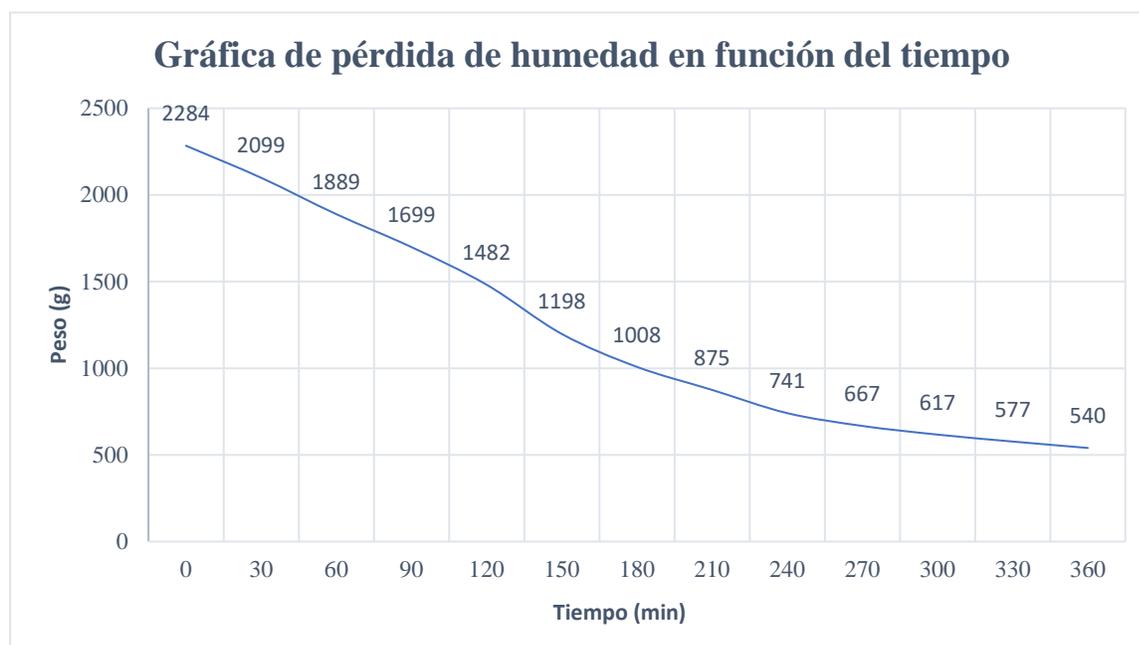
Esto es importante, debido a que el pedúnculo entre más tiempo lleve cortado pueden afectarlo diferentes factores ambientales y microbiológicos, sus características funcionales disminuyen al igual que su calidad como materia prima (InfoAgro, 2019).

Humedad en la etapa de deshidratado

Para estandarizar en el proceso, se realizó una curva de humedad en donde se controló el tiempo y peso.

En la gráfica 1, página 51, se muestran los datos que se tomaron del tiempo de deshidratado en el pedúnculo, el cual fue a cada 30 minutos y los datos del peso en gramos de los cortes de pedúnculo de piña que se obtenían en ese tiempo.

Gráfica 1. Pérdida de humedad en la etapa de deshidratación



Fuente: elaboración propia 2023.

Como se observa en la gráfica, hay una pérdida de humedad en el pedúnculo de piña. El eje x representa el tiempo transcurrido en minutos desde que inició el proceso de deshidratación, el cual fue en el minuto cero con un peso de pedúnculo de 2284 g, expresado en el eje y, y a medida que avanzó el proceso de deshidratación se muestra como disminuye gradualmente el peso hasta llegar a un peso final de 540 g en el minuto 360, cabe destacar que se registraron los pesos del pedúnculo en intervalos de 30 min.

Se muestra la fórmula para calcular la pérdida de porcentaje de humedad:

$$\text{Pérdida de \% h} = \left(1 - \left(\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}}\right)\right) * 100$$

$$\text{Pérdida de \% h} = \left(1 - \left(\frac{540g}{2284}\right)\right) * 100$$

Pérdida de % h = 76.36%

El porcentaje de humedad perdida en la etapa de deshidratado, tomando en cuenta los datos que se tomaron de tiempo y peso perdido, fue de 76.36%.

Humedad del ablandador

La humedad obtenida de la harina de pedúnculo de piña fue del 12.84%, lo cual se encuentra en conformidad con los estándares estipulados por el CODEX ALIMENTARIUS para harinas, ya que su especificación establece que la humedad debe ser inferior al 15%.

La determinación de la humedad desempeña un papel fundamental en la evaluación de la calidad de las harinas. Este análisis es esencial debido a que una mayor humedad puede tener como consecuencia una menor estabilidad durante el almacenamiento y una mayor susceptibilidad al deterioro. Esto se debe a que los microorganismos, en especial los mohos, tienden a proliferar en entornos con niveles elevados de humedad. Además, la humedad final en los productos terminados guarda una estrecha relación con aspectos críticos como la textura, la aceptación por parte del consumidor, la calidad del producto y su estabilidad a lo largo del tiempo.

Para visualizar con mayor detalle el resultado de la humedad en la harina del pedúnculo de piña, se puede consultar el anexo 3, página 65.

Granulosidad

Después de la molienda, se pasó la harina del pedúnculo de piña a través de una malla de 0.400 mm, y se logró que el 66.67% de la harina pasara por esta malla.

Esta fase de granulación en la producción de harina de pedúnculo de piña es esencial, ya que contribuye significativamente a la estandarización de los procesos. Además, permite identificar

los requisitos de la materia prima y establecer parámetros en relación con el tamaño de las partículas.

Por otro lado, es importante destacar que una harina con una granulometría uniforme promueve una mejor calidad sensorial en términos de textura y apariencia visual en el producto final.

9.2 Formulación de ablandador con harina del pedúnculo y sal

Para la formulación de ablandador a partir del pedúnculo de piña, se realizó el proceso descrito en el inciso 8.1.1, páginas 38 y 39, se obtuvo 200 gramos; de los cuales 100 gramos se empacaron al vacío y se enviaron al laboratorio para que le realizaran análisis de humedad, quedando solo 100 gramos para utilizarlos en la fórmula. Se obtuvo un rendimiento total de 8.41%:

$$\frac{100\%}{2377\text{ g}} * 200\text{ g} = 8.41\%$$

Teniendo la harina del pedúnculo de piña (100 gramos), se procedió a realizar la formulación con base en la “Tabla 3. Formulación de ablandador a partir del pedúnculo de la piña”, página 39, para después utilizarla en la carne por tiempos de reposo establecidos.

9.3 Determinación del efecto ablandador utilizando un test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple de la terneza en el corte de posta negra (*m. Semimembranosus*) en diferentes tiempos de reposo y concentraciones.

Para el análisis de evaluación sensorial utilizado en la investigación, se organizó un panel de 22 jueces entrenados. En esta prueba analítica discriminatória de diferencia de comparación múltiple se aplicó una escala de diferencia con criterio de cinco puntos para cada muestra, en la tabla se describen mejor los códigos:

Tabla 6. Código de las muestras

| CÓDIGO DE LAS MUESTRAS | | | |
|--|---|---|---|
| 450 | 670 | 659 | 234 |
| T1= corte de carne posta negra con dosis de 4g/kg y tiempo de reposo de 15 min. | T2= corte de carne de posta negra con dosis de 4g/kg y tiempo de reposo de 25 min. | T3= corte de carne de posta negra con dosis de 6g/kg y tiempo de reposo de 15 min. | T4= corte de carne de posta negra con dosis de 6g/kg y tiempo de reposo de 25 min. |

Fuente: elaboración propia 2023.

A los panelistas se les solicitó, que evaluaran la variable de respuesta terneza en las muestras y compararan la diferencia que percibían con la muestra testigo.

Los datos obtenidos en cada uno de los paneles fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de varianza para un diseño estadístico de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio.

Análisis de varianza

La prueba de evaluación sensorial se realizó en un día con los 22 panelista entrenados. En la investigación se utilizaron 110 cortes de carne para 22 personas, 88 cortes eran con ablandador y 22 cortes sin ablandador (muestra testigo).

Ver apéndice 3, página 71 se presentan los datos obtenidos en la evaluación sensorial realizada.

Con los datos transformados de la tabla se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), para un diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial combinatorio. Con un nivel de significancia del 5%, el resumen de ANDEVA se muestra en la tabla:

Tabla 7. Resumen de ANDEVA

| Causas de Variación | Sumatoria de Cuadrados | Grados de Libertad | Cuadrado Medio | Factor Calculado | Factor Tabulado | Significancia |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|
| Bloque | 28.15 | 21 | | | | |
| A | 25.10 | 1 | 25.1 | 28.9 | 4.00 | * |
| B | 0.92 | 1 | 0.92 | 1.06 | 4.00 | N.S. |
| AB | 0.01 | 1 | 0.01 | 0.01 | 4.00 | N.S. |
| Error | 54.72 | 63 | 0.87 | | | |
| Total | 108.9 | 87 | | | | |

Fuente: elaboración propia 2023.

Como se observa en la tabla 7, del resultado del análisis de varianza, existe diferencia significativa $\alpha=0.05$ en los niveles del factor A (dosis), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, al menos una dosis a evaluar tuvo un efecto diferente sobre la variable de respuesta terneza de la posta negra de bovino.

Por otro lado, se determinó que no existe diferencia significativa $\alpha=0.05$ en los niveles del factor B (tiempos de reposo) y tampoco existe interacción entre los niveles del factor A y los niveles del factor B, por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, los dos tiempos de reposo a evaluar tuvieron el mismo efecto ablandador en la variable de respuesta terneza de la posta negra de bovino y no existió interacción entre los niveles de los dos factores evaluados.

Prueba de medias de Tukey

Debido a la diferencia estadísticamente significativa que existió entre los niveles del factor A se procedió a realizar una prueba de medias independientes de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 8. *Resultados de la prueba de medias de Tukey*

| Factor A | Media | Significancia |
|-----------------|--------------|----------------------|
| 6 g/kg | 3.50 | * |
| 4 g/kg | 2.43 | NS |

Fuente: elaboración propia 2023.

Como se muestra, la prueba de medias determinó que la dosis de 6 g/kg fue la que presentó la media más alta de 3.50 y es estadísticamente diferente a la dosis de 4 g/kg con una media de 2.43; por lo tanto, se considera más potente el efecto ablandador de la dosis de 6 g/kg, ya que fue la que presentó mejor media en la terneza de las muestras de carne.

10. Conclusiones

- Existe diferencia significativa entre los niveles del factor A (dosis), por lo que se rechaza la hipótesis nula, es decir, al menos una dosis evaluada tuvo un efecto diferente sobre la variable de respuesta terneza de la posta negra de bovino, además, se determinó que no existe diferencia significativa entre los niveles del factor B (tiempo de reposo), por lo que se aceptó la hipótesis nula. Por otro lado, también se determinó que no existió diferencia significativa entre la interacción del factor A (dosis) y el factor B (tiempo de reposo), aceptando la hipótesis nula.
- En el proceso de elaboración de la harina del pedúnculo de piña se estableció lo siguiente: seis horas de deshidratado; estandarizado de las partículas de harina de 0.400 mm y en la etapa final del proceso se obtuvo una humedad menor al 15%, cumpliendo así con la norma del Codex para harinas.
- La formulación del ablandador para carne está compuesta de 80% de harina de pedúnculo de piña, elaborado en la investigación y descrito en el inciso 8.2.1 y 20% de sal.
- La prueba de medias de Tukey indicó un nivel de significancia del 5% debido a la diferencia significativa que existió entre los niveles del factor A, en donde se determinó más potente el efecto ablandador de la dosis de 6 g/kg, ya que presentó mayor media en la terneza del corte de posta negra y fue de 3.50, ésta es estadísticamente diferente a la dosis de 4 g/kg que obtuvo una media de 2.43.
- El efecto ablandador a través del test de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple, realizada por panelistas entrenados, en el cual el tratamiento tres (6 g/kg) y tratamiento cuatro (6 g/kg) fueron los mejores evaluados en la escala de diferencia de 5 puntos.

11. Recomendaciones

- Profundizar en la investigación de ablandadores elaborados con diferentes partes de la piña que no se utilizan y son residuos sólidos, ya que esta fruta contiene bromelina que es un potencial ablandador natural que se está desaprovechando.
- Utilizar un molino de nixtamal con más capacidad (de 5 HP hasta 40 HP) para moler mejor los pedúnculos de piña, aumentando así el rendimiento de la obtención de harina en la etapa de tamizado.
- Realizar formulaciones con más porcentaje de harina de pedúnculo de piña y menos sal.
- Utilizar la dosis de 6 g/kg con menos tiempo de reposo, ya que fue la que mejor resultado presentó en terneza de los cortes de posta negra. Y en la dosis de 4 g/kg emplear el tiempo de 15 minutos debido a que tienen el mismo efecto ablandador en los dos tiempos de reposo.

12. Referencias

- Alvarado, E. (Julio de 2012). *Evaluación de la actividad enzimática de la bromelina presente en el eje de inflorescencia del fruto deshidratado de piña*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1267_Q.pdf
- Benítez Pacheco, I. L., Rojas Maldonado, M. C., Catalán Garrido, J. E., y Dardón Juárez, E. M. (28 de Noviembre de 2014). *Dirección General de Investigación*. Programa Universitario de Investigación, Alimentación y Nutrición PRUNIAM. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/prunian/INF-2014-42.pdf>
- Carduza, F., Grigioni, G., y Irurueta, M. (2015). *Evaluación organoléptica de calidad en carne a pedido de consumidor*. Instituto Tecnología de Alimentos, INTA. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/65-evaluacion_organoleptica.pdf
- Carrera, J. (28 de Febrero de 2003). *Producción y aplicación de enzimas industriales*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca, Popayán. <https://acortar.link/s4yrut>
- Castillo, L., Ocampo, M., y Mendoza, J. E. (Diciembre de 2020). *Ablandador líquido sazonado para carne, utilizando extracto de Bromelina obtenido por extracción Líquido-Líquido a partir de cáscara y corazón de piña (Ananas Comosus) variedad Monte Lirio*. [Tesis de Licenciatura en Química Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/16607/1/16607.pdf>
- Chavarría Quesada, A. (2015). *Guía descriptiva de los cortes de carne de res y cerdo*. Instituto Nacional de Aprendizaje.

<https://www.ina.ac.cr/AcercaINA/Documentos%20compartidos/Documentos%20Didacticos/Guia%20cortes%20carne.pdf>

Chew Aldana, A. (mayo de 2016). *Extracción y Purificación de la Enzima Ficina Proveniente del Látex del Higo (Ficus carica L.) para su Implementación en un Ablandador Cárnico*. [Tesis de Licenciatura en Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala].

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/4824/1/Alejandra%20Mar%C3%ADa%20Chew%20Aldana.pdf>

Espinosa Manfugás, J. (2007). Evaluación Sensorial de los Alimentos. En *Prueba de comparación múltiple*. Editorial Universitaria. <https://docplayer.es/42987261-Evaluacion-sensorial-de-los-alimentos-dr-c-julia-espinosa-manfugas.html>

Fischer, E. (31 de julio de 2019). *Cómo asar carne*. <https://www.recetasgratis.net/articulo-como-asar-carne-73086.html>

García Garibay, M., Quintero Ramírez, R., y López-Munguía, A. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. Editorial LIMUSA.

Hernández Alarcón, E. (2005). *Evaluación Sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. https://www.academia.edu/22625186/EVALUACION_SENSORIAL

Hernández Bautista, J., y Ríos Rincón, G. (Junio de 2009). *Efecto de los grupos raciales bovinos en las características de calidad de la carne*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3654509.pdf>

InfoAgro. (2019). *Deterioro de frutas y hortalizas en post-cosecha*. <https://mexico.infoagro.com/deterioro-de-frutas-y-hortalizas-en-post-cosecha/>

La constancia. (s.f.). *¿Cómo saber la temperatura de las brasas?* <https://acortar.link/8YoUN0>

León, M., y Romero, A. (Marzo de 2018). *Propuesta de elaboración de un ablandador de carne a base de cascara de piña (Ananas comusos) para su aplicación como un condimento alto en enzimas y especias*. [Tesis de Licenciatura en Gastronomía, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42071/1/Tesis%20bromelina%20final.pdf>

López Lago, I., Díaz Varela, J., y Merino de Cáceres, F. (2 de Octubre de 2009). *La Bromelina: una proteasa de interés comercial*. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/11358129609487552?needAccess=true&role=button>

López Rodríguez, E., Anzueto del Valle, C., Marcucci Ruiz, J., Vásquez Kilkán, H., y Ponce Wohlers, F. (2016). *Política Ganadera Bovina Nacional*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. [https://www.maga.gob.gt/download/politica-ganadera\(2\).pdf](https://www.maga.gob.gt/download/politica-ganadera(2).pdf)

Monterio Rodríguez, M. (2002). *Intituto de promoción de la carne vacuna Argentina*. <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=125>

Montoya Terrones, T. D., y Miano Pastor, A. C. (9 de Junio de 2011). Influencia de la concentración de cloruro de sodio y de extracto de corazón de piña (Ananas comusos – var roja trujillana) inyectados como solución en la textura (resistencia a la penetración) y capacidad de retención de agua (CRA) en carne de vacuno. *Revista de Ciencia Agroindustrial*, *1*(1), 30-38. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindsience/article/view/103/114>

- Oliván, C., Sierra, V., y García, P. (2013). Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno. *Boletín Informativo Tecnología Agroalimentaria*, 12(1), 45-52. <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5574>
- Paredes, V. (s.f.). *Manual de Corte y Manejo de Carnes*. https://www.academia.edu/25996713/Manual_de_Corte_y_Manejo_de_Carnes
- Restrepo Molina, D., Arango Mejía, C., Amézquita Campuzano, A., y Restrepo Digiammarco, R. (Julio de 2001). *Industria de Carnes*. Editorial Universidad Nacional de Colombia. <https://acortar.link/jU51a2>
- Revilla, A. (1982). *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis*. (2º ed.). Ed. IICA. https://www.academia.edu/36652945/TECNOLOGIA_DE_LA_LECHE_REVILLA
- Sánchez, I., y Albarracín, W. (2010). Análisis Sensorial en Carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(1), 227-239. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324566/20781789>
- Wittig De Penna, E. (2001). *Evaluación Sensorial: una metodología actual para tecnología de alimentos*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121431>

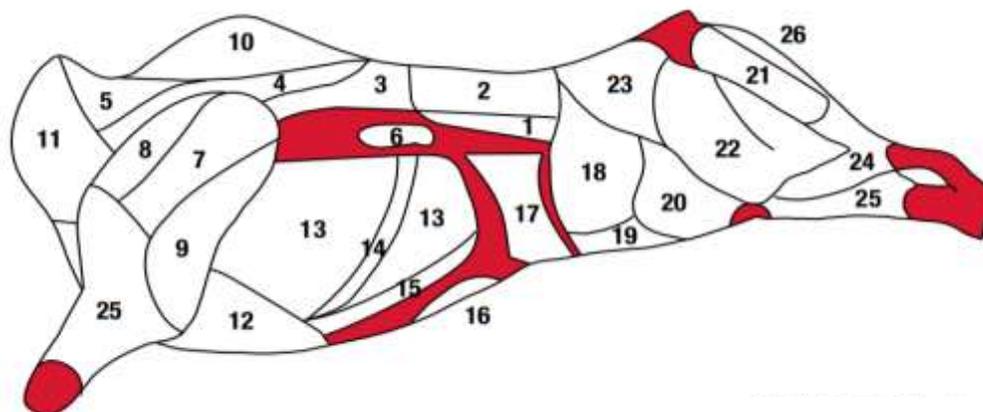
Vo. Bo.


Lcda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



13. Anexos

Anexo 1. Diagrama General Muscular de Res



Autor: Allan Chavarría Quesada

| | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. Lomito | 8. Cacho de Paleta | 15. Arrachera | 22. Bota de Solomo |
| 2. Lomo Ancho | 9. Posta de Paleta | 16. Tortilla | 23. Punta de Solomo |
| 3. Cola de Lomo | 10. Giba | 17. Cecina | 24. Ratón de Campana |
| 4. Lomo de Aguja | 11. Degolladura | 18. Vuelta de Lomo | 25. Posta de Ratón |
| 5. Lomo de Pescuezo | 12. Posta de Pecho | 19. Cacho de Vuelta de Lomo | 26. Posta de Cuarto |
| 6. Lomito de Entraña | 13. Costillar Entero | 20. Bolita | |
| 7. Lomo de Paleta | 14. Entraña | 21. Mano de Piedra | |

Nota. imagen que muestra la posición anatómica en la que se encuentra la Posta de Cuarto/Posta Negra, representada con el número 26. Tomado de *Guía descriptiva de los cortes de carne de res y cerdo de Costa Rica* (p.34), por Chavarría Quesada, 2015, Instituto Nacional de Aprendizaje.

Anexo 2. Tabla con valores para la distribución de Fisher (F) de dos colas con un nivel de significancia del 5%

| | | Grados de libertad en el numerador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 75 | 100 | ∞ |
| Grados de libertad en el denominador | 1 | 161 | 199 | 216 | 225 | 230 | 234 | 237 | 239 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 245 | 246 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 253 | 254 |
| | 2 | 18.5 | 19.0 | 19.2 | 19.2 | 19.3 | 19.3 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.4 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 | 19.5 |
| | 3 | 10.1 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.89 | 8.85 | 8.81 | 8.79 | 8.76 | 8.74 | 8.73 | 8.71 | 8.70 | 8.66 | 8.63 | 8.62 | 8.59 | 8.58 | 8.56 | 8.55 | 8.53 |
| | 4 | 7.71 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.26 | 6.16 | 6.09 | 6.04 | 6.00 | 5.96 | 5.94 | 5.91 | 5.89 | 5.87 | 5.86 | 5.80 | 5.77 | 5.75 | 5.72 | 5.70 | 5.68 | 5.66 | 5.63 |
| | 5 | 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.88 | 4.82 | 4.77 | 4.74 | 4.70 | 4.68 | 4.66 | 4.64 | 4.62 | 4.56 | 4.52 | 4.50 | 4.46 | 4.44 | 4.42 | 4.41 | 4.37 |
| | 6 | 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.21 | 4.15 | 4.10 | 4.06 | 4.03 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.87 | 3.83 | 3.81 | 3.77 | 3.75 | 3.73 | 3.71 | 3.67 |
| | 7 | 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.79 | 3.73 | 3.68 | 3.64 | 3.60 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.44 | 3.40 | 3.38 | 3.34 | 3.32 | 3.29 | 3.27 | 3.23 |
| | 8 | 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.50 | 3.44 | 3.39 | 3.35 | 3.31 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.15 | 3.11 | 3.08 | 3.04 | 3.02 | 2.99 | 2.97 | 2.93 |
| | 9 | 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.29 | 3.23 | 3.18 | 3.14 | 3.10 | 3.07 | 3.05 | 3.03 | 3.01 | 2.94 | 2.89 | 2.86 | 2.83 | 2.80 | 2.77 | 2.76 | 2.71 |
| | 10 | 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.94 | 2.91 | 2.89 | 2.86 | 2.85 | 2.77 | 2.73 | 2.70 | 2.66 | 2.64 | 2.60 | 2.59 | 2.54 |
| | 11 | 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.82 | 2.79 | 2.76 | 2.74 | 2.72 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.47 | 2.46 | 2.41 |
| | 12 | 4.75 | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.72 | 2.69 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.54 | 2.50 | 2.47 | 2.43 | 2.40 | 2.37 | 2.35 | 2.30 |
| | 13 | 4.67 | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.63 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.53 | 2.46 | 2.41 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.28 | 2.26 | 2.21 |
| | 14 | 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.48 | 2.46 | 2.39 | 2.34 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.21 | 2.19 | 2.13 |
| | 15 | 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.51 | 2.48 | 2.45 | 2.42 | 2.40 | 2.33 | 2.28 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.14 | 2.12 | 2.07 |
| | 16 | 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.46 | 2.42 | 2.40 | 2.37 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.09 | 2.07 | 2.01 |
| | 17 | 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.41 | 2.38 | 2.35 | 2.33 | 2.31 | 2.23 | 2.18 | 2.15 | 2.10 | 2.08 | 2.04 | 2.02 | 1.96 |
| | 18 | 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.37 | 2.34 | 2.31 | 2.29 | 2.27 | 2.19 | 2.14 | 2.11 | 2.06 | 2.04 | 2.00 | 1.98 | 1.92 |
| | 19 | 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.28 | 2.26 | 2.23 | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.00 | 1.96 | 1.94 | 1.88 |
| | 20 | 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.28 | 2.25 | 2.22 | 2.20 | 2.12 | 2.07 | 2.04 | 1.99 | 1.97 | 1.93 | 1.91 | 1.84 |
| | 21 | 4.32 | 3.47 | 3.07 | 2.84 | 2.68 | 2.57 | 2.49 | 2.42 | 2.37 | 2.32 | 2.28 | 2.25 | 2.22 | 2.20 | 2.18 | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.94 | 1.90 | 1.88 | 1.81 |
| | 22 | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.26 | 2.23 | 2.20 | 2.17 | 2.15 | 2.07 | 2.02 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.87 | 1.85 | 1.78 |
| | 23 | 4.28 | 3.42 | 3.03 | 2.80 | 2.64 | 2.53 | 2.44 | 2.37 | 2.32 | 2.27 | 2.24 | 2.20 | 2.18 | 2.15 | 2.13 | 2.05 | 2.00 | 1.96 | 1.91 | 1.88 | 1.84 | 1.82 | 1.76 |
| | 24 | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.22 | 2.18 | 2.15 | 2.13 | 2.11 | 2.03 | 1.97 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.82 | 1.80 | 1.73 |
| | 25 | 4.24 | 3.39 | 2.99 | 2.76 | 2.60 | 2.49 | 2.40 | 2.34 | 2.28 | 2.24 | 2.20 | 2.16 | 2.14 | 2.11 | 2.09 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.84 | 1.80 | 1.78 | 1.71 |
| | 26 | 4.23 | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.39 | 2.32 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.15 | 2.12 | 2.09 | 2.07 | 1.99 | 1.94 | 1.90 | 1.85 | 1.82 | 1.78 | 1.76 | 1.69 |
| 27 | 4.21 | 3.35 | 2.96 | 2.73 | 2.57 | 2.46 | 2.37 | 2.31 | 2.25 | 2.20 | 2.17 | 2.13 | 2.10 | 2.08 | 2.06 | 1.97 | 1.92 | 1.88 | 1.84 | 1.81 | 1.76 | 1.74 | 1.67 | |
| 28 | 4.20 | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.45 | 2.36 | 2.29 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.82 | 1.79 | 1.75 | 1.73 | 1.65 | |
| 29 | 4.18 | 3.33 | 2.93 | 2.70 | 2.55 | 2.43 | 2.35 | 2.28 | 2.22 | 2.18 | 2.14 | 2.10 | 2.08 | 2.05 | 2.03 | 1.94 | 1.89 | 1.85 | 1.81 | 1.77 | 1.73 | 1.71 | 1.64 | |
| 30 | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.13 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 2.01 | 1.93 | 1.88 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.72 | 1.70 | 1.62 | |
| 40 | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 2.00 | 1.97 | 1.95 | 1.92 | 1.84 | 1.78 | 1.74 | 1.69 | 1.66 | 1.61 | 1.59 | 1.51 | |
| 60 | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.92 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.75 | 1.69 | 1.65 | 1.59 | 1.56 | 1.51 | 1.48 | 1.39 | |
| 100 | 3.94 | 3.09 | 2.70 | 2.46 | 2.31 | 2.19 | 2.10 | 2.03 | 1.97 | 1.93 | 1.89 | 1.85 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.68 | 1.62 | 1.57 | 1.52 | 1.48 | 1.42 | 1.39 | 1.28 | |
| ∞ | 3.84 | 3.00 | 2.61 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.79 | 1.75 | 1.72 | 1.69 | 1.67 | 1.57 | 1.51 | 1.46 | 1.40 | 1.35 | 1.28 | 1.25 | 1.03 | |

Nota. Tabla de la distribución de Fisher de dos colas con significancia del 5%. Tomado de *Análisis y diseño de experimentos* (p.513), por Gutiérrez Pulido y de la Vara Salazar, 2008, McGraw-Hill Interamericana.

Anexo 3. Informe de análisis de humedad en harina de pedúnculo de piña

NUTRA MIX

Calidad que se demuestra sola

LABORATORIO

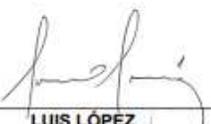
INFORME DE ANÁLISIS

DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

| | |
|--|---|
| CLIENTE: DIANA FABIOLA PEREIRA | FECHA REPORTE: 22/08/2023 |
| PRODUCTO: PEDÚNCULO DE PIÑA | ANÁLISIS: DETERMINACIÓN DE HUMEDAD |
| CODIGO: INFORME | LOTE PRODUCCIÓN: N/D |
| LABORATORIO: PLANTACIONES DEL SUR S.A | |

| HUMEDAD DE MATERIA PRIMA | | |
|--------------------------|----------------|-----------|
| MUESTRA | TEMPERATURA °C | % HUMEDAD |
| 1 | 25.6 | 12.90 |
| 2 | 25.8 | 12.92 |
| 3 | 25.6 | 12.70 |

*Los resultados corresponden a tres muestras de pedúnculo de piña de 2.5 gramos.



LUIS LÓPEZ
ANALISTA DE LABORATORIO

Anexo 4. Imágenes del proceso de la harina del pedúnculo de piña.

Figura 3. *Deshidratación del pedúnculo de la piña*



Fuente: elaboración propia 2023.

Figura 4. *Empacado al vacío de la harina del pedúnculo de piña*



Fuente: elaboración propia 2023.

Anexo 5. Imágenes del procedimiento de la preparación de las muestras previo a la evaluación sensorial.

Figura 5. *Cocción de la carne con mediación del centro térmico a 60 °C*



Fuente: elaboración propia 2023.

Figura 6. *Asado de la carne*



Fuente: elaboración propia 2023.

Anexo 6. Evaluación sensorial**Figura 7.** *Ejecución de la evaluación sensorial con panelistas*

Fuente: elaboración propia 2023.

Figura 8. *Representación de las muestras colocadas para que las evaluaran los panelistas*

Fuente: elaboración propia 2023.

14. Apéndice

Apéndice 1. Boleta de evaluación sensorial.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
TRABAJO DE GRADUACIÓN



COMPARACIÓN MÚLTIPLE

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: usted ha recibido una muestra de referencia (R), la cual va a comparar en cuanto a terneza con las muestras codificadas recibidas. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Recuerde que el vaso de agua que se le presenta es para que sea usado como agente enjuagante entre una degustación y otra. Marque con una (X) según el grado de diferencia que encuentre.

| TERNEZA | | | | | |
|-----------|----------------------|-----|-----|-----|---|
| Categoría | CÓDIGO DE LA MUESTRA | | | | |
| | 450 | 670 | 659 | 234 | R |
| Nula | | | | | |
| Ligera | | | | | |
| Moderada | | | | | |
| Mucha | | | | | |
| Demasiada | | | | | |

Observaciones: _____

Apéndice 2. Metodología para determinar la dosis del ablandador a utilizar.

Fórmula para determinar el poder de coagulación. (Fórmula adaptada de Revilla, 1982, p.204)

$$P_c = \frac{2400 * VI}{Ve * T_c}$$

Donde:

P_c = Poder de coagulación (2400 factor constante)

VI = Peso de la carne

Ve = Volumen o peso de enzima

T_c = Tiempo de coagulación en segundos

Se utilizará la siguiente fórmula para determinar la dosis de la harina del pedúnculo de piña como ablandador por cada kg de carne.

$$Ve = \frac{2400 * VI}{T_c * P_c} = \frac{2400 * 1000g}{360s * 1200 \text{ GDU/g}} = 5.56 \approx 6 \text{ GDU}$$

R// es decir que para 1kg de carne cocinado por 6 minutos, con poder de coagulación de 1200 GDU/g se necesitan 6 gramos de harina del pedúnculo de piña para ablandarlo, teniendo en cuenta que se manejará una temperatura de 60°C para un grado de asado de término medio.

Apéndice 3. Tabla de datos obtenidos de la prueba de respuesta objetiva de diferencia de comparación múltiple

| Bloques | Tratamientos | | | |
|----------------------------|---|---|---|---|
| | Dosis: 4 g/kg Tiempo de reposo: 15 min. (T1) | Dosis: 4 g/kg Tiempo de reposo: 25 min. (T2) | Dosis: 6 g/kg Tiempo de reposo: 15 min. (T3) | Dosis: 6 g/kg Tiempo de reposo: 25 min. (T4) |
| I | 4 | 3 | 4 | 2 |
| II | 4 | 3 | 5 | 2 |
| III | 1 | 2 | 2 | 3 |
| IV | 2 | 1 | 3 | 5 |
| V | 1 | 1 | 2 | 3 |
| VI | 2 | 3 | 5 | 5 |
| VII | 2 | 2 | 4 | 3 |
| VIII | 2 | 2 | 4 | 3 |
| IX | 1 | 1 | 3 | 2 |
| X | 2 | 3 | 4 | 4 |
| XI | 5 | 3 | 3 | 2 |
| XII | 2 | 3 | 4 | 3 |
| XIII | 3 | 4 | 2 | 4 |
| XIV | 1 | 3 | 2 | 4 |
| XV | 4 | 3 | 2 | 4 |
| XVI | 2 | 2 | 3 | 4 |
| XVII | 2 | 3 | 3 | 4 |
| XVIII | 2 | 3 | 4 | 4 |
| XIX | 2 | 2 | 4 | 3 |
| XX | 2 | 4 | 4 | 5 |
| XXI | 2 | 2 | 4 | 5 |
| XXII | 3 | 3 | 4 | 5 |
| Suma Y_{ij} | 51 | 56 | 75 | 79 |
| Media | 2.32 | 2.55 | 3.41 | 3.59 |

Fuente: elaboración propia 2023.

En este cuadro se muestra la sumatoria de la interacción de dosis con tiempo de reposo, la cual está representada con Y_{ij} y es de 261, con una media de 2.97



Mazatenango, Suchitepéquez, 11 de agosto 2023

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos señores:

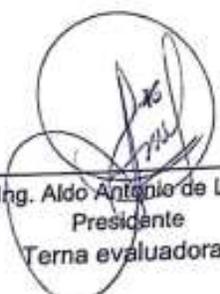
Reciban un cordial saludo, deseándoles éxitos en sus labores profesionales en beneficio de la educación superior del departamento.

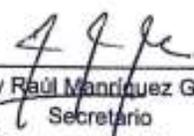
El motivo de la presente es manifestarles que hemos realizado la revisión de las correcciones correspondiente a Seminario I y estamos de acuerdo con las mismas para el trabajo de graduación titulado: **"Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la terneza de la posta negra de bovino"**, el cual fue elaborado por la T.U. **Diana Fabiola Pereira Alvarez** con número de carné: **201645185** y CUI: **2958982851001**.

Agradeciendo la atención prestada a la presente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.Sc. Ing. Aldo Antonio de León Fernández
Presidente
Terna evaluadora


Ing. Henry Raúl Martínez Godínez
Secretario
Terna evaluadora.


M.Sc. Ing. Marvin Manolo Sánchez López
Vocal
Terna evaluadora



Mazatenango, Suchitepéquez, 23 de enero 2024

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos señores:

Reciban un cordial saludo, deseándoles éxitos en sus labores profesionales en beneficio de la educación superior del departamento.

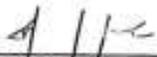
El motivo de la presente es manifestarles que hemos realizado la revisión de las correcciones correspondiente a Seminario II y estamos de acuerdo con las mismas para el trabajo de graduación titulado: **"Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de piña (*Ananas comosus*) en la terneza de la posta negra de bovino"**, el cual fue elaborado por la T.U. **Diana Fabiola Pereira Alvarez** con número de carné: **201645185** y CUI: **2958982851001**.

Agradeciendo la atención prestada a la presente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.Sc. Ing. Aldo Antonio de León Fernández
Presidente
Terna evaluadora


Ing. Henry Raul Manriquez Godínez
Secretario
Terna evaluadora.


M.Sc. Ing. Marvin Manolo Sánchez López
Vocal
Terna evaluadora

Mazatenango, 1 de abril 2024.



M.Sc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC -USAC-
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente -CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **“Evaluación del efecto ablandador de la harina del pedúnculo de pina (*Ananas comosus*) en la terneza de la posta negra de bovino”**, el cual ha sido presentado por la estudiante: **Diana Fabiola Pereira Alvarez**, quien se identifica con número de carné: **201645185**, correo electrónico: fabiolaperealva@gmail.com, teléfono: 42224457.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprimase**.

Deferentemente.

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long vertical stroke.



M.Sc. Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador

Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-75-2024

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, diecinueve de julio de dos mil veinticuatro. _____

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: “EVALUACIÓN DEL EFECTO ABLANDADOR DE LA HARINA DEL PEDÚNCULO DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN LA TERNEZA DE LA POSTA NEGRA DE BOVINO”, del estudiante: **Diana Fabiola Pereira Alvarez**, carné No. 201645185 CUI: 2958 92285 1001 de la carrera Ingeniería en Alimentos.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz Bonet
Director CUNSUROC



/gris