

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**EFFECTO DE LA BROMELINA Y TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE LA
CALIDAD TECNOLÓGICA EN DOS CORTES DE CARNE BOVINA.**

POR

PACÍFICO BONILLA DE GRACIA

9-741-1443

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

EFFECTO DE LA BROMELINA Y TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE LA CALIDAD TECNOLÓGICA EN DOS CORTES DE CARNE BOVINA

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

LIC. OMAR CHACÓN; MSc.

DIRECTOR

ING. ARTURO FUENTES; MSc.

MIEMBRO

ING. CARLOS SALDAÑA; MSc.

MIEMBRO

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ
2017**

AGRADECIMIENTO

Agradezco al profesor Omar Chacón por su apoyo incondicional y dedicación durante el proceso de investigación.

Gracias Omar por sus consejos y sugerencias para la realización de este trabajo. De igual forma agradezco a los profesores asesores, al Ing. Arturo fuentes por su tiempo, conocimientos y paciencia para el desarrollo de esta investigación y al Ing. Carlos Saldaña por sus colaboraciones.

Le agradezco muy respetuosamente a la Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias por brindarme todo el apoyo con sus equipos de laboratorios e infraestructura para la realización de los análisis. Al personal administrativo por su cooperación.

Pacífico Bonilla De Gracia

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a una fuerza interna que poseo y es el “miedo” a fracasar, el miedo a no poder hacer o llegar a realizar algo que anhelo, esa fuerza me impulso a no rendirme a levantarme cuando sentía que no podía y estoy más que seguro que ese instinto me seguirá llevando muy lejos.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mi madre Ana María De Gracia y padre Pacifico Bonilla Rodríguez por su apoyo inocente e incondicional hacia mí, sin saber si podría o no culminar mis estudios, metas y aspiraciones sin escatimar en lo económico confiaron en mí.

Nemito

“EFECTO DE LA BROMELINA Y TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE LA CALIDAD TECNOLÓGICA EN DOS CORTES DE CARNE BOVINA”.

Bonilla De Gracia P. 2017. Efecto de la bromelina y tiempo de maduración sobre la calidad tecnológica en dos cortes de carne bovina. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Chiriquí, Panamá.

RESUMEN

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Tecnología y Procesamiento de Productos Pecuarios localizada en la comunidad de Chiriquí Distrito de David provincia de Chiriquí, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. El mismo consistió en evaluar el efecto de la enzima Bromelina sobre la calidad tecnológica de la carne en un proceso de maduración de dos piezas cárnicas, a razón de 5 gr/ kg de peso. Las piezas utilizadas fueron los músculos (recto femoral, semitendinoso), se evaluaron dos tratamientos (T_0 , T_1), donde T_0 está representado con el que no se le aplicara bromelina (Testigo), y el T_1 el cual se incluirá la bromelina para el proceso de maduración. El proceso consta de 14 días y se divide en 3 fases de evaluación, en las cuales se hacían análisis de pH, capacidad de retención de agua, color LAB y sensoriales. Los datos se tabularon en Excel y se analizaron con el modelo estadístico SAS. Se utilizó el diseño de Bloque con arreglo de parcela (sub sub), dividida en el tiempo, para las variables capacidad de retención de agua, pH, tratamiento, piezas, periodos, color LAB. Para el análisis sensorial se utilizó la prueba de Chi cuadrado. Para la prueba de capacidad de retención de agua, la variable PIEZA presento diferencia significativa ($P < 0.05$), mientras que $TRAT * PIEZA * PERIODO$ ($P < 0.05$), indica buena CRA para los distintos periodos. En la prueba de pH, el PERIODO presento significancia ($P < 0.05$). En la fuente de variación $PIEZA * PERIODO$ ($P < 0.05$), se comporta igual a la anterior. En los anovas y pruebas de Chi cuadrados de color LAB ninguna fuente de variación presenta significancia ($P > 0.05$). El análisis sensorial fue estadísticamente significativo ($P < 0.05$), para: apariencia T_1 , fragilidad T_1 y T_0 , gomosidad T_1 , masticabilidad T_1 y T_0 .

PALABRAS CLAVES: Carne, bromelina, maduración, pH, capacidad de retención de agua, tratamientos, periodos.

“Bromelain’s Effect and the Maturation Time about the Technological Quality in Two Beef’s Cuts”.

Bonilla De Gracia P. 2017. The bromelain’s effect and the maturation time about the technological quality in two beef’s cuts. Zootechnicist engineer, Thesis. Faculty of Agricultural Sciences, Universidad de Panamá. Chiriquí, Panamá.

Summary

This study was carried out at the Laboratory of Technology and Processing of Livestock Products located in the community of Chiriquí District of David Chiriquí province, Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama. The objective of this study was to evaluate the effect of the enzyme Bromelin on the technological quality of meat in a process of maturation of two meat pieces, at a rate of 5 g / kg of weight. The pieces used were the muscles (rectus femoris, semitendinosus), two treatments were evaluated (T0, T1), where T0 is represented with which bromelin (Witness), was not applied and T1 which will include bromelain for the maturation. The process consists of 14 days and is divided into 3 phases of evaluation, in which analyzes of pH, water retention capacity, LAB color and sensorial were made. Data were tabulated in Excel and analyzed using the SAS statistical model. We used the Block design with sub-plot divided by time, for the variables water retention capacity, pH, treatment, parts, periods, LAB color. Chi-square test was used for the sensorial analysis. For the water retention capacity test, the PIEZA variable presented significant difference ($P < 0.05$), while TRAT * PIECE * PERIOD ($P < 0.05$), indicated good CRA for the different periods. In the pH test, the PERIOD presented significance ($P < 0.05$). In the variation source PIECE * PERIOD ($P < 0.05$), behaves the same as the previous one. In the anovas and Chi square tests of LAB color no source of variation has significance ($P > 0.05$). The sensorial analysis was statistically significant ($P < 0.05$), for: appearance T1, fragility T1 and T0, gummy T1, Chewiness T1 and T0.

Key Words: Beef, bromelain, maturation, pH, holding water capacity, treatments, periods.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PÁGINA DE TÍTULO	I
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
INDICE DE CONTENIDO	VII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema a investigar.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Alcance y limitaciones del estudio.....	6
2. REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1. Terneza de la carne.....	7
2.2. La terneza como característica importante para el mercado de la carne.....	8
2.3. Factores que influyen sobre la terneza de la carne.....	9
2.3.1. La raza.....	9
2.3.2. Edad.....	9
2.3.3 Sexo.....	10
2.3.4. Alimentación.....	11
2.3.5. Factores de manejo.....	12
2.3.5.1. Pre- sacrificio.....	12
2.3.5.2. Post- sacrificio.....	13
2.4. Efecto de la maduración.....	14
2.5. Efecto del pH.....	15
2.6. Color.....	16
2.7. Capacidad de Retención de Agua.....	17
2.8. Relación entre la bromelina y la tenderización de la carne..	18
2.8.1 Bromelina.....	18
3. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Sitio Experimental.....	20

3.2.	Animales.....	20
3.3.	Tipo de muestra.....	20
3.4.	Tratamiento.....	21
3.5.	Metodología.....	21
	3.5.1 Capacidad de retención de agua. “Método de compresión entre dos placas de vidrio.”.....	22
	3.5.2 Color.....	23
	3.5.3 Textura.....	25
	3.5.3.1 Formato para la evaluación sensorial de catadores.....	25
	3.5.4 pH.” Método de medición de pH en homogenizados de carne”.....	28
3.6.	Variables de respuesta y análisis.....	29
3.7.	Diseño experimental.....	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
	4.1 Análisis Capacidad de Retención de Agua.....	31
	4.2 Análisis de pH.....	34
	4.3 Análisis de color (L, A, B).....	37
	4.3.1 Análisis de color utilizando la prueba de Chi Cuadrado.....	41
	4.4 Análisis Sensorial.....	44
	4.4.1 Análisis de Chi Cuadrado para apariencia... 44	44
	4.4.2 Análisis de Chi Cuadrado para olor.....	45
	4.4.3 Análisis de Chi Cuadrado para sabor.....	45
	4.4.4 Análisis de Chi Cuadrado para textura.....	46
	4.4.5 Análisis de Chi Cuadrado para dureza.....	47
	4.4.6 Análisis de Chi Cuadrado para fragilidad....	47
	4.4.7 Análisis de Chi Cuadrado para grumosidad..	49
	4.4.8 Análisis de Chi Cuadrado para gomosidad...	49
	4.4.9 Análisis de Chi Cuadrado para masticabilidad	51
5.	CONCLUSIÓN.....	52
6.	RECOMENDACIONES.....	53
7.	REFERENCIAS CITADAS.....	54
	ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

N° DE CUADRO		Pág.
I	PRUEBA PANEL PARA ANÁLISIS SENSORIALES DE LAS MUESTRAS CÁRNICAS.	25
II	ANÁLISIS DE VARIANZA SOBRE EL EFECTO DEMADURACION PARA (CRA).	31
III	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PH SOBRE EL EFECTO DE MADURACION.	34
IV	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (L), LUMINOSIDAD.	37
V	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (A), "ROJO Y VERDE".	39
VI	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (B), "AMARILLO Y AZUL".	40
VII	TABLA DE CONTINGENCIA Y ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTEREACCIÓN PERIODO.	41
VIII	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN PIEZAS.	41
IX	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN (TRATAMIENTOS).	42
X	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN BABILLA (PERIODOS).	42
XI	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN LOMO (PERIODOS).	43
XII	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE APARIENCIA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	44
XIII	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE OLOR CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	45

XIV	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE SABOR CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	45
XV	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE TEXTURA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	46
XVI	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE DUREZA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	47
XVII	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE FRAGILIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	47
XVIII	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE GRUMOSIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	49
XIX	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE GOMOSIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	49
XX	ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE MASTICABILIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

N° DE FIGURAS		Pág.
1	ESPACIO DE COLOR LAB PARA LA DETERMINACIÓN DE COLOR.	17
2	MUESTRA DE CARNE PARA CRA, COLOCADA EN EL PAPEL FILTRO	23
3	COLORIMETRO PANTONE CAPSURE COLOR MATCHER	24
4	pH METER.	28
5	GRÁFICA PARA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, EN EL DIA 14 DE MADURACIÓN.	32
6	GRÁFICA DE LOS VALORES DEL PH, EN EL DIA 14 DE MADURACIÓN.	35

ÍNDICE DE ANEXOS

N° DE ANEXOS		Pág.
7	SELECCIÓN DE LAS VACAS PARA LA TOMA DE LAS PIEZAS CÁRNICAS.	59
8	ORGANIZACIÓN DE LAS PIEZAS CÁRNICAS EN SUS CORRESPONDIENTES PERIODOS.	59
9	EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).	60
10	TOMA DE DATOS EN EL LABORATORIO DE TÉCNICA Y PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS PECUARIOS DE LA FCA.	60
11	COMPARACIÓN DE DIFERENTES DÍAS DE MADURACIÓN EN SECO DE UN CORTE VACUNO.	61
12	PIEZA CÁRNICA LOMO EN EL DÍA PRIMERO PARA LA REALIZACIÓN DE ANÁLISIS.	61

1. Introducción

1.1. Planteamiento al problema a investigar

Debido al sistema productivo panameño de pastoreo tradicional y manejo post *mortem* la calidad de la carne está condicionada por múltiples factores.

Entre los cortes más consumidos en Panamá tenemos la Babilla y lomo que debido a su posición anatómica del animal estas piezas cárnicas son responsables de la locomoción del animal añadido a un sistema de pastoreo ineficiente provocando que las piezas cárnicas carezcan de una buena terneza. En este sentido existe la necesidad del consumidor de adquirir un producto de buena calidad y bajo precio, por lo que se crea la alternativa de ablandar estas piezas cárnicas, utilizando la técnica de maduración.

Por otra parte, el consumo de carne de res está determinado por la combinación de factores comestibles, nutritivos y saludables exigidos por el consumidor. De aquí la importancia de la calidad de cualquier producto cárnico, que debe ser consistentemente atractivo en apariencia, apetitoso y palatable.

Al respecto, los consumidores de carne bovina identifican la terneza, el sabor y la jugosidad, como las características más importantes que determinan su palatabilidad; y de ella se considera que la terneza es la más variable organoléptica más importante (Chacón, 2003).

1.2. Antecedentes

La calidad tecnológica de la carne se puede definir como el conjunto de características técnicas y óptimas que permiten el adecuado procesamiento de un alimento. Por ejemplo en la elaboración de productos cárnicos, los rendimientos tecnológicos dependen de los parámetros como son pH, color, CRA (Capacidad de Retención de Agua), composición química y las características organolépticas.

La terneza es un tema de gran interés cuando consideramos la competitividad del producto final y está determinada por la fuerza mecánica de las fibras musculares y el tejido conectivo; de igual forma se ve influenciada por la jugosidad, capacidad de retención de agua (CRA), de las proteínas, cantidad y distribución de las grasas (Chacón, 2003). Cabe señalar que la dureza de la carne se incrementa con la edad de sacrificio debido sobre todo a la reestructuración que tiene lugar en el tejido conjuntivo de la carne.

La utilización de la enzima bromelina en la industria está haciéndose cada vez más importante y se cree que aumentara en el futuro, siendo la industria de la alimentación la que más utiliza estas enzimas. Así tenemos que la inyección mecánica *postmortem* en la carne de bromelina tiene efecto directo sobre la terneza cumpliendo un efecto de maduración, que ha sido utilizada por años como una forma de incrementar la terneza y suavidad de las carnes bovinas. (Baleta, 2010).

Aproximadamente un 60% de las enzimas usadas en la industria son proteolíticas dentro de las cuales se encuentra la bromelina que no solo es apreciada por la

industria alimentaria sino también usos terapéuticos. En la alimentación se utiliza como ablandador de las carnes, tratamientos de pescados y otros productos marinos como la producción de salsas de ostras, en la fabricación de galletas para la eliminación del gluten y para la clarificación de la cerveza (López, 2009).

La edad de sacrificio influye sobre el color de la carne ya que el contenido de pigmento responsable del color de la carne (mioglobina), se incrementa con la edad; mientras que la mayor intensidad de sabor de la carne de los animales sacrificados a edades avanzadas es consecuencia fundamentalmente del mayor contenido de grasa de infiltración, ya que es en la grasa donde residen la mayor parte de los compuestos responsables del sabor de la carne (Alberti, 1997).

1.3. Justificación

La calidad tecnológica está determinada por la aptitud de la carne para transformarla y conservarla mientras que la calidad organoléptica está formada por las características que percibimos por los sentidos en el momento de la compra o del consumo y que influyen en nuestra satisfacción personal (color, textura, ternera, jugosidad, sabor y aroma).

La producción de ganado bovino en Panamá es mayormente *Bos indicus*, los cuales tienen limitaciones tecnológicas y organolépticas, razón por la cual este estudio se enfoca en mejorar las variables que determinan la calidad tecnológica y organoléptica en dos piezas de gran consumo, mediante el uso la maduración y la enzima proteolítica: bromelina.

Se ha comprobado que los cebuínos tienen calidad deficiente específicamente la ternera, debido a que en los cebuínos se manifiestan algunas propiedades metabólicas como menor actividad de las calpaínas, proteasas responsables de la degradación de las proteínas estructurales de la carne.

La calidad de la carne y en concreto la ternera, es el parámetro más importante para el consumidor, que puede verse afectada por numerosos factores, por lo que conseguir un mayor grado de homogeneidad en los productos, es una de las mayores preocupaciones de la industria cárnica. Esto requiere un estudio de las características de cada producto y de los procesos que afectan a la calidad y a la tenderización de la carne (Sierra, 2010).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de maduración y la bromelina como alternativa para el mejoramiento de la calidad tecnológica de la carne de ganado Bos indicus.

1.4.2 Objetivo Específico

- Evaluar el efecto de la bromelina y tiempo de maduración sobre las características que determinan la calidad tecnológica: Capacidad de retención de agua, pH, color en las piezas cárnicas.
- Evaluar el efecto de la bromelina y tiempo de maduración sobre las características que determinan la calidad organoléptica de las piezas cárnicas

1.5 Hipótesis

Ho: La inyección de Bromelina no mejora la calidad tecnológica y organoléptica en la carne de hembras cebuínas de descarte.

Ha: La inyección de Bromelina mejora la calidad tecnológica y organoléptica en la carne de hembras cebuínas de descarte.

Ho: El tiempo de maduración no mejora la calidad tecnológica y organoléptica en la carne de hembras cebuínas de descarte.

Ha: El tiempo de maduración mejora la calidad tecnológica y organoléptica en la carne de hembras cebuínas de descarte.

1.6 Alcances y limitaciones del estudio

Al aplicar bromelina en la carne de vacas viejas se busca mejorar la calidad tecnológica además que sea un mejorador de la terneza como una alternativa viable para darle un valor agregado a la carne proveniente de estos animales.

Entre las limitaciones que tenemos es el elevado costo de la materia prima e insumos.

Uno de los métodos más rápidos para medir la terneza es el Warner- Bratzler el cual no pudimos utilizar; debido a que la FCA no posee esta herramienta.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Terneza de la carne

Terneza es un término subjetivo complejo y difícil de trasladar con exactitud hacia parámetros mecánicos y medibles objetivamente. La terneza está determinada por la fuerza mecánica de las fibras musculares y el tejido conectivo; de igual forma, se ve influida por la jugosidad, capacidad de retención de agua de las proteínas, cantidad y distribución de grasa (Chacón, 2003).

Durante la maduración el aumento en la suavidad se da rápidamente durante los primeros tres ó siete días, período después del cual la mejoría es relativamente pequeña. Períodos de maduración más prolongados a temperatura de refrigeración pueden favorecer poco a la los principales sistemas enzimáticos ligados con la degradación proteolítica del músculo son las colagenasas, las proteasas alcalinas, y principalmente las proteinasas neutras activadas por calcio y las catepsinas (Alfredo, 2009).

Existen numerosas fuentes de variación en la terneza que pueden deberse no solo a diferencias en raza, sexo, alimentación, peso vivo y estrés ante-mortem, sino que también la terneza de la carne dependerá desde un punto de vista físico de cambios post-mortem en la arquitectura e integridad de la célula muscular esquelética, de cambios en la longitud sarcomérica, de la cantidad de tejido conectivo y enlaces cruzados de las fibras de colágeno, del tamaño y cantidad de depósitos de grasa intramuscular y también de la actividad de enzimas

proteolíticos sobre proteínas miofibrilares, que podrían explicar la mayor parte de la variación de calidad en la carne madurada (Sierra, 2010).

2.2 La ternera como característica importante para el mercado de la carne

La ternera es una característica de gran importancia económica, debido a que incide en la reiteración de compra de la carne por parte de los consumidores (Peluffo, 2002). De esta manera los consumidores diferencian la ternera y están dispuestos a pagar por ella lo que sea necesario (Pérez, 2010).

Durante muchos años diversos parámetros han sido estudiados, entre ellos la cantidad y la solubilidad del tejido conectivo y cantidad de grasa intramuscular (marmoleados), características que han sido asociadas a ternera. Estudios en el IDIAP han determinado que el tejido conectivo más el marmoleado sólo explican un 20 por ciento de la variación en la ternera. Por este motivo, no sabemos cómo funciona el 80 por ciento restantes que decide la ternera (Chacón y col., 2003).

2.3 Factores que influyen sobre la ternera de la carne

2.3.1 La raza

Diferentes investigaciones reportan que los valores promedios de resistencia al corte (Equipo Warner- Bratzler), aumentan y las puntuaciones del catador para la carne disminuyen, a medida que se eleva la sangre Bos indicus. Se ha descubierto que esta menor ternera de la carne cebuina es una manifestación de las propiedades metabólicas de los músculos de reses Bos indicus se refiere a una menor actividad de las calpaínas, proteasas responsables de la degradación de las proteínas estructurales de la carne y al ablandamiento que acompaña el proceso de maduración.

Desde otra perspectiva, la cantidad de animales vacunos sacrificados en el país de Panamá en el año 2012 fue de 422,475 y en el año 2016 fue de 325,586 habiendo una disminución debidos a factores gubernamentales y sobrecostos en las explotaciones (MIDA, 2016).

2.3.2 Edad

La composición de los músculos para la ternera varía no solo con la especie, raza, sexo sino que también varía con la edad. En general al aumentar la edad aumenta casi todo los parámetros químicos del músculo a excepción del agua (Blandino, 2005).

El efecto de la edad del animal sobre la calidad de la carne aún no está claro debido a que, en muchas ocasiones, el estudio del efecto edad interacciona con

otros factores como la velocidad de crecimiento del animal y el nivel de alimentación, por tanto, es preciso diferenciar entre la edad cronológica (días desde el nacimiento), y la edad fisiológica (porcentaje de peso vivo adulto alcanzado), que determina el estado de desarrollo del individuo, ya que esta última influye en la diferencia entre razas, determinando su precocidad y su peso al sacrificio (Sierra, 2010).

2.3.3 Sexo

En general, los machos tienen menos grasa intramuscular que las hembras; mientras que los animales castrados, tienen más grasa intramuscular que sus contrapartes sexuales enteros. Según varios estudios, la carne proveniente de toros adultos es calificada por el catador como menos tierna que la proveniente de novillas o novillos de la misma edad independiente del tipo racial (Blandino, 2005).

Los estudios enfocados a comparar la calidad de la carne y de los productos cárnicos atendiendo al sexo (machos vs hembras), o estado fisiológico (castrados vs enteros), han generado resultados variables, tal y como apuntan las revisiones realizadas por Field (1971), y Seideman y cols., (1982), lo cual podría deberse a diferentes razas, pesos, dietas y sistemas de manejo.

Existen diferencias musculares entre sexos que se muestran de forma notable tras la pubertad del animal y que pueden deberse a la producción de hormonas sexuales, en concreto la testosterona. Estas diferencias hormonales afectan a la composición del músculo, de modo que en los machos la testosterona favorece

una rápida formación de músculo en contra de la deposición de grasa, haciendo que la carne de machos presente un menor contenido graso que la de hembras o machos castrados, lo que afectara a las características físico - químicas y sensoriales de la carne (Sierra, 2010).

Por otro lado, la carne de los animales machos tiene mayor tendencia a incrementar su dureza con la edad en comparación con las hembras, lo que podría deberse en parte al posible efecto estimulador de la testosterona sobre el contenido de colágeno.

No obstante en el país de Panamá lo que más predomina es el sacrificio de hembras de descarte o hembras viejas ya que por mal manejo del hato y una deficiencia en el manejo de selección animal la producción de ganado vacuno ha mermado significativamente con una disminución de sacrificio de 23% desde el año 2012 a 2016 según el Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

2.3.4 Alimentación

Los animales con genotipos más adaptables a condiciones ambientales adversas, como son el estrés calórico y los parásitos, tal como el caso del Bos indicus tendrán requerimientos nutricionales más bajos en cualquier nivel de crecimiento en ese ambiente específico. El concepto interacción- genotipo- ambiente (IGA), es un determinante importante en los requerimientos nutricionales del animal al crecer ya que en Panamá el sistema de alimentación de ganado vacuno es casi en su totalidad a base de pastoreo.

2.3.5 Factores de manejo

2.3.5.1 Pre- Sacrificio

La calidad de la carne bovina se puede definir como el conjunto de características logradas durante la producción y procesamiento para brindar al consumidor un producto que satisfaga sus expectativas alimentarias. El manejo que se realiza en el ganado destinado a producir carne en las horas previas a su sacrificio provoca deterioro de la calidad del producto. Las lesiones que se producen durante el manejo, el transporte y el encierro en los corrales pre-sacrificio, derivan en pérdidas económicas considerables por la cantidad de recortes y deterioro de la calidad de carne (León y col., 2013).

Todos los animales destinados a la producción de carne van a sufrir ciertos niveles de estrés al sacrificio, y esto puede tener efectos negativos sobre la calidad del producto.

Desde que los animales salen de la granja hasta que son sacrificados están expuestos a numerosos estímulos que perturban su homeostasis y generan respuestas adaptativas para restaurar el equilibrio. El estrés que sufren los animales antes del sacrificio provoca cambios en la composición de metabolitos (fosfocreatina, glucógeno), cambios en la temperatura y pH al sacrificio y también cambios en la actividad del retículo sarcoplásmico afectando especialmente al transporte de calcio, lo que puede alterar la glucólisis produciendo un consumo excesivo de glucógeno muscular.

Todos estos factores pueden tener un gran efecto sobre diferentes atributos de calidad como son cambios en pH, en terneza, color, capacidad de retención de

agua y también sobre la maduración de la carne y pueden determinar la aparición de carnes oscuras, duras y secas conocidas como DFD (Sierra, 2010).

2.3.5.2 Post- Sacrificio

Entre los factores post-sacrificio que influyen sobre la terneza están la temperatura de almacenamiento, acortamiento por frío y tiempo de almacenamiento.

La temperatura modula la velocidad de la glucólisis y afecta, a su vez, a la tasa de descenso de pH y a la velocidad de aparición del *rigor mortis* y del acortamiento sarcomérico. Se ha descrito que cuando el rigor tiene lugar a temperaturas entre 15-20 °C, se produce menor grado de acortamiento sarcomérico, si bien mantener a estas temperaturas las canales no es factible debido a los peligros microbiológicos.

Los procesos metabólicos que se suceden en el musculo después de la muerte, pueden considerarse concluidos con la aparición del rigor mortis o rigidez cadavérica. Sin embargo, la carne lista para el consumo se obtiene después de un cierto tiempo de almacenamiento en refrigeración (0-5 °C), conocido como maduración, tras el cual la carne resulta más tierna y jugosa.

La maduración habitual de la carne se realiza por almacenamiento en frío de los medios o cuartos de canal durante 10 o 14 días. Sin embargo, su vida útil está limitada principalmente por dos factores: el efecto del oxígeno atmosférico y el crecimiento de microorganismos aerobios productores de alteraciones. Estos factores, de forma individual o asociados con otros, producen cambios de olor,

sabor, color y textura, que van produciendo un deterioro general de la calidad (Pérez y col., 2012).

2.4 Efecto de la Maduración

El tiempo de maduración de la carne es fundamental para la adquisición de un grado de terniza adecuado debido al ablandamiento de la carne, que se atribuye a una degradación progresiva y selectiva de la estructura de las miofibrillas a causa de la acción de enzimas proteolíticos endógenos.

Estos cambios comprenden desde las 72 horas en adelante después del sacrificio. A partir de aquí es cuando se puede hablar de carne fresca, carne madura o carne vieja. Mientras más tiempo de maduración tenga la carne, mayor será el grado de blandura, nutrición, digestibilidad y sus características de sabor, aroma y textura, serán óptimas para disfrutar un alimento con todas sus ventajas nutricionales.

La carne en etapa intermedia entre la maduración y la putrefacción, se considera sobre madurada y presenta un olor muy fuerte a ácido producido por el ácido láctico. Esta característica de la carne sobre madurada es un indicativo palpable de su estado y es recomendable consumirla inmediatamente antes que esta pase al estado de putrefacción (Pérez, 2010).

Además, a lo largo de la maduración ocurren fenómenos oxidativos que afectan a lípidos y proteínas y provocan cambios en el color de la carne y contribuyen de forma positiva en el desarrollo adecuado de su flavor característico. Por un lado, los procesos post-mortem acontecidos hasta la instauración de la rigidez

cadavérica conducen a la degradación del ATP a inosin-monofosfato (IMP), que al degradarse da lugar a ribosa, fosfato e hipoxantina y a esta última molécula se le atribuye un efecto favorable sobre las características sensoriales de la carne (Prändl y cols., 1994).

Por otro lado, también se producen durante la maduración compuestos que contribuyen al aroma de la carne por degradación de proteínas y grasas además se comprobó que una extensión del tiempo de maduración de 15 a 21 días post-mortem incrementaba el flavor de la carne, probablemente debido a fenómenos de proteólisis y lipólisis que dan lugar a la formación de precursores del sabor (Napolitano y cols., 2001).

2.5 Efecto del pH.

El grado de contracción o tensión del musculo durante la instauración del rigor mortis depende de la velocidad del pH que a su vez, es función directa de la temperatura. Cuando un musculo aislado se expone a temperaturas inferiores de 14 °C, durante la instauración del rigor mortis aumenta su contracción y dureza después de la cocción. La relación existente entre la contracción y dureza no es lineal, ya que un pequeño grado de contracción puede ser crítico y determinar un grado de dureza (Lawrie, 1967).

Según Breña y col (2011), el pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04, este valor se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una

reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. Esta reacción, depende importantemente de la actividad de una serie de enzimas que son sensibles a la temperatura, por lo que es relevante considerar la temperatura del músculo al momento de hacer la medición del pH.

2.6 Color

El color de la carne fresca es el principal atributo que influye en la decisión de compra, dado que el consumidor asocia el color con el grado de frescura y calidad. El pigmento responsable del color de la carne (mioglobina), se incrementa con la edad.

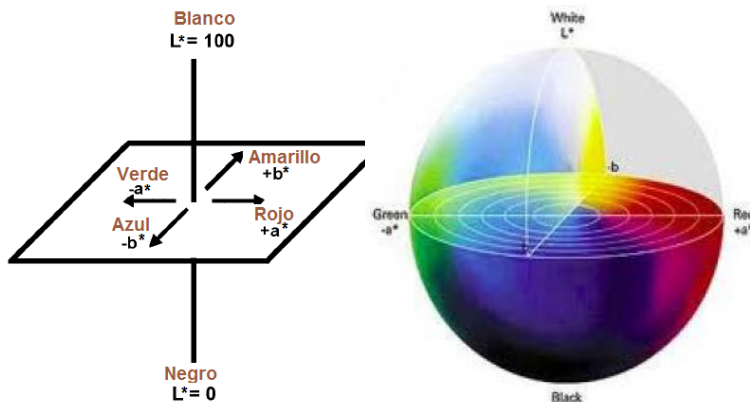
Otros atributos relacionados al color son la tonalidad y la saturación de un color, y la luminosidad. Tono es la propiedad de color definida por el estado químico del pigmento. La saturación se refiere a la cantidad de mioglobina presente, y la luminosidad es función del estado físico de la superficie de la carne, y se define como el grado de luminosidad de un color con relación a un gris neutro en una escala que se extiende del negro absoluto al blanco absoluto.

El sistema de representación del color más adecuado es el CIELAB, ya que presenta más uniforme en la zona de los rojos. Este sistema emplea las coordenadas tricromáticas L^* (luminosidad), a^* (índice rojo), y b^* (índice a amarillo), de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono.

El espacio de color Hunter L, a, b se basa en un esquema de vectores que se representan de forma tridimensional, y que están basados en la teoría de los colores opuestos. La integran los parámetros L, a y b. **L** se refiere a la luminosidad

y se ubica verticalmente, tomando valores de 100 (blanco), y 0 (negro); mientras que **a** y **b**, ubicados horizontalmente, no tienen límites, pero sí valores positivos o negativos. La escala de **a** se mueve de los valores positivos (rojo +), a los negativos (verde -); mientras que la escala de **b** va del amarillo (+), al azul (-), tal como se muestra en la Figura 2. Todos los colores que se pueden percibir visualmente se pueden mostrar en este espacio rectangular de color (Braña y col., 2011).

Figura N° 1. Espacio de color Lab para la determinación del color.



Fuente: Braña y col. (2011).

2.7 Capacidad de Retención de Agua

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

Muchas de las propiedades sensoriales de la carne como son el color, la textura y la firmeza, están relacionadas con la cantidad de agua que se tiene contenida o retenida en la carne. Nutricionalmente, una baja CRA resulta en pérdidas importantes de agua, que acarrearán, proteínas, minerales y vitaminas

hidrosolubles. Desde el punto de vista industrial, la capacidad de una carne para retener el agua originalmente contenida, así como el agua que se añade durante los procesos industriales (Braña y cols., 2011).

Según Onega (2003), la pérdida de la capacidad de retención de agua determina dos importantes parámetros económicos: la pérdida de peso y la calidad del producto obtenidos. La pérdida de peso se produce en toda la cadena de distribución y transformación y pueden alcanzar del cuatro a cinco por ciento del peso inicial, siendo corrientes pérdidas del 1.5 al 2.0 por ciento. Por ello, el estudio de esta propiedad es muy importante a la hora de caracterizar la calidad de una carne.

2.8 Relación entre la bromelina y la tenderización de la carne.

A pesar de conocerse que la degradación proteolítica es responsable de la mejora de la terneza o tenderización de la carne a lo largo de la maduración, existe sin embargo, un importante debate sobre el papel y la relevancia de los principales sistemas proteolíticos implicados en este proceso.

2.8.1 Bromelina

La bromelina se prepara con la cepa o la raíz de la piña, después de la recolección del fruto. Tanto la cepa como la raíz se recolectan en el campo, se pelan y aplastan para extraer el jugo que contiene la enzima (soluble), de la bromelina. Los procesos posteriores incluyen la precipitación de la enzima para una mayor purificación. Este proceso se realiza en condiciones muy estrictas, de manera de

asegurar la calidad microbiológica y la pureza de la enzima. Todos los productos de la bromelina están disponibles en polvo (EDC, 2016).

En principio, bajo la denominación de bromelina se conocía la enzima extraída y purificada del tallo de la planta *Ananas comosus*, aunque luego al detectarse su presencia en el fruto se denomina a la primera, stem bromelain y a la segunda fruit bromelain.

La bromelina actúa sobre otras proteínas como la caseína, la hemoglobina y la gelatina donde el pH óptimo en estas proteínas desnaturalizadas es respectivamente de 8.0 y 8.3 (López, 2009).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio Experimental

Las muestras fueron colectadas en el Matadero de San Lorenzo S.A. y el Mercado Municipal de Santiago, Veraguas dichas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Tecnología y Procesamiento de Productos Pecuarios localizada aproximadamente en la comunidad de Chiriquí Distrito de David provincia de Chiriquí al Este del río con el mismo nombre y al sur de la carretera Panamericana, entre los 8° 22' 12.1" y 8° 24' 29" de latitud Norte y los 82° 19' 17.4" y 82° 21' 49.8" de longitud Oeste.

3.2 Animales

Se utilizaron hembras de descarte cebuínas. De cada animal se tomaron muestras que fueron divididas en dos porciones, a una se le aplicara bromelina y la otra fue el testigo (sin aplicación de bromelina).

Cada una de estas porciones será subdividida en tres sub muestras que representaran los días de maduración.

3.3 Tipo de Muestras

Se tomaron muestras del matadero y mercado de dos piezas cárnicas el **recto femoral**, **semitendinoso**. Después de 24 horas post mortem se tomaron las muestras, siguiendo el procedimiento similar al deshuesado que realizan los mataderos.

3.4 Tratamiento

Se utilizaron dos tratamientos, T₁ consistirá en la aplicación de Bromelina y el T₀ será el testigo, sin aplicación de Bromelina.

Las muestras cárnicas fueron inyectadas con bromelina a razón de 5 gr/ kg de peso, luego fueron refrigeradas a cuatro grados centígrados y analizadas a los 0, 7 y 14 días de maduración.

3.5 Metodología

Utilizamos la prueba Panel para la medición de terneza, donde se seleccionaron personas para la degustación de la carne madurada. Los aspectos evaluados fueron:

Propiedades iniciales (Percibidas a la primera mordida).

a) Mecánicas

➤ Dureza: Resistencia para que los dientes penetren el alimento hasta una profundidad dada.

_Fragilidad: Al aplicar una fuerza con los dientes a la muestra, esta se deshace en pequeños grumos o partículas.

b) Geométricas

_ Grumosidad: se perciben pequeños grumos al morder la muestra, y la lengua detecta en estos una superficie granulosa.

• Propiedades Masticadoras

a) Mecánicas

_ Gomosidad: al masticar se siente cierta elasticidad en los grumos producidos.

_ Masticabilidad: Número de veces que hay que masticar el alimento para poderlo tragar (Chacón, 2016).

3.5.1 Capacidad de retención de agua. “Método de compresión entre dos placas de vidrio.”

Es la capacidad que tiene la carne de mantenerse cuando se le aplica fuerzas externas.

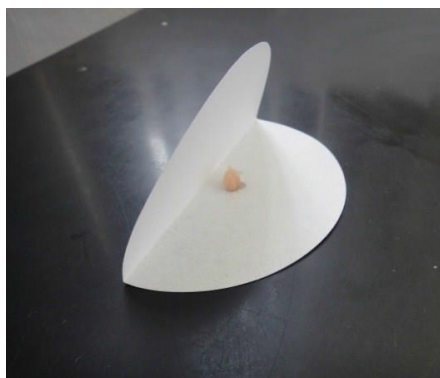
La medida de la capacidad de retención de agua por la carne mediante el control del fluido liberado al aplicar presiones externas (deformando la muestra), ha venido utilizándose ampliamente. De los métodos de deformación de la carne tras la aplicación de altas presiones, uno de los más utilizados dada su sencillez, es el de compresión sobre papel filtro.

Metodología

1. Pesar el papel filtro en una balanza analítica.
2. Pesar 0.3 (± 0.05), g de carne con 24 h desde la matanza del animal, y colocarlo dentro del papel filtro doblado por la mitad entre las dos placas de vidrio templado. (Fotografía 2).
3. Colocar el papel filtro con la muestra entre dos placas de vidrio y someterlo a compresión con una pesa de 10 kg durante 15 min.

4. Transcurridos los 30 min, retirar la muestra de carne y pesar el papel filtro.
5. Realizar los cálculos correspondientes.
6. Realizar al menos la medición por duplicado (Braña y col., 2011).

Figura N° 2 Muestra de carne para CRA, colocada en el papel filtro.



Fuente: Elaboración Propia

3.5.2 Color.

La determinación de este parámetro es importante ya que influye en la elaboración de productos procesados y en la percepción que el consumidor tiene del producto.

La determinación del color se hace mediante la medición de los valores L^* , a^* y b^* con un colorímetro.

Para esta investigación se utilizó el modelo de colorímetro Pantone CAPSURE color Matcher (fotografía 3), para la obtención de los parámetros CIELAB para así con la ayuda de otros softwares sacar las tonalidades de las piezas cárnicas.

Para el análisis de color se utilizaron diferentes softwares para su mayor comprensión, se utilizó el programa estadístico (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA,

1999), para las comparaciones de tratamientos, piezas, periodos color y el programa (Photoshop CS6., Adobe Systems Incorporate), para la creación de las diferentes tonalidades de las piezas cárnicas.

Figura N° 3 COLORIMETRO PANTONE CAPSURE COLOR MATCHER



Fuente: Braña y col. (2011).

Metodología:

1. Retirar toda la grasa exterior del músculo no infiltrada con la ayuda de un cuchillo.
2. Cortar la muestra con un grosor de cuando menos 1.2 cm (idealmente se busca tener unos dos centímetros de grosor); de no contar con suficiente muestra, y para evitar errores.
3. Luego de cortar la muestra, esta se deberá de exponer al oxígeno del aire. Dejar reposar la muestra por al menos 30 min para que se oxigene la mioglobina.

4. Seleccionar una área de medición donde no exista alta concentración de grasa intramuscular; de no ser posible, es recomendable considerarla como una variable en el tratamiento estadístico de los datos.
5. Registrar los valores L^* , a^* , b^* (Braña y cols., 2011).

3.5.3 Textura.

Esta variable está altamente correlacionada con la percepción que el consumidor tiene de la blandura de la carne.

Para la medición de terneza utilizaremos la prueba panel donde se utilizaran personas que cataran las piezas cárnicas utilizando escalas de percepción.

3.5.3.1 Formato para la evaluación sensorial para catadores

CUADRO I Prueba panel para los análisis sensoriales de las muestras cárnicas.

Formato para la Evaluación sensorial

Pieza cárnica: _____

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Por favor enjuague su boca antes de empezar. Evalúe el producto que está frente a usted, obsérvelo y pruébelo.

Evalúe los atributos de calidad de los tratamientos. Marque en el cuadro el tratamiento que representa su respuesta y por favor escriba sus comentarios:

A. Apariencia

No aceptable		Poco aceptable		Muy aceptable	
--------------	--	----------------	--	---------------	--

Comentarios: _____

B. Sabor

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

C. Olor

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

D. Color

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

E. Textura

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

F. Propiedades iniciales

- Dureza

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

- **Fragilidad**

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

- **Grumosidad**

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

G. Propiedades masticadoras

- **Gomosidad**

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

- **Masticabilidad**

Me desagrada		No me gusta		Me gusta	
--------------	--	-------------	--	----------	--

Comentarios: _____

3.5.4 pH.” Método de medición de pH en homogenizados de carne”

Determinación objetiva de la calidad sin modificar su estructura. Es importante para definir la calidad tecnológica de la carne y la presencia de músculo PSE y DFD.

El instrumento de medición para el pH en esta investigación fue el pH Meter que se presenta en la figura 3.

Figura N° 4 pH Meter



Figura: Braña y col (2011).

Metodología

- a. Calibrar el potenciómetro.
- b. Preparación de la muestra
 - Pesar 10 g de carne fresca y colocarla en el vaso de la licuadora.
 - Añadir 90 ml de agua destilada y licuar por 1 min.

- Filtrar la suspensión de carne en la manta de cielo para eliminar el tejido conectivo.

c. Medición del pH.

- Medir el pH con el pH meter previamente calibrado.
- Lavar el electrodo con agua destilada y limpiar sin frotar con un papel absorbente después de cada muestra. (Braña y cols., 2011).

3.6 Variables de respuesta y análisis

La principal variable de respuesta es la terneza (análisis sensorial), siguiente de Calidad tecnológica: Capacidad de Retención de Agua (gr), Acidez (pH), Color (CIELAB). Evaluaciones Organolépticas (Dureza, color), dureza usando una prueba sensorial de catadores y para color se utilizó el software Photoshop CS6., Adobe Systems Incorporate para la obtención de las tonalidades.

3.7 Diseño experimental

- Para los valores de calidad tecnológica se utilizara un Diseño de Bloque con Arreglo de Parcela (sub-sub), Dividida, donde la parcela principal será la dosis de aplicación de Bromelina y las sub parcelas los días de maduración (0, 7, 14 días).

Los resultados se analizaran a través del siguiente modelo matemático, utilizando el PROC GLM de SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 1999), haciendo comparaciones de medias a través de LSMeans con valor $P < 0.05$.

$$Y_{ijk} = \mu + Trati + Rep(Trat)ij + D\acute{ia}k + Trat*D\acute{ia}jk + eijk$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta (terneza).

μ = Media general.

$Trati$ = Efecto de la aplicación de Bromelina (Parcela grande).

$Rep(Trat)ij$ = Error asociado con las parcelas grandes.

$D\acute{ia}j$ = Efecto del día de maduración (Parcela chica).

$Trat*D\acute{ia}ij$ = Efecto de interacción entre aplicación de Bromelina por día de maduración al nivel k.

$eijk$ = Error asociado a las parcelas chicas.

- Para los valores de calidad organoléptica se utiliza un diseño de Prueba de Chi Cuadrado.

$$\chi^2* = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \text{ con } k - 1 \text{ grados de libertad.}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).

CUADRO II. ANÁLISIS DE VARIANZA SOBRE EL EFECTO DE MADURACIÓN PARA (CRA).

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
BLO	1	0.00005042	0.000050	0.13	0.7829
TRAT	1	0.00137812	0.001378	3.44	0.3147
BLO*TRAT	1	0.00040042	0.000400	0.47	Error A
PIEZA	1	0.00030988	0.000309	59.50	0.0164
TRAT*PIEZA	1	0.00007812	0.000078	15.00	0.0607
BLO*PIEZA(TRAT)	2	0.00001042	0.000005	0.01	Error B
PERIODO	2	0.00295313	0.0014765	1.74	0.1956
TRAT*PERIODO	1	0.00015313	0.0001531	0.18	0.6746
PIEZA*PERIODO	2	0.00055313	0.0002765	0.33	0.7249
TRAT*PIEZA*PERIODO	1	0.00340312	0.0034031	4.01	0.0558
Error	26	0.02207917			
Total	39	0.03036000			

R-cuadrado: 0.27

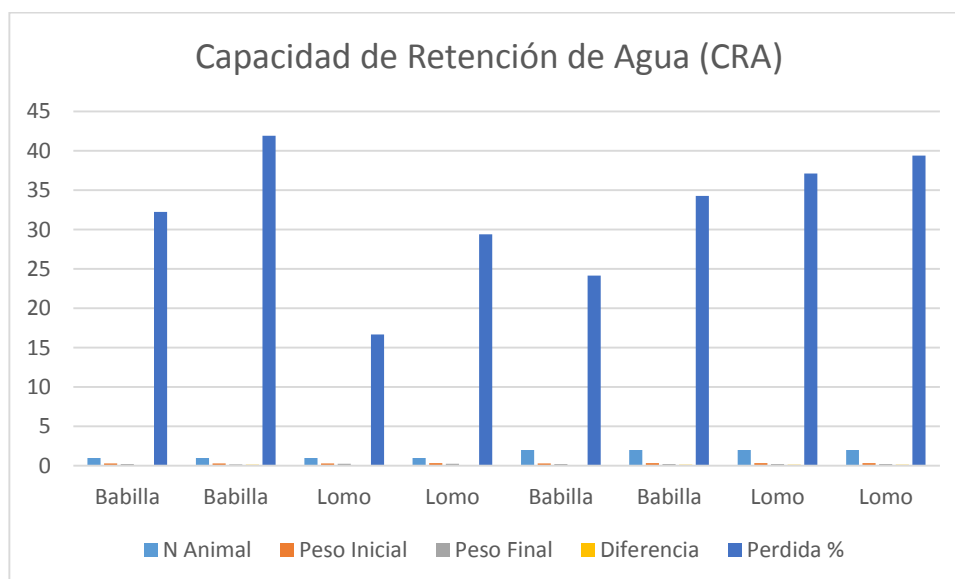
Coefficiente de Variación: 26.52 %

En la variable PIEZA se encontró estadísticamente significancia con un resultado de ($P=0.0164$), lo que indica que las microfibrillas de los filamentos gruesos y finos se mueven bien para aproximarse y así reducir el espacio entre sí, disponible para el agua entre los mismos.

Estos resultados confirman lo expuesto por Onega (2003.) que un buen consumo del ATP en el proceso de maduración ya que las fibras musculares lograron retener el agua.

El análisis de varianza presente en el cuadro II detectó diferencia significativa al evaluar el efecto TRAT*PIEZA*PERIODO dando como resultado ($P=0.0558$). Por lo que bajo las condiciones de este estudio el resultado indica que la carne presenta buena capacidad para retener agua bajo los procesos que se realizan durante la maduración, estudio similar al de Lawrie, 1967.

Figura N° 5: GRÁFICA PARA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, EN EL DÍA 14 DE MADURACIÓN.



Fuente: Elaboración Propia

Según Braña y cols. (2011), Desde el punto de vista industrial, la capacidad de una carne para retener el agua originalmente contenida, así como el agua que se

añada durante los procesos industriales, por ejemplo durante el madurado, influye la eficiencia del sistema y dicta en parte el rendimiento final del producto.

Una pobre retención de agua, provoca un goteo constante que interfiere en los sistemas de empaque, así como en los sistemas de maduración.

Los efectos (BLO), (TRAT), (TRAT*PIEZA), (PERIODO), (TRAT*PERIODO), (PIEZA*PERIODO), no tuvieron efecto significativo ($P > 0.05$), en el análisis de varianza.

En la fuente de variación TRAT en la característica Capacidad de Retención de Agua (CRA), no es significativa ($P > 0.05$), ya que el tratamiento con bromelina se caracteriza por la hidrólisis selectiva controlada sobre un amplio rango de condiciones y este actúa en el porcentaje de enlaces peptídicos rotos en relación a la proteína original.

4.2 ANÁLISIS DE pH

CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA pH SOBRE EL EFECTO DE MADURACIÓN.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
BLO	1	0.00322667	0.0032266	0.08	0.8271
TRAT	1	0.03712812	0.0371281	0.89	0.5181
BLO*TRAT	1	0.04160667	0.0416066	0.86	Error A
PIEZA	1	0.13987062	0.1398706	5.06	0.1535
TRAT*PIEZA	1	0.00857812	0.0085781	3.08	0.2216
BLO*PIEZA(TRAT)	2	0.05532917	0.0276645	0.57	Error B
PERIODO	2	1.79942187	0.8997109	18.51	<.0001
TRAT*PERIODO	1	0.03315313	0.0331531	0.68	0.4164
PIEZA*PERIODO	2	0.41780521	0.2089026	4.30	0.0244
TRAT*PIEZA*PERIODO	1	0.15820313	0.1582031	3.25	0.0828
Error	26	1.26401667			
Total	39	4.13439750			

R-cuadrado: 0.69

Coefficiente de Variación: 3.27 %

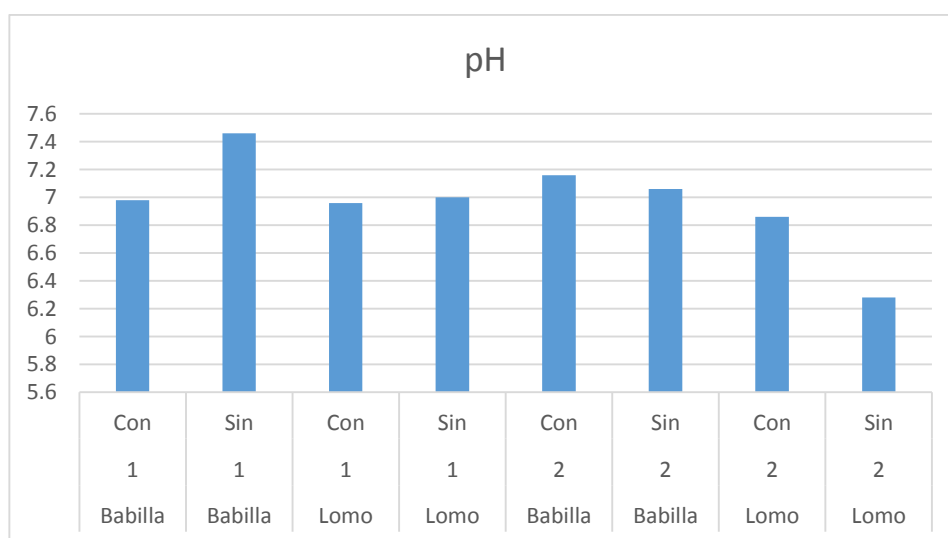
El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, porque afecta varias de sus cualidades en los diferentes procesos tecnológicos de la carne, en el análisis de varianza del cuadro III el efecto

(PERIODO), los días de maduración hubo una diferencia altamente significativa dando un ($P < .0001$).

No obstante que sea significativo, no indica que sea bueno el resultado, ya que valores elevados de pH son negativos para el proceso de maduración como se presenta en la figura 5.

Cuando ha habido un estrés crónico durante un transporte largo, con tiempos de dietado (ayuno), muy prolongados, en bovinos a más de 36 h, lo que además se agrava con temperaturas ambientales calientes y malos manejos (estrés), antes del sacrificio. Todo esto, tiende a reducir las reservas musculares de glucógeno, por lo que se presentará un menor contenido de ácido láctico en el músculo, ocasionando un pH final elevado *post-mortem* (6.0 - 6.8), en comparación con el pH de una carne normal (5.4 a 5.9).

Figura N° 6: GRÁFICA DE LOS VALORES DEL pH, EN EL DIA 14 DE MADURACIÓN.



Fuente: Elaboración Propia

El análisis de varianza en el cuadro III (PIEZA*PERIODO), los días de maduración en interacción a las piezas de cárnica nos dan un resultado ($P=0.0244$), siendo estadísticamente significativo.

Los efectos (BLO), (TRAT), (PIEZA) (TRAT*PIEZA), (TRAT*PERIODO), (TRAT*PIEZA*PERIODO), ninguno de estos efectos tuvieron un efecto estadísticamente significativo en el estudio realizado.

La variación (PIEZA), no es significativa ($P>0.05$), en la característica tecnológica pH debido a diversos factores como la localización de la pieza cárnica en el bovino. En el vacuno se ha observado que los músculos de la espalda y de los miembros posteriores y en particular el *m.Longissimus thoracis et lumborum*, son los que alcanzan con mayor frecuencia valores de pH anormalmente elevados (Onega, 2003).

Otro factor que influye en los parámetros de calidad de la carne es la edad de los animales; en general se puede decir que la velocidad de caída del pH aumenta con la edad, existiendo una cierta tendencia a tener valores de pH más bajos a mayor edad (Sierra, 2010).

4.3 ANÁLISIS DE COLOR (L, A, B).

CUADRO IV. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (L), LUMINOSIDAD

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
BLO	1	25.027812	25.02781	0.50	0.6073
TRAT	1	1.015312	1.015312	0.02	0.9067
BLO*TRAT	1	49.750312	49.75031	2.06	Error A
PIEZA	1	114.382812	114.3828	22.5	0.0415
TRAT*PIEZA	1	0.4278125	0.427812	0.08	0.7987
BLO*PIEZA(TRAT)	2	10.125625	5.062812	0.21	Error B
PERIODO	1	2.587812	2.587812	0.11	0.7468
TRAT*PERIODO	1	0.007812	0.007812	0.00	0.9858
PIEZA*PERIODO	1	0.227812	0.227812	0.01	0.9236
TRAT*PIEZA*PERIODO	1	22.950312	22.95031	0.95	0.3412
Error	20	482.888750			
Total	31	709.392187			

5

R-cuadrado: 0.31

Coefficiente de Variación: 16.58 %

En el cuadro IV del análisis de varianza para Luminosidad (L), solo el efecto (PIEZA), hubo efecto significativo con una valoración de (P=0.0415).

Debido a la intensidad física del musculo la babilla y el lomo no realizan las misma intensidades ya que la ubicación anatómica del lomo es más intensa en la locomoción y actividades diarias del animal entre mayor actividad, mayor formación de mioglobina, por lo que el musculo tiende a tener un color más oscuro (Coquelet, 1987).

CUADRO V. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (A), “ROJO Y VERDE”

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
BLO	1	49.75031250	49.75031	3.20	0.3245
TRAT	1	29.07031250	29.07031	1.87	0.4019
BLO*TRAT	1	15.54031250	15.54031	0.96	Erro A
PIEZA	1	0.02531250	0.02531	0.00	0.9716
TRAT*PIEZA	1	4.13281250	4.13281	0.26	0.6586
BLO*PIEZA(TRAT)	2	31.32812500	15.66406	0.96	Erro B
PERIODO	1	18.45281250	18.45281	1.14	0.2993
TRAT*PERIODO	1	5.04031250	5.04031	0.31	0.5838
PIEZA*PERIODO	1	1.08781250	1.08781	0.07	0.7985
TRAT*PIEZA*PERIODO	1	0.05281250	0.05281	0.00	0.9551
Error	20				
Total	31				

R-cuadrado: 0.32

Coefficiente de Variación: 57.76%

En el cuadro V los efectos de varianza de ROJO-VERDE (A), ningún efecto hubo diferencia significativa en estudio realizado de maduración.

CUADRO VI. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA COLOR (B), “AMARILLO Y AZUL”

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F-Valor	Pr > F
BLO	1	3.99031250	3.99031	0.44	0.6283
TRAT	1	1.75781250	1.75781	0.19	0.7369
BLO*TRAT	1	9.13781250	9.13781	1.09	Erro A
PIEZA	1	36.76531250	36.76531	6.84	0.1203
TRAT*PIEZA	1	6.39031250	6.39031	1.19	0.3894
BLO*PIEZA(TRAT)	2	10.74812500	5.37406	0.64	Erro B
PERIODO	1	28.69031250	28.69031	3.42	0.0793
TRAT*PERIODO	1	1.32031250	1.32031	0.16	0.6959
PIEZA*PERIODO	1	0.75031250	0.75031	0.09	0.7680
TRAT*PIEZA*PERIODO	1	9.79031250	9.79031	1.17	0.2930
Error	20	167.8762500			
Total	31	277.2171875			

R-cuadrado: 0.32

Coefficiente de Variación: 57.76%

En el cuadro VI los efectos de varianza de AMARILLO Y AZUL (B), ningún efecto hubo diferencia significativa en estudio realizado de maduración.

4.3.1 ANÁLISIS DE COLOR UTILIZANDO EL MÉTODO DE CHI CUADRADO

CUADRO VII. TABLA DE CONTINGENCIA ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTEREACCIÓN PERIODO.

VARIANTES	MA	MAC	CA	CAC	CE	CEC
BC 7	1	1	0	0	1	0
BS 7	1	0	0	2	2	0
BC14	0	1	1	0	2	0
BS14	1	0	1	0	2	0
LC7	0	1	0	1	1	1
LS7	2	0	0	2	0	0
LC14	0	1	1	1	1	0
LS14	0	0	1	2	0	1
%	15.6	12.5	12.5	25.0	28.1	6.3

P= 0.699067

Observaciones: ** (MA Marrón), (MAC Marrón Claro), (CA Caoba), (CAC Caoba Claro), (CE Cenizo), (CEC Cenizo Claro).

** (BC 7 - BS 7 Babilla con y sin Bromelina al séptimo día), (BC 14 - BS 14 Babilla con y sin Bromelina al catorceavo día), (LC 7 - LS 7 Lomo con y sin Bromelina al séptimo día), (LC 14- LS 14 Lomo con y sin Bromelina al catorceavo día).

En el cuadro VII el valor estadístico del color de la carne (Periodos), es de ($P > 0.05$); dando no significativo entre los días de maduración, lo que da una independencia entre los colores de los diferentes días de maduración.

CUADRO VIII. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN PIEZAS.

VARIANTES	MA	MAC	CA	CAC	CE	CEC
BABILLA	3	2	2	1	8	0
LOMO	2	2	2	6	2	2
%	15.6	12.5	12.5	21.9	31.3	6.3

P= 0.09513517

En el cuadro VIII observamos como el color de las piezas babilla y lomo interactúan dando un valor estadístico de ($P= 0.09513517$); siendo no significativo pero al ser ($P<0.10$), tiene una ligera relación entre las piezas babilla y lomo donde presentan un color similar. Debido a muchos factores como puede ser la intensidad física de los musculo debido a la ubicación anatómica, locomoción y actividades diarias del animal entre mayor actividad dando mayor formación de mioglobina, por lo que el musculo tiende a tener un color más oscuro (Coquelet, 1987).

CUADRO IX. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERAACIÓN (TRATAMIENTOS).

VARIANTES	MA	MAC	CA	CAC	CE	CEC
CON	1	5	2	1	6	1
SIN	4	0	2	5	4	1
%	15.6	15.6	12.5	18.8	31.3	6.3

P=0.07910255

En el cuadro IX podemos observar la interacción del tratamiento con bromelina y las diferentes tonalidades dando una valor estadístico de ($P= 0.07910255$), siendo no significativo por ende existe una independencia entre los tratamientos.

CUADRO X. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERAACIÓN BABILLA (PERIODOS).

PIEZA	DIAS	MA	MAC	CA	CAC	CE	CEC
BABILLA	7	2	1	0	1	4	0
BABILLA	14	2	0	2	0	4	0
%		25.0	6.3	12.5	6.3	50.0	0.0

P= 0.40600585

En el cuadro X se aprecia que el valor estadístico es ($P=0.40600585$), siendo no significativo en los días siete y catorce en la pieza babilla siendo colores independientes incluso cuando se trata de la misma pieza babilla debido a cambios químicos al pasar el tiempo de maduración, cuando la carne se expone al aire ocurre la oxigenación y el consecuente enrojecimiento oximioglobina. Debido a la tensión del oxígeno sobre el tejido la carne tiende a oxidarse, tomando entonces el color café característico metamioglobina (Reyes, 2005).

CUADRO XI. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINANTE COLOR CON LA INTERACCIÓN LOMO (PERIODOS).

PIEZA	DIAS	MA	MAC	CA	CAC	CE	CEC
LOMO	7	2	1	0	3	1	1
LOMO	14	0	1	2	3	1	1
	%	12.5	12.5	12.5	37.5	12.5	12.5

P= 0.54941595

En el cuadro XI podemos observar la interacción para el color del lomo en los días siete y catorce dando un valor estadístico de ($P= 0.54941595$), siendo no significativa en los periodos observados, lo que resulta que existe una independencia en los días en relación al colores, las tonalidades son diferentes aunque sea las mismas piezas debido al constante cambio químico de la carne, que podrían ser la actividad de la enzima reductasa metamioglobina, la tasa de consumo de oxígeno y por condiciones externas: la maduración post mortem, y el método de embalaje la exposición a la luz (Chamorro, 2015).

4.4 ANÁLISIS SENSORIAL.

4.4.1 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA APARIENCIA.

CUADRO XII. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE APARIENCIA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

Observación: No Aceptable (NA), Poco Aceptable (PA), Muy aceptable (MA).

En donde T₁ consistirá en la aplicación de Bromelina y el T₀ será el testigo, sin aplicación de Bromelina

APARIENCIA T ₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	14	24	42
LOMO	20	38	22
%	21.2	38.8	40

P= 0.005326521

En el cuadro XII de análisis sensorial para apariencia con bromelina el valor estadístico fue significativo con una valor de (P= 0.005326521), lo que resulta haber una asociación entre las dos piezas.

APARIENCIA T ₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	28	51	41
LOMO	33	52	35
%	25.4	42.9	31.7

P= 0.63979

En el cuadro XII de análisis sensorial para apariencia sin bromelina no hubo diferencia significativa entre las dos piezas con un valor estadístico de (P= 0.63979), dando como resultado entre las dos piezas una independencia.

4.4.2 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA OLOR.

CUADRO XIII. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE OLOR CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

OLOR T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	14	25	26
LOMO	14	25	41
%	19.3	34.5	46.2

P= 0.40131322

OLOR T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	29	52	44
LOMO	33	54	33
%	25.3	43.3	31.4

P= 0.413556

En los cuadros XIII de análisis sensorial de olor con y sin bromelina no son significativos con un valor de ($P > 0.05$), dando como resultados una independencia entre los cortes y sus tratamientos.

4.4.3 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA SABOR.

CUADRO XIV. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE SABOR CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

SABOR T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	16	30	34
LOMO	7	34	39
%	14.4	40	45.6

P= 0.127823811

SABOR T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	34	53	33
LOMO	29	57	34
%	26.3	45.8	27.9

P= 0.756841

En los cuadros XIV de análisis sensorial de sabor con y sin bromelina no son significativos con un valor de ($P > 0.05$), dando como resultados una independencia entre los cortes y sus tratamientos.

4.4.4 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA TEXTURA.

CUADRO XV. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE TEXTURA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

TEXTURA T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	3	23	54
LOMO	6	32	42
%	5.6	34.4	60.0

P= 0.137193405

TEXTURA T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	25	71	24
LOMO	37	58	25
%	25.8	53.8	20.4

P= 0.160971

En los cuadros XV de análisis sensorial de textura con y sin bromelina no son significativos con un valor de ($P > 0.05$), siendo los dos tratamientos estadísticamente independientes al otro en relación a las piezas cárnicas.

4.4.5 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA DUREZA.

CUADRO XVI. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE DUREZA CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

DUREZA T ₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	0	21	59
LOMO	9	23	48
%	5.6	27.5	66.9

P= 0.006030803

DUREZA T ₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	23	62	35
LOMO	45	49	26
%	28.3	46.3	25.4

P= 0.006846

En los cuadros XVI de análisis sensorial de dureza con y sin bromelina el valor estadístico de ambos fueron ($P=0.006$), el valor no es significativo; pero al estar muy cerca del valor significativo indica que tiene una tendencia de asociación o relación entre las piezas y entre los dos tratamientos.

4.4.6 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA FRAGILIDAD.

CUADRO XVII. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE FRAGILIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

FRAGILIDAD T ₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	0	33	47
LOMO	10	31	39
%	6.3	40.0	53.7

P= 0.004501507

En el cuadro XVII de análisis sensorial de fragilidad con bromelina estadísticamente es significativo con un valor de ($P= 0.004501507$), teniendo una relación entre las piezas con la enzima de bromelina.

FRAGILIDAD T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	22	65	33
LOMO	40	52	28
%	25.8	48.8	25.4

P= 0.029012

En el cuadro XVII de análisis sensorial de fragilidad sin bromelina, estadísticamente no es significativa entre las piezas con una valor de ($P= 0.029012$), lo que significa que hay una independencia o diferencia entre las piezas.

4.4.7 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA GRUMOSIDAD.

CUADRO XVIII. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE GRUMOSIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

GRUMOSIDAD T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	8	30	42
LOMO	10	27	43
%	11.3	35.6	53.1

P= 0.822060873

GRUMOSIDAD T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	28	58	34
LOMO	32	60	28
%	25.0	49.2	25.8

P= 0.643647

En los cuadros XVIII de análisis sensorial de grumosidad con y sin bromelina estadísticamente no son significativo con un valor de ($P > 0.005$), dado como resultado una independencia entre las piezas y entre los tratamientos.

4.4.8 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA GOMOSIDAD.

CUADRO XIX. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE GOMOSIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

GOMOSIDAD T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	2	30	48
LOMO	10	27	43
%	7.5	35.6	56.9

P= 0.055967916

En los cuadros XIX de análisis sensorial de gomosidad con bromelina tienen un valor estadístico de ($P=0.055967916$), siendo significativo, por ende tiende a haber una relación o asociación en los tratamientos y piezas.

GOMOSIDAD T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	29	59	32
LOMO	32	60	28
%	25.4	49.6	25.0

P= 0.809527

En los cuadros XIX de análisis sensorial de gomosidad sin bromelina tienen un valor estadístico de ($P>0.005$), siendo no significativo, por lo que existe una..bv independientes los tratamientos y piezas.

4.4.9 ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA MASTICABILIDAD.

CUADRO XX. ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA DETERMINACIÓN DE MASTICABILIDAD CON DOS TIPOS DE PIEZAS CÁRNICAS, CON Y SIN BROMELINA.

MASTICABILIDAD T₁			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	19	52	49
LOMO	36	57	27
%	22.9	45.4	31.7

P= 0.002669

En el cuadro XX de análisis sensorial de masticabilidad con bromelina estadísticamente es significativo con un valor de (P= 0.002669), teniendo una asociación entre las piezas con el tratamiento, siendo el tratamiento con bromelina mejor en masticabilidad que el tratamiento sin la bromelina.

MASTICABILIDAD T₀			
CORTES	NA	PA	MA
BABILLA	1	15	64
LOMO	5	29	46
%	3.8	27.5	68.8

P= 0.006517051

En el cuadro XIX de análisis sensorial de masticabilidad sin bromelina estadísticamente es no es significativo con un valor mayor al (P>0.005), en este tratamiento sin bromelina entre las piezas hay una independencia entre las mismas.

5. CONCLUSIONES

Con el cumplimiento de cada objetivo de esta investigación, concluyo:

- En presencia de bromelina las características de calidad tecnológica como Capacidad de Retención de Agua, pH y Color no mejoro. El tiempo de maduración mejoro la capacidad de retención de agua y color, no así el pH.
- La inyección de bromelina no mejoro las características organolépticas, por lo tanto no es una alternativa para mejorar las características evaluadas. El tiempo de maduración si obtuvo un efecto mejorado para las características organolépticas.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se recomienda:

- Divulgar los resultados obtenidos a productores emprendedores o microempresas en el sector alimentario ya que es un campo muy grande y no aprovechado.
- Seguir investigando otras alternativas para mejorar la calidad tecnológica de la carne.
- Para una mejor investigación, la Universidad de Panamá debe tener el equipo necesario para cuantificar la variable terneza siendo indispensable el instrumento Warner- Bratzler.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberti, P.** 1997. Factores que afectan a la calidad de la canal y de la carne bovina en la explotación ganadera. En Línea. Consultado 5 de mayo de 2016. Disponible en:
<http://www.itgganadero.com/docs/itg/docs/monograficos/Calidadcarnevac/45-53-c.pdf>
- Alfredo, C.** 2009. Evaluación de uso de dos concentraciones de cloruro de calcio y dos tipos de empaque en la maduración de carne de res. Tesis Lic. Agroindustria Alimentaria. Honduras, Morazán, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 3 p.
- Baleta, L.** 2010. Efecto del masajeado con CaCl_2 y aceite de romero sobre la ternera y la actividad bacteriana del corte de carne tipo churrasco argentino. En Línea. Consultado 5 de mayo de 2016. Disponible en:
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:N3ZL6od-XFYJ:revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/download/496/504+&cd=2&hl=es&ct=clnk
- Blandino, L.** 2005. La Industria de la Carne en Centroamérica: Situación y Perspectiva. En Línea. Consultado 18 de mayo de 2016. Disponible en:
https://books.google.com.pa/books?id=htoOAQAIAAJ&pg=PA43&lpg=PA43&dq=musculos+d+bos+indicus+vs+bos+taurus&source=bl&ots=A6S3aqh_rX&sig=SYZw3FjlUw_aEVJzpttuFvX7dLw&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=musculos%20d%20bos%20indicus%20vs%20bos%20taurus&f=false
- Braña, D; Ramírez, E; Rubio, M; Sánchez, A; Torrescano, G.** 2011. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. . En Línea. Consultado 24 agosto de 2016. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/3.%20Manual%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Calidad%20en%20Muestras%20de%20Carne.pdf>

Chacón, A. 2004. La suavidad de la carne: implicaciones físicas y bioquímicas asociadas al manejo y proceso Agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana* 15(2):225-243 p.

Chacón, O. 2003. Mejoramiento Del Valor Agregado De la Carne Bovina En La Fase Postmortem. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. *Revista Científica Agropecuaria* 12-13 p.

Chacón, O. 2016. Formato para la evaluación sensorial / En Línea. Consultado 15 de octubre de 2016. Disponible en:
https://mega.nz/#!aoA0zQLb!W0Ld1bbvlg-XXb99OSQ_X8eoWwAHYKn6zEqfPqtVyVo

Chacón, O; Guerra, P; Quiel, R. 2003. Efecto del ablandador mecánico sobre la ternera y carga bacteriológica en la carne de ganado y sus cruces. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. *Revista Científica Agropecuaria* 19:1 14.

Chamorro, F. 2015. Mioglobina Factor Principal del cual Depende el Color de la Carne. En Línea. Consultado 3 de mayo de 2017. Disponible en:
<http://bmeditores.mx/mioglobina-factor-principal-del-cual-depende-el-color-de-la-carne-2/>

Coquelet, P. 1987. El musculo: Principal componente del canal bovino. En Línea. Consultado 3 de mayo de 2017. Disponible en:
<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR05832.pdf>

EDC, 2016. Enzimas para suavizar la carne. En Línea. Consultado 8 de junio de 2016. Disponible en:
<http://www.enzymedevelopment.com/es/applications/tenderizer/>

Lawrie, R. 1967. *Ciencia de la Carne*. Editorial Acriba S.A., Zaragoza, España. 252 p.

- León, G; Carrasco, A; López, D.** 2013. Impacto Económico por Lesiones, Características de la Canal y Terneza de la Carne Bovina. En Línea. Consultado 18 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/IMPACTO-ECONOMICO-POR-LESIONES-CARACTERISTICAS-DE-LA-CANAL-Y-TERNEZA-DE-LA.pdf>
- López, I.** 2009. Ciencia y Tecnología Alimentaria. En Línea. Consultado 18 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358129609487552>
- Lorán, F.** 2002. Calidad tecnológica de la carne de vacuno. En Línea. Consultado 25 de agosto de 2016. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4368838>
- MIDA.** 2016. Sacrificio de ganado vacuno en la República de Panamá en él .año: 2012 – 2016. . En Línea. Consultado 30 de mayo de 2017. Disponible en: http://www.mida.gob.pa/upload/documentos/sacrificios_2015_-_2016%281%29.pdf
- Napolitano, F; Carlucci, A; Braghieri, A; Cifuni, G; Riviezzi, A; Monteleone, E.** (2001). Influencia della lunghezza del periodo di frollatura su alcune caratteristiche sensoriali della carne di vitelloni Podolici. Revista: Zootec. Nutr. Anim. 85- 89 p.
- Onega, M.** 2003. Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. España, Madrid, Universidad Complutense de Madrid. 22 p.
- Owen, J., F. Núñez, M. Arias y O. Cano de los ríos.** 1982. Manual de prácticas para cursos de tecnología de la carne. Tesis Msc Facultad de Zootecnia. México, Chihuahua. Universidad Autónoma. 69, 70 p. .

- Peluffo, M.** 2002. Terneza: una característica a tener en cuenta. En Línea. Consultado 18 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=125>
- Pérez, C; Eduardo, L; Gerardo F; C.** 2012. Factores de manejo pre y post sacrificio asociados a la presencia de carne DFD en ganado bovino durante la época cálida. En Línea. Consultado 23 de mayo de 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242013000200002
- Pérez, J.** 2010. Efecto del cloruro de calcio y el tiempo de maduración sobre la terneza de la carne en cerdas de descarte. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Panamá, Chiriquí, Universidad De Panamá. 3,4, 17 p.
- Prandl, O; Fischer, A; Schmidhofer, T; Sinell, H.** (1994). Tecnología e higiene de la carne. Editorial Acribia, Madrid España. 370 -378 p.
- Reyes, P.** 2005. RELACIÓN ENTRE EL CONTENIDO DE MIOGLOBINA Y OXIMIOGLOBINA CON EL COLOR DE CARNE FRESCA DE RES Y POLLO. En Línea. Consultado 23 de mayo de 2016. Disponible en: www.respyn.uanl.mx/especiales/2006/ee-14-2006/documentos/Art42.pdf
- Sierra, V.**2010. Evolución *post-mortem* de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular. Tesis Doctoral. España, Asturias, Universidad de Oviedo. 1- 12 p.
- Zimmerman, M.** 2017. El pH de la carne y factores que lo afectan. . En Línea. Consultado 10 de abril de 2017. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/146-carne.pdf

ANEXOS

Figura N° 7 SELECCIÓN DE LAS VACAS PARA LA TOMA DE LAS PIEZAS CÁRNICAS.



Figura N° 8 ORGANIZACIÓN DE LAS PIEZAS CÁRNICAS EN SUS CORRESPONDIENTES PERIODOS.

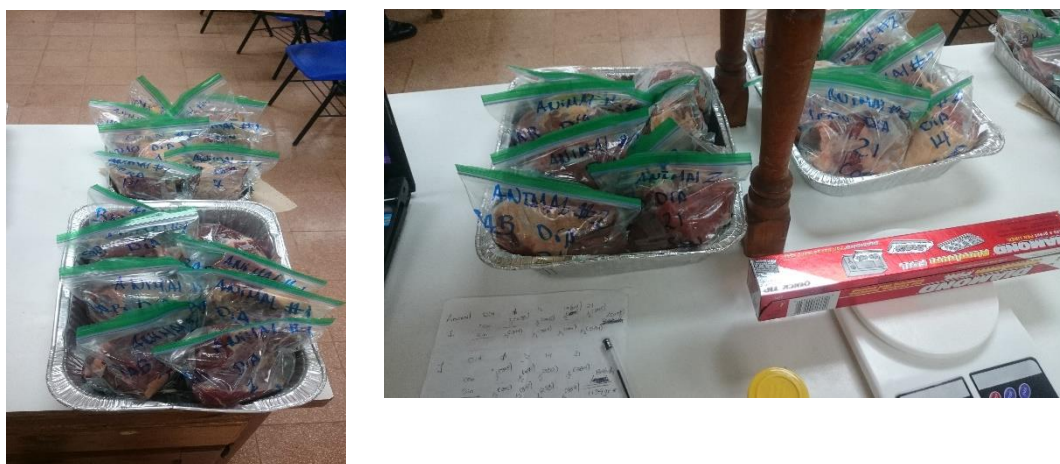


Figura N° 9 EVALUACIÓN DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (CRA).



Figura N° 10 TOMA DE DATOS EN EL LABORATORIO DE TÉCNICA Y PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS PECUARIOS DE LA FCA.



Figura N° 11 COMPARACIÓN DE DIFERENTES DÍAS DE MADURACIÓN EN SECO DE UN CORTE VACUNO.



Figura N° 12 PIEZA CÁRNICA LOMO EN EL DÍA PRIMERO, PARA LA REALIZACIÓN DE ANALISIS.

