



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



TESIS DE GRADO

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD CÁRNICA DEL CRUCE WAGYU CON
BRAHMAN CEBADOS EN CONFINAMIENTO Y TERMINADOS EN PASTOREO**

QUINTERO, V. ERICKA, DEL C.

C.P.I 4-806-537

CHIRIQUÍ, CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

I SEMESTRE

2025

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD CÁRNICA DEL CRUCE WAGYU CON
BRAHMAN CEBADOS EN CONFINAMIENTO Y TERMINADOS EN PASTOREO**

TESIS DE GRADO

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA
OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**PERMISO DE PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL
O PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO POR
ASESOR
PhD. REYNALDO VARGAS**

MIEMBROS DEL COMITÉ

Msc. Pacifico Bonilla _____

Msc. Richard Mudarra _____

CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

Agradecimientos

Agradezco principalmente a Dios por permitirme culminar esta meta, no fue nada de sencilla, pero él estuvo en cada paso guiándome, brindándome salud, fortaleza y sabiduría.

A mi familia, especialmente a mis papas que día a día estuvieron apoyándome, dándome consejos, alientos, muchas veces hasta sus desvelos, definitivamente son mi motor y los que me impulsan a ser mejor cada día. A mis hermanos porque nunca han dejado de creer en mí.

A mis amigos y compañeros, por alentarme y brindarme su apoyo en cada momento. Al Dr. José L. Bernal, Milagros De Gracia y Olegario Ibarra por brindarme sus consejos y apoyarme desde el momento que llegue al IDIAP.

A los asesores de esta investigación el Prof. Pedro Guerra, por brindarme la confianza, oportunidad y ser el guía; al Prof. Pacifico Bonilla y al Dr. Reynaldo Vargas por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de grado.

Dedicatoria

Quiero dedicarle este trabajo principalmente a Dios por darme salud, sabiduría, fortaleza y por haberme permitido concluir esta etapa tan importante en mi vida.

A mi familia, especialmente a mis padres: Ing. Elvis Quintero y Mra. Erika Villegas por la fuerza, la perseverancia de poder luchar cada día por mis metas, en darme ese apoyo que tanto necesite, por creer en mí y motivarme en ser mejor cada día.

A mi abuelo Raúl Quintero (Q.E.P.D) por darme la mejor herencia que es el amor y la pasión por la agropecuaria.

Índice

Agradecimientos	3
Dedicatoria	4
Índice de Cuadro	7
Índice de gráfica	10
Índice de figura	11
Índice de anexos	12
Resumen.....	13
Abstract.....	14
I. INTRODUCCIÓN	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	17
Origen del Wagyu y Brahman	17
<i>Longissimus Dorsi</i>	19
Grado calidad de la canal	20
Grado de Rendimiento (Yield Grade)	20
Características organolépticas	21
Color de la carne y grasa	21
Terneza de la carne bovina	23
Warner-Bratzler Shear	23
Carne oscura, firme y seca (DFD)	24
Firmeza y textura de la carne bovina	25
pH	25
Capacidad de retención de agua (CRA)	25
Jugosidad de la carne bovina	26
Sabor de la carne bovina	27
Flavor	27
Calidad de marmoleado	27
Maduración de la carne	28
Maduración húmeda.....	29
III. METODOLOGÍA	30
Proceso de maduración	30

Caracterización de parámetros de calidad para <i>Longissimus dorsi</i>	30
Grupo racial	33
Análisis estadísticos	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
V. CONCLUSIONES	72
VI. Recomendaciones	73
VII. REFERENCIAS	75
VIII. ANEXOS	81

Índice de Cuadro

Cuadro 1. Relación entre el grado de rendimiento (YG) y porcentaje de cortes para venta al detal.....	20
Cuadro 2. Parámetros para carne madurada húmeda.....	29
Cuadro 3. Agrupación de Grupos raciales.....	33
Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso final en el IDIAP.....	36
Cuadro 5. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para el peso final IDIAP por grupo racial.....	36
Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso final en MACHISA.....	38
Cuadro 7. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para el peso final MACHISA por grupo racial	39
Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza para grasa pélvica.....	40
Cuadro 9. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para grasa pélvica por grupo racial.....	40
Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para largo de la canal	42
Cuadro 11. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para largo de la canal por grupo racial.....	42
Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza para el perímetro de la pierna.....	44
Cuadro 13. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para el perímetro de la pierna por grupo racial.....	44
Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza para el pH.....	46
Cuadro 15. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para el pH por grupo racial.....	46
Cuadro 16. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso en canal.....	47
Cuadro 17. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para el peso en canal por grupo racial.....	47
Cuadro 18. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de la canal IDIAP.....	49

Cuadro 19. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para rendimiento en canal IDAP por grupo racial.....	49
Cuadro 20. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de la canal en MACHISA.....	51
Cuadro 21. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para rendimiento en canal MACHISA por grupo racial.....	51
Cuadro 22. Cuadrados medios del análisis de varianza para área del lomo.....	53
Cuadro 23. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para área del lomo por grupo racial.....	53
Cuadro 24. Cuadrados medios del análisis de varianza color de la grasa.....	54
Cuadro 25. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para color de la grasa por grupo racial.....	54
Cuadro 26. Cuadrados medios del análisis de varianza para color de la carne....	55
Cuadro 27. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para color de la carne por grupo racial.....	55
Cuadro 28. Cuadrados medios del análisis de varianza para marmoleado.....	56
Cuadro 29. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para marmoleado por grupo racial.....	56
Cuadro 30. Cuadrados medios del análisis de varianza para pH.....	57
Cuadro 31. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para pH por grupo racial.....	57
Cuadro 32. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso muestral de la carne.....	59
Cuadro 33. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para peso muestral de la carne por grupo racial.....	59
Cuadro 34. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso total de la carne.....	61
Cuadro 35. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para peso total de la carne por grupo racial.....	61
Cuadro 36. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso de la grasa...	63
Cuadro 37. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para peso de la grasa por grupo racial.	63
Cuadro 38. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso del hueso.....	65

Cuadro 39. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para peso del hueso por grupo racial.....	65
Cuadro 40. Cuadrados medios del análisis de varianza color de la carne.....	66
Cuadro 41. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para color de la carne por grupo racial.....	66
Cuadro 42. Cuadrados medios del análisis de varianza para pH.....	68
Cuadro 43. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados para pH por grupo racial.....	68
Cuadro 44. Medias ajustadas y error estándar para proporciones.....	69
Cuadro 45. Cuadrados medios del análisis de varianza para WARNER BRATZLER.....	70
Cuadro 46. Medias ajustadas y error estándar para Warner Bratzler.....	71

Índice de gráfica

Gráfica 1. Warner Bratzler.71

Índice de figura

Figura 1. Medidas de características del Longissimus dorsi de la 12 ^a costilla.....	19
Figura 2. Yield Grade o Grado de Rendimiento en porcentaje de carne para venta al detal.....	20
Figura 3. Color de la carne.....	22
Figura 4. Color de la grasa.....	22
Figura 5. Warner Bratzler	24
Figura 6. Calificación del marmoleado de acuerdo con JAPAN	28
Figura 7. Medición del área del Longissimus dorsi con hoja transparente milimétrica..	31

Índice de anexos

Foto 1. Embarcación.....	81
Foto 2. Identificación de las muestras.....	81
Foto 3. Pieza 3 de la muestra 1.....	81
Foto 4. Toma de pH.....	81
Foto 5. Toma de pH, color y grasa.....	82
Foto 6. Dibujo del área del lomo.....	82
Foto 7. Recorte de la pieza.....	82
Foto 8. Pieza #8 de la muestra 1.....	82
Foto 9. Cocción de la muestra y toma de temperatura.....	82
Foto 10. Enfriamiento de la muestra a temperatura ambiente.....	82
Foto 11. De cada muestra sacar 5 tarugos.....	83
Foto 12. Tarugos.....	83
Foto 13. Segunda fecha de maduración. Separación de carne, grasa y hueso....	83
Foto 14. Dibujo del área.....	83
Foto 15. Pieza 1 del tratamiento 2.....	84
Foto 16. Toma de temperatura.....	84
Foto 17. Enfriamiento de las muestras a temperatura ambiente.....	84
Foto 18. Utilización del Warner Bratzler.....	84

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD CÁRNICA DEL CRUCE WAGYU CON BRAHMAN CEBADOS EN CONFINAMIENTO Y TERMINADOS EN PASTOREO.

Quintero V, E. 2025. Caracterización de la calidad cárnica del cruce Wagyu Con Brahman cebados en confinamiento y terminados en pastoreo. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Chiriquí, Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá.

Resumen

La ganadería es una parte fundamental en la economía y el sector agropecuario en la provincia de Chiriquí y para el resto del país; recientemente, se ha observado un gran interés en la producción de carne de alta calidad debido a la demanda tanto nacional como internacional es por ello que se evaluó la caracterización de la calidad cárnica del cruce Wagyu con Brahman este estudio ofrece una oportunidad única para comprender como la combinación genética desarrollan un cambio en la calidad final de la carne bovina.

Este estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gualaca “Carlos M. Ortega”, Centro de Innovación Agropecuaria de Chiriquí Del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), en donde se utilizaron muestras del *Longissimus dorsi* localizado en la 12° costilla de ambas medias canales de 10 animales machos, cebados en pastoreo y terminados en confinamiento, con una edad de 24 y 30 meses. Estas 20 muestras fueron seleccionadas y maduradas en húmedo por 14 y 21 días postmortem bajo refrigeración a 0°C. Se observa que el análisis de 21 variables, 2 son altamente significativa ($P < 0.01$), 3 son diferencia significativa ($P < 0.05$), 2 son tendencia a la significancia ($P < 0.10$) y 14 no hubo diferencia significativa (ns).

Este estudio se propone avanzar en la comprensión de la calidad cárnica de los cruces Wagyu con Brahman, los resultados de este estudio no solo contribuirán al conocimiento científico, sino que también ofrecerán información valiosa para la industria ganadera, ayudando a los productores a tomar decisiones informadas para mejorar la calidad de su hato.

CHARACTERIZATION OF THE MEAT QUALITY OF THE WAGYU CROSS WITH BRAHMAN FAILED IN CONFINEMENT AND FINISHED IN GRAZING.

Quintero V, E. 2025. Characterization of the meat quality of the Wagyu cross with Brahman failed in confinement and finished in crazing. Thesis of Agricultural Engineer Zootechnician, Chiriquí, Panama. Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama.

Abstract

Livestock farming is a fundamental part of the economy and the agricultural sector in the province of Chiriquí and for the rest of the country; Recently, there has been a growing interest in the production of high-quality meat due to both national and international demand, which is why the characterization of the meat quality of the Wagyu cross with Brahman was evaluated. This study offers a unique opportunity to understand how the genetic combination develops a change in the final quality of the beef.

This study was carried out at the “Carlos M. Ortega” Gualaca Experimental Station, Chiriquí Agricultural Innovation Center of the Agricultural Innovation Institute of Panama (IDIAP), where samples of *Longissimus dorsi* located in the 12th rib of both half carcasses of 10 male animals, fattened in grazing and finished in confinement, with an age of 24 and 30 months. These 20 samples were selected and wet-ripened for 14 and 21 days postmortem under refrigeration at 0°C. It is observed that the analysis of 21 variables, 4 are highly significant ($P < 0.01$), 3 are significant difference ($P < 0.05$), 2 are trend towards significance ($P < 0.10$) and 12 there was no significant difference (ns).

This study aims to advance the understanding of the meat quality of Wagyu and Brahman crosses. The results of this study will not only contribute to scientific knowledge, but will also offer valuable information for the livestock industry, helping producers make informed decisions to improve the quality of your herd.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne bovina es un aspecto crucial en la industria ganadera, influyendo significativamente en la rentabilidad y la satisfacción del consumidor. En este contexto, el cruce entre razas como el Wagyu y el Brahman emerge como un campo de estudio con potencial, prometiendo combinar las características deseables de ambas para producir carne de alta calidad. Esta investigación se centra en la caracterización de la calidad cárnica del cruce entre el Wagyu y el Brahman, específicamente en animales cebados en confinamiento y terminados en pastoreo.

Panamá tiene la oportunidad de fortalecer nuestro mercado y a la vez incursionar en mercados no tradicionales y ofrecer productos cárnicos procesados y/o no procesados con mayor calidad e inocuidad (Guerra *et al.*, 2009). Para esto se hace necesario abordar y solucionar los problemas asociados con la calidad de las características organolépticas (suavidad, marmoleado).

La producción de carne de calidad es esencial para satisfacer las demandas del mercado en constante evolución y para garantizar la viabilidad económica de los productores ganaderos. Los cruces entre el Wagyu y el Brahman representan una oportunidad única para aprovechar las fortalezas genéticas de ambas razas y producir animales con características sobresalientes en términos de grado de calidad. La comprensión profunda de la calidad cárnica de estos cruces en diferentes sistemas de alimentación es crucial para maximizar la eficiencia de productiva y mejorar la competitividad en el mercado global de carne bovina.

El éxito de una explotación ganadera de carne está en optimizar el potencial genético del animal, de acuerdo al ecosistema donde se ubica y en la reducción de los costos de producción. Además, debe ofrecer al mercado un producto de alta calidad e inocuidad, para cubrir las más altas exigencias de los consumidores (nacionales e internacionales), elevándose así el nivel de competitividad de la carne bovina de Panamá y la sostenibilidad de la cadena productiva (Guerra *et al.*, 2010). Esta investigación tiene el potencial de hacer varias contribuciones significativas al campo de la producción ganadera. En primer lugar, proporcionará una comprensión

más completa de la calidad cárnica de los cruces entre el Wagyu y el Brahman, especialmente en términos de grado de calidad, en comparación con las razas puras. Estos hallazgos podrían ser de gran utilidad para los productores ganaderos, permitiéndoles tomar decisiones informadas para mejorar la rentabilidad y satisfacer las demandas del mercado.

El estudio propuesto aborda la problemática de la falta de información específica sobre la calidad cárnica de los cruces entre el Wagyu y el Brahman en condiciones de cebado en confinamiento y terminación en pastoreo. Al superar esta brecha en el conocimiento, esta investigación proporcionará datos fundamentales que ayudarán a los productores a mejorar la calidad de la carne bovina producida, aumentando así su competitividad en el mercado y garantizando una mayor satisfacción del consumidor. Además, al comprender mejor las características de estos cruces en diferentes sistemas de alimentación, se podrán implementar prácticas de manejo más eficientes y sostenibles en la producción ganadera.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, nos proponemos como objetivo caracterizar la calidad cárnica del cruce Wagyu con Brahman cebados en confinamiento y terminación en pastoreo; específicamente estimar los parámetros de grado de rendimiento como: peso de la canal, grasa dorsal, grasa perineal y área del lomo, calcular el grado de calidad y marmoleado y evaluar los parámetros de calidad como: terneza, pH, color de la carne y color de la grasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Wagyu y Brahman

El Wagyu (“Wa” significa japonés y “gyu” significa ganado) es la raza bovina de origen japonés por excelencia. Es la raza que tiene la predominancia de generar mayor marmoleo intermuscular. Es una raza bovina sumamente interesante, ya que debido a su gran herencia genética de marmoleo; se puede tener por varias generaciones adyacentes un marmoleo sumamente marcado entre sus fibras musculares (Pinto, 2021).

La raza Brahman americana tuvo su origen en el ganado vacuno importado en Estados Unidos desde la India. Este ganado indio se conoce también como Cebú. En la formación del Brahman americano moderno intervinieron cuatro razas *Bos indicus*: Guzerat, Nelore, Gyr y Krishna Valley las cuales llegaron a los Estados Unidos en diferentes embarques entre 1854 y 1946 (Coca *et al.*, 2016).

Oficialmente, el Brahman comenzó en Brasil en el año 1994, cuando llegó la primera importación procedente de Estados Unidos bajo una estricta supervisión del Ministerio de Agricultura y Pecuaria de ese país. La primera diferencia, es que, desde los primeros cruzamientos para la formación de la raza, lo más importante era usar animales de un perfil económico dirigido para la producción de carne. (Coca *et al.*, 2016).

Calidad de la carne

El consumo de carne en Japón comenzó a florecer en 1860, desde entonces el Wagyu se ha mejorado para obtener carne de res de mayor calidad para satisfacer las preferencias de sabor de los consumidores japoneses. La característica más notable de la carne de res Wagyu es su intenso veteado. El alto contenido de grasa intramuscular (IMF) que mejora textura, jugosidad, suavidad y la palatabilidad general. Además, la composición de la grasa en Wagyu es considerablemente diferente de la de otras razas de carne. El característico aroma de esta carne da una sensación dulce y grasa. También es valorada por su alta trazabilidad y

uniformidad garantizada debido a los estándares nacionales para la canal y el comercio de carne de res. Aunque los productores de Wagyu se enfrentan actualmente a problemas relacionados con la producción de terneros, la carne se exporta cada vez más al mercado global y crea un nuevo valor de mercado como uno de los productos alimenticios más lujosos del mundo (Motoayama *et al.*, 2016).

La carne de vacuno es un alimento fundamental en la dieta humana, por ser fuente rica en proteínas, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales. Además, presenta unas características sensoriales excepcionales que la convierten en uno de los alimentos de origen animal mejor valorado por el consumidor (Oliván *et al.*, 2013).

La calidad de la carne es una combinación adecuada de los atributos de ternura, jugosidad, sabor y color; en la actualidad, la industria de alimentos paga más por cortes de carne de alta calidad que aseguren, de esta manera, la satisfacción del consumidor. Según Huertas-Leidenz (2000) y Vásquez *et al.*, (2002) los factores que determinan la calidad de la carne están representados por las características organolépticas o sensoriales, el valor nutricional y las condiciones higiénico-sanitarias (Vásquez *et al.*, 2007).

En términos generales, la calidad puede definirse como la medida en que un producto o un servicio satisface a lo largo del tiempo las expectativas del usuario o consumidor. En el caso de la carne resulta más complicado definir el concepto de “calidad de carne” ya que se trata de un producto muy heterogéneo y existe un importante componente subjetivo sobre los criterios que determinan su calidad (color, textura, jugosidad). A esta dificultad se añade también que, a la hora de valorar el color, textura, jugosidad, sabor y aroma de la carne Allen (1970) estos criterios pueden llegar a variar dependiendo del tipo de animal, raza, sexo, tipo de alimentación, manejo de sacrificio, temperatura de refrigeración. Desde la perspectiva de la producción, cada eslabón en la cadena productiva prioriza objetivos variados, observándose cómo para el ganadero los criterios de calidad están relacionados con el incremento de la masa muscular de los animales, peso en canal o pie y reducción de grasa, mientras que para el consumidor el color y la

dureza son los primeros criterios determinantes de la calidad. Por ello, el concepto de calidad de carne debe definirse en cada eslabón de la cadena de producción y comercializarse en función de criterios concretos, teniendo en cuenta que el producto debe satisfacer la demanda del mercado específico al que se destina. Por ejemplo, desde el punto de vista del consumidor, el término “calidad de carne” incluye una serie de propiedades responsables de que la carne cocinada resulte un producto comestible, atractivo, apetitoso, nutritivo y agradable al paladar (Horcada y Polvillo, 2010).

Por último, hay que tener en cuenta que el concepto de “calidad de carne” es dinámico ya que evoluciona de acuerdo a la demanda del consumidor. En este sentido, actualmente se valoran satisfactoriamente aquellos productos de fácil y de rápida elaboración (calidad de servicio) y que satisfacen los modernos o tradicionales hábitos de consumo (calidad subjetiva o imaginaria) (Horcada *et al.*, 2010).

Longissimus Dorsi

El músculo *Longissimus dorsi*, ilustrado en la figura 1, constituye el punto focal para todas las evaluaciones referentes a cualidades de la “carne” y el grado de rendimiento (Guerra *et al.*, 2009).

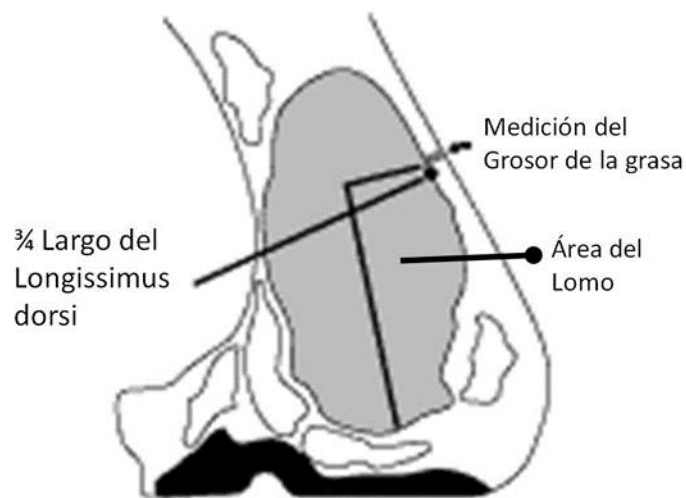


Figura 1. Medidas de características del Longissimus dorsi de la 12ª costilla. Fuente: Guerra *et al.*, 2009.

Grado calidad de la canal

El Grado de Calidad (Quality Grade según USDA) designa varias características sobre: suavidad o terneza, jugosidad, sabor y Color. Lo determina la madurez fisiológica y el marmoleado (grasa intramuscular). La edad afecta significativamente la terneza. El Grado de Calidad, siendo la calidad Prime la más demandada en los mercados internacionales.

Grado de Rendimiento (Yield Grade)

De acuerdo con el USDA (2011), el “Yield Grade” (YG) es la proporción de carne para venta al detal de los músculos de la cadera, lomo, costilla y paleta. Está muy relacionado en la determinación si un animal es de tipo “carnicero” o no. El término “Yield Grade” fue desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y es utilizado mundialmente como tal. Su concepto más cercano en español es el “Grado de Rendimiento de carne para venta al detal”. De acuerdo con la ecuación de estimación del YG (Figura 2), este indicador es una relación lineal de características como peso de la canal caliente (PCC), área del lomo (AL), grosor de la grasa dorsal (GD) y porcentaje de grasa pelviana (GCRP). Sin embargo, para utilizar esta ecuación de estimación, GD se expresa en pulgadas, GCRP en porcentaje, PCC en libras y AL en pulgadas cuadradas. Si un valor de YG resulta en 2.7 ó 2.1, estos deben redondearse a 2.0 y relacionar este valor con la Figura 2. Esta Figura 2 brinda la relación entre el animal “tipo carnicero” y los rangos de porcentaje de rendimiento de carne para venta al detal se observa en la tabla 1.

Cuadro 1. Relación entre el grado de rendimiento (YG) y porcentaje de cortes para venta al detal.

Grado de rendimiento (YG)	1	2	3	4	5
% de cortes al detal	52.6–54.6	50.3-52.3	48.0-50.0	45.7-47.7	43.3-45.4

Fuente: Burson, 1997.

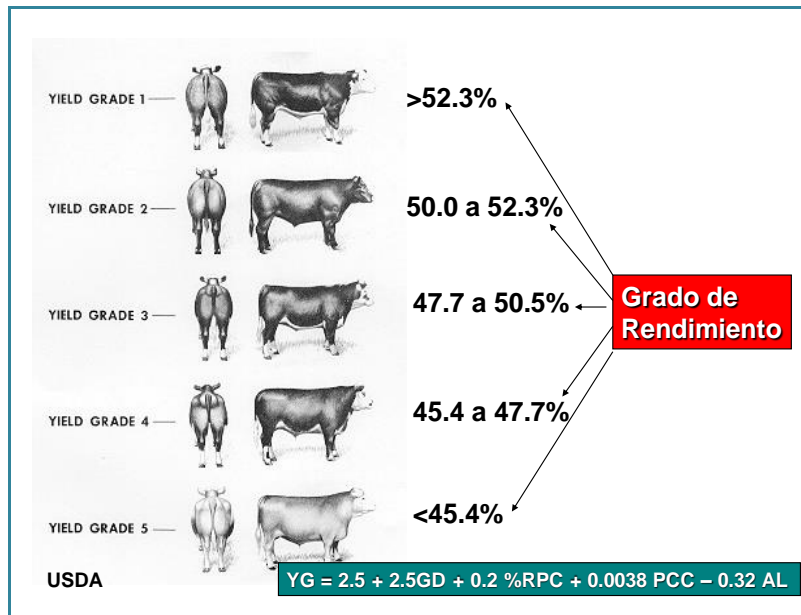


Figura 2. Yield Grade o Grado de Rendimiento en porcentaje de carne para venta al detal. Fuente: Burson, 1997.

Características organolépticas

Las características organolépticas o sensoriales son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la carne, que pueden percibir con los sentidos, por ejemplo, su sabor, textura, olor, color, sin utilizar aparatos o instrumentos de estudio. En el caso de la carne, la satisfacción del consumidor depende de un conjunto de características tales como su terneza, jugosidad, sabor y color. Dichas características están influenciadas por varios factores tales como la raza del animal, manejo *ante-mortem*, faena, tiempo de almacenamiento *post-mortem*, intensidad de proteólisis, temperatura de cocción de la carne, pH, capacidad de retención de agua (Pearson y Dutson, 1994).

Color de la carne y grasa

El color de la carne se debe a la presencia de un pigmento llamado mioglobina, el cual puede variar en cantidad y en su estado químico (O_2). A medida que los animales avanzan en edad incrementa la cantidad de mioglobina. Así animales jóvenes muestran carnes de color rojo claro, mientras que la carne de los animales adultos es roja intensa. Por otra parte, el estado químico del pigmento es importante. En presencia el pigmento en estado de oximioglobina (rojo brillante), sin oxígeno (púrpura) y en forma de metamioglobina cuando se oxida (marrón). El color rojo de la carne está determinado por un conjunto de factores, la especie animal (carne roja

y blanca), la edad, la raza, el sexo, sistemas de alimentación (cantidad de hierro), las condiciones de manejo y conservación de la carne que incluye: el envasado, duración y temperatura de conservación, pH y las características de la superficie del músculo (Ontiveros, González y Girar, 2014).

La mioglobina se localiza en el sarcoplasma y es una de las responsables de la tonalidad roja de la carne. El musculo se encarga de captar el oxígeno y entregarlo a la mitocondria para mantener las funciones fisiológicas. La mioglobina es una hemo-proteína monomérica formada por aproximadamente 153 aminoácidos y su número y secuencia es específica de cada especie (Yin *et al.*, 2011); (Bonilla, 2023). Las cuatro formas de *Inter conversión* de la mioglobina y el estado de valencia del hierro van a determinar las diferentes tonalidades que presenta la carne. Así, la deoximioglobina (DMb) es caracterizada por tener un anillo hemo ferroso (Fe^{2+}) el cual es responsable del color rojo-purpura, asociado al músculo inmediatamente después del sacrificio. Al oxigenarse la deoximioglobina se forma la oximioglobina (OMb), la cual da lugar a un color rojo-cereza brillante, siendo éste el deseado por el consumidor (Bonilla, 2023)

El color de la carne es uno de los principales criterios por los que los consumidores compran o no este alimento (Santini, Rearte y Grigera, 2003).

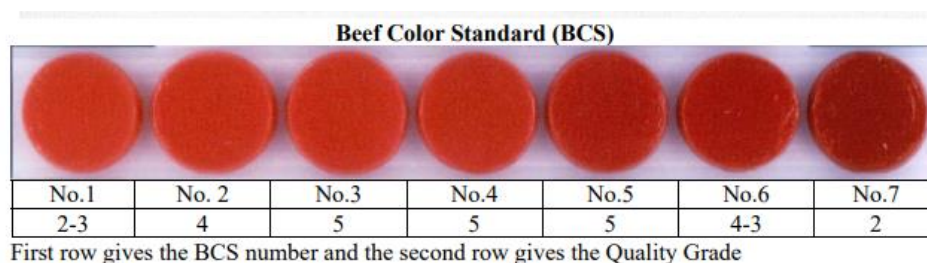


Figura 3. Color de la carne (Busboom y Reeves, 1997)

Color del músculo (BCS – Beef Color Standards): Es una escala que va del 1 al 7 en donde 1 es una carne muy rosa y 7 es una carne de un rojo muy oscuro. El color óptimo de la carne es un rojo intenso y brillante, en el rango del 3 al 5 (Terán, 2018).

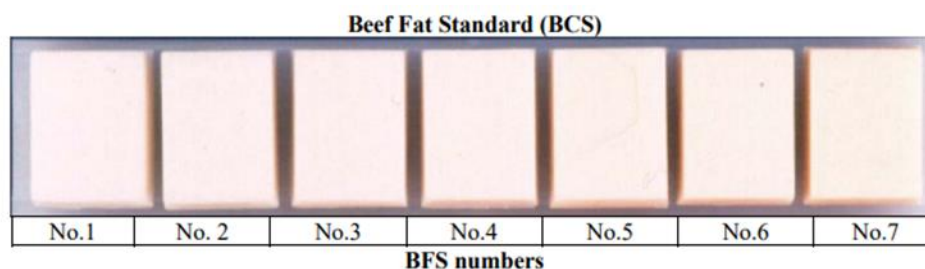


Figura 4. Color de la grasa (Busboom y Reeves, 1997)

Color de la grasa (BFS – Beef Fat Standards): Es una escala que va del 1 al 7, en donde 1 es el color óptimo de la grasa que debe ser blanca como la nieve. El 7 es una grasa amarillenta (Terán, 2018).

Terneza de la carne bovina

Dentro de las características organolépticas de la carne fresca, la terneza ha sido calificada por los consumidores como el atributo más importante (Miller *et al.*, 2001). La sensación de terneza o blandura de la carne se debe en primer lugar a la facilidad con que los dientes penetran la carne, en segundo lugar, a la facilidad con que la carne se divide en fragmentos, y en tercer lugar a la cantidad de residuo que queda después de la masticación (Weir, 1960). Según Morgan *et al.*, (1993), la falta de uniformidad de la terneza y la inconsistencia en la predicción de la misma, han sido identificados como los problemas más relevantes de la industria de la carne en países desarrollados (Ontiveros *et al.*, 2014).

Warner-Bratzler Shear

El dispositivo Warner-Bratzler utilizado con un texturómetro posibilita medir la fuerza requerida para cortar un trozo de carne. El dispositivo consiste en un bastidor de acero que tiene una cuchilla de corte triangular. Para probar una muestra de carne, la muestra de carne se cocina, se enfría y luego se corta en muestras lo más precisas para hacer el ensayo. Aunque no sea posible obtener las muestras exactas (Encalada, 2019).

Consiste en un método directo, mediante el cual una cizalla mide la fuerza de corte en libras o en kg. (Foto 5) es decir la resistencia de la carne a ser cortada, brindando un dato objetivo (a mayor valor de fuerza de corte, menor terneza). Para realizar dichas determinaciones, es necesario que las muestras cumplan ciertos requisitos

(protocolo), con el objetivo de estandarizar las condiciones en la cual se hace la evaluación (Monteiro y Peluffo, 2002).



Figura 5. Warner Bratzler. Foto: Quintero, 2024.

Carne oscura, firme y seca (DFD)

La carne DFD es originada por el estrés en el animal debido a un manejo *ante-mortem* deficiente previo al sacrificio, donde los animales son expuestos a factores tales como el transporte, tiempo de espera en los corrales, ayuno, mezcla de animales no familiarizados, ruido y temperaturas extremas, entre otros, cada uno de ellos producen un efecto negativo en el bienestar animal (Sotelo, 2008).

Se definen como carnes DFD (dark, firm and dry) aquellas con un pH mayor a 5.9 a las 24 h *post-mortem* y a la vista presentan un color rojo oscuro a café marrón además de una consistencia seca, dura y pegajosa (Apple *et al.*, 2002). Para Lawrie (1998) la carne DFD es de una calidad inferior, ya que el sabor menos atenuado y su color oscuro es poco apetecible por el consumidor; además tiene una menor vida útil y una mayor susceptibilidad al ataque de microorganismos por sus niveles de pH mayores a 5.9 y capacidad de retención de agua altos (Sotelo, 2008).

Firmeza y textura de la carne bovina

La firmeza y la textura son comúnmente evaluados por los consumidores a través del sentido del gusto, el tacto y la vista. La firmeza habitualmente se refiere a la mayor o menor elasticidad que la superficie de un corte presenta. Ella no ofrece una contribución directa a la palatabilidad, pero es un parámetro de calidad debido a que aquellos cortes que retienen su forma son más atractivos (Hedrick *et al.*, 1994). La textura está relacionada con el espesor de las fibras musculares y del tejido conectivo o capas (epimisio, peromisio y endomisio) que rodea al musculo. Ambas están influenciadas por muchos factores, entre los cuales es importante destacar las propiedades internas musculares, tales como: resolución del rigor, capacidad de retención de agua, pH, contenido intramuscular de grasa y de tejido conectivo (Teira, 2004).

pH

Según Hanna el “pH final” de la carne, tienen gran influencia en su textura, su capacidad de retención de agua, su resistencia al desarrollo microbiano y el color: por la que establecer un nivel adecuado de pH (pH de 5,5, aunque existen diferencias entre especies animales) es muy importante pues ciertas enzimas críticas como la fosfofructoquinasa se inhiben y reacciones metabólicas como la glucólisis cesan; esta última, deberá ser completa y lenta para mantener un nivel óptimo de pH. La glucólisis anaerobia *post-mortem*, es la ruta metabólica que tiene lugar en el músculo del animal sacrificado y que se produce a partir del glucógeno muscular contenido en el animal, dando lugar con ello al ácido láctico y un descenso del pH (menos de 5,5 de pH) (Báez, 2019).

Capacidad de retención de agua (CRA)

Conocido por las siglas CRA, este indicador es crucial en cualquier producto cárnico, pues determina dos parámetros económicos fundamentales: las pérdidas de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos obtenidos (Gonzalez, 2010).

El agua del músculo se encuentra en proporción de un 70% en las proteínas miofibrilares; 20% en las sarcoplásmicas y 10 % en el tejido conectivo. El termino CRA se define como la propiedad de una proteína cárnica para retener el agua tanto

propia como añadida, cuando se somete a un proceso de elaboración (tratamiento térmico, extrusión, etc.). Otros autores distinguen la CRA como la capacidad de retener el agua propia y la CLA como capacidad de retener el agua añadida (capacidad de ligar agua) (López y Carballo, 1991).

El agua muscular existe de forma enlazada, inmovilizada y libre (Aberle *et al.*, 2001). Debido a la distribución de sus electrones, las moléculas de agua no son eléctricamente neutras y se asocian con grupos reactivos (ionizados) de las proteínas musculares. (Aberle *et al.*, 2001). La mayor parte del agua en el músculo (88-95%) se mantiene de manera intracelular dentro de las miofibrillas en el espacio libre entre los filamentos finos y gruesos. Una pequeña porción del agua presente en el músculo (5- 12%) está localizada extracelularmente (Northcutt, Foegeding y Edens, 1994). El contenido de agua y su distribución dentro de la carne tienen una gran influencia en su calidad y valor económico (Ramos, 2005).

Jugosidad de la carne bovina

La jugosidad se encuentra determinada por la capacidad de retención de agua y el contenido de grasa intermuscular en la carne (Hocquette *et al.*, 2010). La sensación de jugosidad en carnes se da en dos pasos, la primera es la impresión de humedad durante las primeras masticaciones, donde se produce la liberación del jugo de la carne y la segunda es la sensación que se mantiene en la boca debido a la estimulación de la grasa sobre la salivación (Varela y Beltrán, 2001). De acuerdo con múltiples estudios este rasgo de calidad es considerado por los consumidores para la decisión de compra de carne de res. La grasa intramuscular juega un papel importante para que la carne sea jugosa, por esto se recomienda la utilización de cortes con grados de calidad USDA para el proceso de maduración, debido a su grado de marmoleo. De acuerdo con Smith *et al.*, (2008) a través de su estudio muestra que este tipo de cortes tiene un impacto significativo por el consumidor, en la mejora la palatabilidad (García, 2020).

Sabor de la carne bovina

El sabor de la carne es complejo ya que no solo se habla de sabor, sino que está intrínsecamente relacionado con el aroma. El sabor y el aroma en la carne son determinados por algunos compuestos químicos que se presentan en distintas concentraciones (Guerrero, 2001). En la actualidad existen estudios que nos demuestran la importancia que tiene la ternura, jugosidad y sabor, en la aceptabilidad de los consumidores. Estos son considerados rasgos de calidad que influyen en la compra de productos cárnicos (García, 2020).

Flavor

Esta propiedad se define como el complejo conjunto de propiedades olfativas y gustativas (olor más sabor) que se perciben durante la degustación de la carne. En este proceso influyen también las sensaciones táctiles, térmicas, dolorosas o cinestésicas que tienen lugar durante la ingestión (Guerrero, 2000).

Calidad de marmoleado

El sitio específico para la deposición de grasa se encuentra entre las fibras musculares, conocido como marmoleado. Aunque este es el menor en la cantidad total de grasa, es de gran importancia por su efecto en la palatabilidad y sobre la satisfacción del cliente (Long, 2000).

Consiste en acúmulos de grasa intramuscular visibles en el corte de la carne. El marmóreo depende de la genética, edad y manejo de la alimentación. Esta grasa intramuscular tiene un efecto positivo en la jugosidad, suavidad y el sabor de la carne al momento de la cocción. Un mayor marmóreo indica mayor calidad de la carne, relacionado con mejor sabor, jugosidad y suavidad, por lo que una carne con marmoleo tiene mayor posibilidad de lograr una buena experiencia al consumirla. La cantidad de energía que existe en una chuleta marmoleada contra una no marmoleada (nulo), es mínima, pero el mejoramiento en el sabor es grande (Córdoba y Robayo, 2017).

Algunas líneas de ganado poseerán suficiente marmoleado para el "Grado de Selección" con 0,2 pulgadas (0,49 cm) de grasa subcutánea a nivel de la 12 costilla, mientras que otros deberán poseer una pulgada (2,45 cm) o más de grasa subcutánea para tener la misma cantidad de marmoleado. Esto es debido a

diferencias en el potencial genético que no puede ser modificado por la nutrición o el manejo. Otra creencia en la industria de la carne es que el marmoleado aparece repentinamente en el músculo después de cierto tiempo de alimentación. A medida que el ganado crece y se desarrolla, el contenido en grasa intramuscular se incrementará gradualmente desde 0% en el ternero hasta 8% o 10% en el animal correctamente alimentado. Cuando el contenido de grasa intramuscular alcanza aproximadamente el 4%, podemos comenzar a identificar visualmente el marmoleado (Long, 2000).

El marmoleado es el grado de distribución de la grasa intramuscular o intersticial. Hay dos escalas utilizadas a nivel mundial, la del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y la de JAPAN que se califica de la siguiente manera:

Es una escala que va del 1 al 12 en donde BMS (Beef Marbling Standards) #1 es un corte sin marmoleo y BMS#12 es el corte más marmoleado. El ganado 100% Wagyu consistentemente califica entre BMS #10 y BMS #12. El F3 califica entre BMS #8 y BMS #10, mientras que el F2 y F1 califican entre BMS #5y BMS #8. Otras razas como Angus y Hereford difícilmente alcanzan BMS #5 (Terán, 2018).

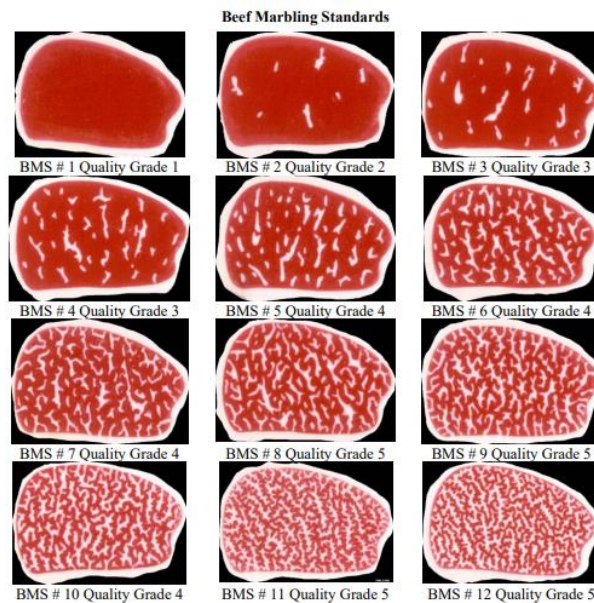


Figura 6. Calificación del marmoleado de acuerdo con JAPAN (Busboom y Reeves, 1997)

Maduración de la carne

Se denomina maduración al proceso progresivo de ablandamiento de la carne el cual ocurre a través de la acción continuada de los sistemas enzimáticos como lo

son las calpaínas y calpastatina que rompen las proteínas dentro del músculo, después de la resolución del *rigor mortis* (Vitale, 2016).

Maduración húmeda

Este proceso se realiza a través del almacenamiento de los cortes ya empacados, en cámaras frigoríficas por un determinado tiempo (USDA 2014). Para determinar el tiempo de maduración es necesario conocer la edad y sexo del animal. Por lo general, en este tipo de maduración se recomienda un tiempo máximo de 21 a 28 días en un cuarto frío, con una temperatura de 2 ± 2 °C (Shi, Zhang y Zhou, 2020; Ferreira *et al.*, 2018). Los rangos de temperatura para la maduración húmeda son no deben pasar de los 5 °C, al igual que la maduración seca. La humedad y la velocidad del aire no son requisitos necesarios para obtener una maduración húmeda adecuada (USMEF 2014). A través de este método se reduce la pérdida de peso por humedad, debido el empaque que presenta, obteniendo pérdidas de 3% (Jaramillo 2016; Ferreira *et al.*, 2018). Este proceso se utiliza principalmente para mejorar la ternura, con un efecto mínimo en el sabor. Debido a que el empaque al vacío genera un ambiente anaeróbico se reduce la contracción y la pérdida por recorte (García, 2020).

Cuadro 2. Parámetros para carne madurada húmeda. Fuente: García, 2020.

Parámetros	Rasgos	Fuentes
Temperatura	1-3°C	(Dikeman <i>et al.</i> 2013; Smith <i>et al.</i> , 2014; Ferreira <i>et al.</i> , 2018; Kim <i>et al.</i> , 2019; Shi <i>et al.</i> , 2020).
Tiempo	21-42 días	(Laster <i>et al.</i> , 2008; Li <i>et al.</i> , 2013; Ferreira <i>et al.</i> , 2018).
	7- 14 días	(Kim <i>et al.</i> , 2019; De Faria <i>et al.</i> , 2019; Shi <i>et al.</i> , 2020).

III. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Gualaca “Carlos M. Ortega”, Centro de Innovación Agropecuaria de Chiriquí del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Está ubicado a 90 msnm y temperatura anual media de 26°C. El suelo es Franco- arcilloso, latosólico, color roo de origen mixto basáltico y andesítico. Posee una buena estructura y drenaje, pH de 4.5; materia orgánica de 3,7%, bajo en fosforo de 0,26 y 0,08 cmol/kg y potasio de 0,12cmol/kg (Guerra et al., 2020).

Para las pruebas se utilizaron muestras del *Longissimus dorsi* localizado en la 12ª costilla de ambas medias canales de 10 animales machos, cebados en pastoreo y terminados en confinamiento, con una edad de 24 y 30 meses.

Proceso de maduración

Las 20 muestras fueron seleccionadas y maduras en húmedo por 14 y 21 días postmortem bajo refrigeración a 0°C.

Caracterización de parámetros de calidad para *Longissimus dorsi*

Se utilizó la metodología estandarizada descrita por Brooks *et al.*, 2000; Savell, 2001.

1. Dibujar el área del lomo. Medir grasa dorsal.

El área se estimó a través del método del USDA o más fácilmente con un planímetro de agrimensura. El área del lomo se expresa en cm²

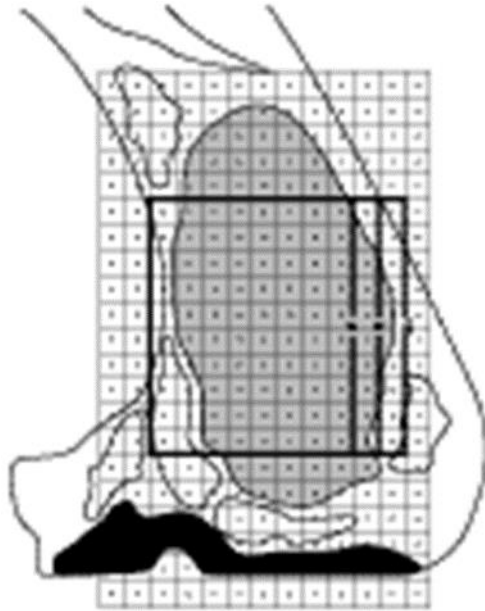


Figura 7. Medición del área del Longissimus dorsi con hoja transparente milimétrica. Fuente: USDA, 2011.

De acuerdo con el USDA (2011) el área del *Longissimus dorsi* se mide con la metodología de red del área del lomo de canales de ganado de carne (*Method for grid assessment of beef carcass ribeye area*). La fórmula empleada es:

$$\text{Área} = (\text{puntos internos} + \frac{(\text{puntos de borde})}{2}) - 1$$

Donde:

Los puntos internos son aquellos puntos dentro del perímetro del lomo (aquellos completamente rodeados por carne) y los puntos de borde son aquellos en el perímetro del lomo (aquellos tocando la carne). La escala del USDA es una red de puntos igualmente espaciada representando una escala de 0.1 pulgadas cuadradas. Esta escala se puede transformar en cm².

2. Separar y pesar proporción de músculo, hueso y grasa del Longissimus dorsi.
Características tomadas en el Longissimus dorsi.

Se tomó el corte del Longissimus dorsi de la 12^a costilla de ambas media canales para cuantificar el área del lomo y grasa dorsal, ambas medidas para determinar el Grado de Rendimiento.

Como el *Longissimus dorsi* es el corte donde se realizaron las evaluaciones de grado de rendimiento, éste fue pesado y separado en los componentes: músculos, hueso y grasa. Cada componente se pesó individualmente y se dividió entre el peso total del corte (PLd), para luego expresarlos en porcentajes (Guerra, 2009). Se estimaron de la siguiente manera:

$$\text{Proporción de músculo: } PPM = \frac{PM}{PLd} \times 100$$

$$\text{Proporción de hueso: } PPH = \frac{PH}{PLd} \times 100$$

$$\text{Proporción de grasa: } PPG = \frac{PG}{PLd} \times 100$$

3. Recortar el lomo a 1 pulgada de grosor. Se utilizó un escalímetro para medir la pulgada.
4. Tomar pH, color de la carne y grasa.
Para medir el color de la carne se utilizó la escala BCS – Beef Color Standards y para medir el color de la grasa se utilizó BCS – Beef Fat Standards.
5. Separar la grasa individualmente con identificación.
6. Cocción de la muestra.
 - Colocar la muestra en una parrilla caliente.
 - Se voltea la muestra luego de llegar a los 40°C.
 - A los 70°C se saca y se deja enfriar a temperatura ambiente.
 - Por cada muestra se sacarán 5 tarugos. Identificar.
 - Usar el Warner-Bratzler. Tomar información.
Para realizar la prueba estandarizada para medir la terneza de la carne se utilizó el Warner Bratzler mostrando un análisis en kilogramos/fuerza (kgf).
 - Guardar el resto.

Grupo racial

Para determinar diferencias entre grupos raciales, estos fueron agrupados de la siguiente manera:

Cuadro 3. Agrupación de Grupos raciales.

ID IDIAP	Grupo Racial	Agrupación
549/20	25%WG + 25%AN + 50%BR	25 WG
539/19	25%WG + 25%SM + 50%BR	
540/19	25%WG + 25%LM + 50%BR	
617/20	25%WG + 25%AN + 50%BR	
595/20	25%WG + 25%BM + 50%BR	
634/20	25%WG + BR75%	WG25BR75
543/19	50%WG + 25%BL + 25BR	WG50
667/20	50%WG + 50%BR	WGF1
624/20	50%WG + 50%BR	
644/20	50%WG + 50%BR	

Wagy (WG), Angus (AN), Brahman (BR), Simmental (SM), Limousin (LM), Blonde d'Aquitaine (BL), Beefmaster (BM)

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA). Con el siguiente modelo matemático:

Para las variables área del lomo, color de la carne, color de la grasa, marmoleado y pH se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \varphi_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = la k-ésima observación de la j-ésima muestra e i-ésimo grupo racial;

μ = media general;

δ_i = efecto del i-ésimo grupo racial;

φ_j = efecto de la j-ésima muestra;

ε_{ijk} = error aleatorio (NID, $\sigma^2=1$; $\mu=0$).

Para las variables peso final (IDIAP y MACHISA), grasa pelviana, largo de la canal, perímetro de la pierna, pH, peso canal, rendimiento de canal (IDIAP y MACHISA), color de la carne y color de la grasa se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = la j-ésima observación del i-ésimo grupo racial;

μ = media general;

δ_i = efecto del i-ésimo grupo racial;

ε_{ij} = error aleatorio (NID, $\sigma^2=1$; $\mu=0$).

Para la variable terneza o suavidad de la carne se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + \varphi_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = la k-ésima observación de la j-ésima muestra e i-ésimo grupo racial;

μ = media general;

δ_i = efecto del i-ésimo grupo racial;

φ_j = efecto de la j-ésima fecha de maduración;

ε_{ijk} = error aleatorio (NID, $\sigma^2=1$; $\mu=0$).

Para comparaciones de medias se utilizó el siguiente modelo matemático:

Para las variables peso muestral de la carne, peso total de la carne, peso total del hueso, el peso total de la grasa, el color de la carne, el pH y fechas.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

\bar{x}_1 = Valor medio del primer grupo

\bar{x}_2 = Valor medio del segundo grupo

n_1 = Tamaño del primer grupo

n_2 = Tamaño del segundo grupo

s_1 =Desviación típica del primer grupo

s_2 =Desviación típica del segundo grupo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso final IDIAP

El análisis de varianza para el peso final IDIAP se presenta en el Cuadro 4. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencias significativas ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR WGF1 (386.97 ± 27.20 kg) y el GR WG50 (487.30 ± 30 kg), la diferencia de 25.93% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.1147$). Está marcada diferencia no detectada como significativa pudo ser debida al poco número de observaciones o animales experimentales, pero de acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. Además, el modelo representó el 36.45% de la variación de los datos.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso final en el IDIAP.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	2542.60 ^{ns}
Error	6	2220.15
Coefficiente de Variación, %		11.0
Coefficiente de determinación, %		36.45

ns= no hubo diferencia significativa

Cuadro 5 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango de peso final IDIAP entre 386.97 kg en WGF1 a 487.30 en WG50 ($P < 0.1147$) A pesar de que esta diferencia no resultó significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de un 25.93%.

Cuadro 5. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para el peso final IDIAP por grupo racial.

Grupo Racial	Peso Final IDIAP \pm EE ¹
WGF1	386.97 ± 27.20^a
WG25BR75	417.30 ± 47.11^a
25WG	417.82 ± 21.07^a
WG50	487.30 ± 47.11^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Peso final Machisa

El análisis de varianza para el peso final Machisa se presenta en el Cuadro 6. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencias significativas ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR WGF1 (386.00 ± 27.39 kg) y el GR WG50 (480.00 ± 47.45 kg), la diferencia de 24.35% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.1370$). Está marcada diferencia no detectada como significativa pudo ser debida al poco número de observaciones o animales experimentales, pero de acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. Además, el modelo representó el 33.85% de la variación de los datos.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso final en MACHISA.

Fuente de Variación	de	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)		3	2305.06 ^{ns}
Error		6	2251.46
Coefficiente de Variación, %			11.0
Coefficiente de determinación, %			33.85

ns= no hubo diferencia significativa

Se llegó a tomar dos pesos diferentes en este caso observamos el peso de MACHISA llegando a encontrar un rango de WGF1 de 386.00 kg entre WG50 de 480.00 kg ($P < 0.1370$) (Cuadro 7). Y a pesar de que esta diferencia no resultó significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de un 24.35%. Debemos de tener en cuenta que habrá una pequeña diferencia de peso en los animales pesados en el IDIAP y MACHISA, ya que pesados en MACHISA estos ya han tenido una pérdida de merma y dicho peso resultaran diferentes.

Cuadro 7. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para el peso final MACHISA por grupo racial.

Grupo Racial	Peso Final Machisa \pm EE ¹
WGF1	386.00 \pm 27.39 ^a
WG25BR75	418.00 \pm 47.45 ^a
25WG	420.80 \pm 21.22 ^a
WG50	480.00 \pm 47.45 ^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Grasa Pélvica

Debido al poco números de observaciones se reporta como no significativa por el poco número de observaciones. El promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencias significativas ($P < 0.01$). El análisis de varianza de cuadrados medios para grasa pelviana se muestra en el cuadro 8. Al comparar los grupos raciales por medio de la prueba de t se encontró que entre GR WG50 (10.14 ± 2.00 kg) y el GR 25WG (12.65 ± 0.89 kg), su diferencia fue de 24.75% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.2966$). El modelo representó el 23.43% de la variación de los datos.

Cuadro 8. Cuadrados medios del análisis de varianza para grasa pelviana

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	2.47 ^{ns}
Error	6	4.03
Coeficiente de Variación, %		16.82
Coeficiente de determinación, %		23.43

ns= no hubo diferencia significativa

Se encontró un rango en grasa pelviana entre 10.14 kg en WG50 a 12.65 en 25WG ($P < 0.2966$), teniendo una diferencia de 24.75%. Dicha diferencia es de mayor y menor de medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) al realizar la comparación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para grasa pelviana por grupo racial.

Grupo Racial	Grasa pelviana \pm EE ¹
WGF1	11.24 ± 1.16^a
WG25BR75	12.32 ± 2.00^a
25WG	12.65 ± 0.89^a
WG50	10.14 ± 2.00^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Largo de la Canal

Al comparar los grupos raciales a través de la prueba t se encontró que el GR WGF1 (133.50 ± 2.94 cm) y el GR WG50 (141.20 ± 5.10 cm), el promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencia significativa ($P < 0.05$). Al comparar los grupos raciales dicha diferencia fue de 5.76% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.2393$); el modelo representó el 22.49% de la variación de los datos. De acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como no significativa por el poco número de observaciones. El análisis de varianza para largo de la canal se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de varianza para largo de la canal.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	15.12 ^{ns}
Error	6	26.05
Coefficiente de Variación, %		3.77
Coefficiente de determinación, %		22.49

ns= no hubo diferencia significativa

Para medias ajustadas por mínimos cuadrados se encontró un rango para largo de la canal entre 133.50 WGF1 a 141.20 en WG50 (Cuadro 11) dicha diferencia resulto no significativa resaltando dicha diferencia de 5.76% con una ($P < 0.2393$).

Cuadro 11. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para largo de la canal.

Grupo Racial	Largo Canal \pm EE ¹
WGF1	133.50 ± 2.94^a
WG25BR75	134.70 ± 5.10^a
25WG	134.84 ± 2.28^a
WG50	141.20 ± 5.10^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Perímetro de la pierna

La diferencia a través de la prueba de t el modelo representó el 16.54% de la variación de datos se presenta en el Cuadro 12. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostro diferencia significativa ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales 25 WG (100.20±2.90 cm) y el GR WG50 (107.00±6.49 cm), la diferencia de 6.78% ($P < 0.3758$).

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza para el perímetro de la pierna.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	16.70 ^{ns}
Error	6	42.13
Coefficiente de Variación, %		6.37
Coefficiente de determinación, %		16.54

ns= no hubo diferencia significativa

Al comparar las medias ajustadas (cuadrados medios) no resulto significativa ya que dicha diferencia fue de un 6.78%. Cuadro 13 encontrando un rango en el perímetro de la pierna de 100.20 cm en 25 WG a 107.00 cm en WG50 ($P < 0.3788$).

Cuadro 13. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para el perímetro de la pierna por grupo racial.

Grupo Racial	Perímetro de la pierna ± EE ¹
WGF1	102.00±3.47 ^a
WG25BR75	105.00±6.49 ^a
25WG	100.20±2.90 ^a
WG50	107.00±6.49 ^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

pH

El análisis de varianza para pH al comparar los grupos raciales a través de la prueba t la diferencia fue de 3.58% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.3031$) entre grupos raciales WGF1 (6.98 ± 0.17) y el GR 25WG (7.23 ± 0.13), el promedio no mostro diferencia significativa ($P < 0.01$). El modelo representó el 17.81% de la variación de los datos se presenta en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza para el pH.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	0.0415 ^{ns}
Error	6	0.0958
Coefficiente de Variación, %		4.34
Coefficiente de determinación, %		17.81

ns= no hubo diferencia significativa

A pesar de que esta diferencia resultó no significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 3.58%. Cuadro 15 al realizar la comparación entre medias ajustas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el pH entre 6.98 en WGF1 a 7.23 en 25WG ($P < 0.3031$).

Cuadro 15. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para el pH por grupo racial.

Grupo Racial	pH \pm EE ¹
WGF1	6.98 ± 0.1787^a
WG25BR75	7.09 ± 0.3096^a
25WG	7.23 ± 0.1384^a
WG50	7.11 ± 0.3096^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Peso Canal

El análisis de varianza para peso canal se presenta en el Cuadro 16. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencias significativas ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR WGF1 (203.00 ± 17.00 kg) y el GR WG50 (253.80 ± 29.45 kg), la diferencia de 25.02% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.1858$). Está marcada diferencia no detectada como significativa pudo ser debida al poco número de observaciones o animales experimentales, pero de acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. Además, el modelo representó el 27.16% de la variación de los datos.

Cuadro 16. Cuadrados medios del análisis de varianza para el peso en canal.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	647.05 ^{ns}
Error	6	867.39
Coefficiente de Variación, %		13.69
Coefficiente de determinación, %		27.16

ns= no hubo diferencia significativa

Cuadro 17 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el peso en canal entre 203.00 kg en WGF1 a 253.80 kg en WG50 ($P < 0.1858$). A pesar de que esta diferencia no resultó significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de un 25.02%.

Cuadro 17. Medias ajustadas por mínimos cuadrados para el peso en canal por grupo racial.

Grupo Racial	Peso canal \pm EE ¹
WGF1	203.00 ± 17.00^a
WG25BR75	216.20 ± 29.45^a
25WG	214.32 ± 13.17^a

WG50	253.80±29.45 ^a
------	---------------------------

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Rendimiento de la canal IDIAP

Debido a pocos números de observaciones se reporta como no significativo por el número bajo de observaciones. El promedio del grupo racial mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). El análisis de varianza de cuadrados medios para rendimiento de la canal IDIAP se muestra en el cuadro 18. Al comparar los grupos raciales por medio de la prueba t se encontró que entre GR 25WG (51.16 ± 0.69) y el GR WGF1 (52.40 ± 0.89), su diferencia fue de 2.42% tuvo una tendencia a la significancia de ($P < 0.3168$). El modelo representó el 17.58% de la variación de los datos.

Cuadro 18. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de la canal IDIAP.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	1.03 ^{ns}
Error	6	2.41
Coefficiente de Variación, %		3.00
Coefficiente de determinación, %		17.58

ns

Cuadro 19 Se encontró un rango en el rendimiento de la canal IDIAP entre 51.16 en 25WG a 52.40 en WGF1 ($P < 0.3168$), teniendo una diferencia de 2.42%.

Cuadro 19. Medias ajustadas por mínimos cuadrados rendimiento en canal IDIAP por grupo racial.

Grupo Racial	RENDIMIENTO EN CANAL IDIAP \pm EE ¹
WGF1	52.40 \pm 0.89 ^a
WG25BR75	51.80 \pm 1.55 ^a
25WG	51.16 \pm 0.69 ^a
WG50	52.10 \pm 1.55 ^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Rendimiento en Canal Machisa

Se reporta como no significativo por el bajo número de observaciones. El promedio del grupo racial (GR) mostró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). El análisis de varianza de cuadrados medios para rendimiento de la canal MACHISA se muestra en el cuadro 20. Al comparar los grupos raciales por medio de la prueba de t se encontró que entre el GR 25WG (50.80 ± 0.83) y el GR WG50 (52.90 ± 1.86) su diferencia su diferencia fue de 4.13% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.3448$). El modelo representó el 27.31% de la variación de los datos.

Cuadro 20. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento de la canal MACHISA.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	2.62 ^{ns}
Error	6	3.49
Coefficiente de Variación, %		3.62
Coefficiente de determinación, %		27.31

ns= no hubo diferencia significativa

Se encontró un rango en rendimiento de la canal MACHISA entre 50.80 en 25 WG a 52 en WG50 ($P < 0.3448$), teniendo una diferencia de 4.13%. Dicha diferencia es de mayor y menor de medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) al realizar la comparación. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Medias ajustadas por mínimos cuadrados rendimiento en canal MACHISA por grupo racial.

Grupo Racial	RENDIMIENTO EN CANAL MACHISA \pm EE ¹
WGF1	52.60 ± 1.07^a
WG25BR75	51.70 ± 1.87^a
25WG	50.80 ± 0.83^a
WG50	52.90 ± 1.87^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Área del Lomo

Al comparar los grupos raciales a través de la prueba t se encontró que el GR WGF1 (56.34 ± 3.11) y el GR WG50 (63.87 ± 5.39), el promedio del grupo racial (GR) no mostro diferencia significativa ($P < 0.01$). Al comparar los grupos raciales dicha diferencia fue de 13.36% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.2455$); el modelo represento el 24.61% de la variación de los datos. El análisis de varianza para área del lomo de presenta en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Cuadrados medios del análisis de varianza para área del lomo.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	71.20 ^{ns}
Error	15	58.16
Coefficiente de Variación, %		12.83
Coefficiente de determinación, %		24.61

ns= no hubo diferencia significativa

Para medias ajustadas por mínimos cuadrados se encontró un rango para área del lomo entre 56.34 en WGF1 a 63.87 en WG50 (Cuadro 23) dicha diferencia resultó significativa resaltando dicha diferencia de 13.36% con una ($P < 0.2455$).

Cuadro 23. Medias ajustadas por mínimos cuadrados área del lomo por grupo racial.

Grupo Racial	ÁREA DEL LOMO \pm EE ¹
WGF1	56.34 ± 3.11^a
WG25BR75	61.61 ± 5.39^a
25WG	59.93 ± 2.41^a
WG50	63.87 ± 5.39^a

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

CARACTERISTICAS DE LA CANAL

Color de la grasa

El análisis de varianza para color de la grasa al comparar los grupos raciales a través de la prueba t la diferencia fue de 28.75% ($P < 0.1026$) entre el GR WGF1 (4.66 ± 0.38) y el GR WG50 (6.00 ± 0.66), el promedio no mostro diferencia significativa ($P < 0.01$). El modelo representó el 16.05% de la variación de los datos y se presenta en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Cuadrados medios del análisis de varianza color de la grasa.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	0.90 ^{ns}
Error	16	0.88
Coeficiente de Variación, %		19.05
Coeficiente de determinación, %		16.05

ns= no hubo diferencia significativa

A pesar de que no hubo diferencia significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 28.75% Cuadro 25 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el color de la grasa entre GR 4.66 WGF1 a 6.00 en WG50 ($P < 0.1026$).

Cuadro 25. Medias ajustadas por mínimos cuadrados color de la grasa por grupo racial.

Grupo Racial	Color de la grasa \pm EE ¹
WGF1	4.66 ± 0.38^a
WG25BR75	5.00 ± 0.66^a
25WG	4.90 ± 0.29^a
WG50	6.00 ± 0.66^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Color de la carne

La diferencia a través de la prueba t el modelo representó el 56.61%, la variación de los datos se presenta en el Cuadro 26. El efecto promedio del grupo racial (GR) mostro altamente significativa ($P < 0.01$), sin embargo, al comparar los GR WG50 (1.00 ± 0.72) y el GR 25WGBR75 (5.00 ± 0.72), la diferencia de 4% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.0013$).

Cuadro 26. Cuadros medios del análisis de varianza color de la carne.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	7.35*
Error	16	1.05
Coefficiente de Variación, %		28.95
Coefficiente de determinación, %		56.61

* $P < 0.01$ Altamente significativa

Al comparar las medias ajustadas (cuadros medios) resultó significativa ya que dicha diferencia fue de un 4%. Cuadro 27 encontrando un rango en el color de la carne de 1.00 en WG50 a 5.00 en 25WGBR75 ($P < 0.3788$).

Cuadro 27. Medias ajustadas por mínimos cuadrados color de carne por grupo racial.

Grupo Racial	Color de la carne \pm EE ¹
WGF1	3.00 ± 0.41^{ab}
WG25BR75	5.00 ± 0.72^a
25WG	4.10 ± 0.32^a
WG50	1.00 ± 0.72^b

Letras o valores diferentes en una misma línea difieren estadísticamente $P < 0.05$

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Marmoleado

El promedio del grupo racial (GR) no mostró diferencia ($P < 0.01$) El análisis de varianza de cuadrados medios para marmoleado se muestra en el cuadro 28. Al comparar los grupos raciales por medio de la prueba de t se encontró que entre el GR WG50 (2.00 ± 0.73) y el GR 25WGBR75 (3.00 ± 0.73), su diferencia fue de 50% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.2966$). El modelo representó el 6.01% de la variación de los datos.

Cuadro 28. Cuadrados medios del análisis de varianza marmoleado.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	0.37 ^{ns}
Error	16	1.08
Coefficiente de Variación, %		39.38
Coefficiente de determinación, %		6.01

ns= no hubo diferencia significativa

Se encontró un rango en marmoleado entre 2.00 en WG50 a 3.00 en 25WGBR75 ($P < 0.3523$), teniendo una diferencia de 24.75. Dicha diferencia es de mayor y menor de medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) al momento de realizar una comparación (Cuadro 29).

Cuadro 29. Medias ajustadas por mínimos cuadrados marmoleado por grupo racial.

Grupo Racial	Marmoleado \pm EE ¹
WGF1	2.66 \pm 0.42 ^a
WG25BR75	3.00 \pm 0.73 ^a
25WG	2.70 \pm 0.33 ^a
WG50	2.66 \pm 0.42 ^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

pH

Al comparar los grupos raciales a través de la prueba t se encontró que el GR WGF1 (5.47 ± 0.03) y el GR 25WGBR75 (5.72 ± 0.05), el promedio del grupo racial (GR) mostro significativo ($P < 0.05$). Al comparar los grupos raciales dicha diferencia fue de 5.76% teniendo una tendencia a la significancia de ($P < 0.0008$); el modelo represento el 54.57% de la variación de los datos. De acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. El análisis de la varianza para pH se presenta en el Cuadro 30.

Cuadro 30. Cuadrados medios del análisis de varianza pH.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	3	0.035**
Error	16	0.005
Coeficiente de Variación, %		1.34
Coeficiente de determinación, %		54.57

** $P < 0.05$ Significativo

Para medias ajustadas por mínimos cuadrados se encontró un rango para pH de 5.47 en WGF1 a 5.72 en 25WGBR75 (Cuadro 31) dicha diferencia resulto altamente significativa dicha diferencia de 4.57% con una ($P < 0.0008$).

Cuadro 31. Medias ajustadas por mínimos cuadrados pH por grupo racial.

Grupo Racial	pH \pm EE ¹
WGF1	5.47 ± 0.03^b
WG25BR75	5.72 ± 0.05^a
25WG	5.48 ± 0.02^b
WG50	5.51 ± 0.05^{ab}

Letras o valores diferentes en una misma línea difieren estadísticamente $P < 0.05$

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

PROPORCIÓN

Peso muestral de la carne

El análisis de varianza para Peso muestral de la carne se presenta en el Cuadro 32. El efecto promedio del grupo racial (GR) significativo ($P < 0.05$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR WGF1 (553.14 ± 30.82 kg) y el GR WG50 (675.55 ± 53.39 kg), la diferencia de 22.13% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.0657$). Además, el modelo representó el 48.27% de la variación de los datos.

Cuadro 32. Cuadrados medios del análisis de varianza peso muestral de la carne.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	19958.60**
Error	15	57.02
Coeficiente de Variación, %		11.94
Coeficiente de determinación, %		48.27

** $P < 0.05$ significativo.

Cuadro 33 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el peso muestral de la carne entre 553.14 en WGF1 a 675.55 en WG50 ($P < 0.0657$). A pesar de que esta diferencia resultó significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 22.13%.

Cuadro 33. Medias ajustadas por mínimos cuadrados peso muestral de la carne por grupo racial.

Grupo Racial	Peso muestral de la carne \pm EE ¹
WGF1	553.14 ± 30.82^b
WG25BR75	640.01 ± 53.39^a
25WG	669.29 ± 23.87^a
WG50	675.55 ± 53.39^a

Letras o valores diferentes en una misma línea difieren estadísticamente $P < 0.05$

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Peso total carne

El análisis de varianza para peso total carne al comparar los grupos raciales a través de la prueba t la diferencia fue de 13.89% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.1759$) entre GR WG25BR75 (43.03 ± 3.00 kg) y el GR WG50 (49.07 ± 3.00 kg), el promedio mostro diferencia significativa ($P < 0.05$). El modelo representó el 36.73% de la variación de los datos se presenta en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Cuadrados medios del análisis de varianza peso total de la carne.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	39.13**
Error	15	18.06
Coefficiente de Variación, %		9.38
Coefficiente de determinación, %		36.73

** $P < 0.05$ significativo

A pesar de que esta diferencia resulto significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 13.89%. Cuadro 35 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el peso total de la carne de 43.03 en WG25BR75 a 49.07 en WG50 ($P < 0.1759$).

Cuadro 35. Medias ajustadas por mínimos cuadrados peso total de la carne por grupo racial.

Grupo Racial	Peso total de la carne \pm EE ¹
WGF1	44.26 ± 1.73^a
WG25BR75	43.03 ± 3.00^a
25WG	45.69 ± 1.34^a
WG50	49.07 ± 3.00^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Peso de la grasa

El análisis de varianza para peso de la grasa se presenta en el Cuadro 36. El efecto promedio del grupo racial (GR) altamente significativo ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR WGF1 (23.25 ± 1.71 kg) y el GR WG25BR75 (30.43 ± 2.97 kg), la diferencia de 30.88% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.0540$). Está marcada diferencia no detectada como significativa pudo ser debida al poco número de observaciones o animales experimentales, pero de acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. Además, el modelo representó el 67.86% de la variación de los datos.

Cuadro 36. Cuadrados medios del análisis de varianza peso de la grasa.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	140.22***
Error	15	17.70
Coefficiente de Variación, %		17.05
Coefficiente de determinación, %		67.86

*** $P < 0.01$ altamente significativo

Cuadro 37 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el peso de la grasa entre 23.25 en WGF1 a 30.43 en WG25BR75 ($P < 0.0540$). A pesar de que esta diferencia no resultó significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 30.88%.

Cuadro 37. Medias ajustadas por mínimos cuadrados peso de la grasa por grupo racial.

Grupo Racial	Peso de la grasa \pm EE ¹
WGF1	23.25 ± 1.71^a
WG25BR75	30.43 ± 2.97^a
25WG	24.35 ± 1.33^a

WG50	24.71±2.97 ^a
------	-------------------------

(a)Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Peso del hueso

La diferencia a través de la prueba de t el modelo represento el 39.17% de la variación de datos se presenta en el Cuadro 38. El efecto promedio del grupo racial (GR) mostro tendencia a la significancia ($P < 0.10$); sin embargo, al comparar GR WG50 (26.20 ± 3.37 kg) y el GR WGF1 (32.47 ± 1.94 kg), la diferencia de 23.93% tuvo una tendencia a la significancia de ($P < 0.1280$).

Cuadro 38. Cuadrados medios del análisis de varianza peso del hueso.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	54.89***
Error	15	22.72
Coefficiente de Variación, %		15.84
Coefficiente de determinación, %		39.17

*** $P < 0.10$ Tendencia a la significancia

Al comparar las medias ajustadas (cuadrados medios) resulto tendencia a la significancia ya que dicha diferencia fue de un 23.93%. Cuadro 39 encontrando un rango peso del hueso de 26.20 en WG50 a 32.47 en WGF1 ($P < 0.1280$).

Cuadro 39. Medias ajustadas por mínimos cuadrados peso del hueso por grupo racial.

Grupo Racial	Peso del hueso \pm EE ¹
WGF1	32.47 ± 1.94^a
WG25BR75	26.52 ± 3.37^a
25WG	30.03 ± 1.50^a
WG50	26.20 ± 3.37^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

Color de la carne

Al comparar a través de la prueba de t los grupos raciales la diferencia fue de 37.50% ($P < 0.1431$) al comparar estos grupos raciales se encontró que entre el grupo racial WG50 (4.00 ± 0.68) y el GR WG25BR75 (5.50 ± 0.68). Además, el modelo representó el 21.48% de la variación de datos. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostro significancia ($P < 0.01$). El análisis de varianza para color de la carne se presenta en el Cuadro 40.

Cuadro 40. Cuadrados medios del análisis de varianza color de la carne.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	0.96 ^{ns}
Error	15	0.94
Coefficiente de Variación, %		19.41
Coefficiente de determinación, %		21.48

ns= no hubo diferencia significativa

Cuadro 41 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en color de la carne entre 4.00 en WG50 a 5.50 en WG25BR75 ($P < 0.1280$). A pesar de que esta diferencia resultó altamente significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 23.93%.

Cuadro 41. Medias ajustadas por mínimos cuadrados color de la carne por grupo racial.

Grupo Racial	Color de la carne \pm EE ¹
WGF1	4.83 ± 0.39^a
WG25BR75	5.50 ± 0.68^a
25WG	5.20 ± 0.30^a
WG50	4.00 ± 0.68^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

pH

El análisis de varianza para pH se presenta en el Cuadro 42. El efecto promedio del grupo racial (GR) no mostró significancia ($P < 0.01$); sin embargo, al comparar los grupos raciales a través de la prueba de t se encontró que entre el GR 25WG (5.78 ± 0.03) y el GR WGF1 (5.88 ± 0.04), la diferencia de 1.73% tuvo una tendencia a la significancia ($P < 0.0919$). Está marcada diferencia no detectada como significativa pudo ser debida al poco número de observaciones o animales experimentales, pero de acuerdo con la literatura tal diferencia se reporta como significativa por el mayor número de observaciones. Además, el modelo representó el 29.90% de la variación de los datos.

Cuadro 42. Cuadrados medios del análisis de varianza pH.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	0.01 ^{ns}
Error	15	0.01
Coefficiente de Variación, %		1.80
Coefficiente de determinación, %		29.90

ns= no hubo diferencia significativa

Cuadro 43 al realizar la comparación entre medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango en el pH entre 5.78 en 25WG a 5.88 en WGF1 ($P < 0.0919$) (Grafica 20). A pesar de que esta diferencia resultó no significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 1.73%.

Cuadro 43. Medias Ajustadas por mínimos cuadrados pH por grupo racial.

Grupo Racial	pH \pm EE ¹
WGF1	5.88 ± 0.04^a
WG25BR75	5.86 ± 0.07^a
25WG	5.78 ± 0.03^a
WG50	5.85 ± 0.07^a

(a) Medias ajustadas con la misma letra no difieren entre sí al 5% de probabilidad.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).

En las medias ajustadas para proporciones podemos observar dos tipos de muestras el porqué de estas dos muestras se dividió en muestra 1 y 2 por el tiempo de maduración que obtendrían cada muestra en el cuadro 44 el peso muestral de la carne, peso total de la carne, peso total del hueso, obtuvo un alto índice en la muestra 1. Mientras que en la muestra 2 obtuvo un alto índice, el peso total de la grasa, el color de la carne y el pH.

Cuadro 44. Medias ajustadas y error estándar para proporciones.

Muestras	PMC	PP Carne	PP grasa	PP hueso	C Carne	pH
M1	669.64±27.14	47.85±1.52	20.78±1.51	31.35±1.71	4.68±0.34	5.80±0.03
M2	599.35±27.14	43.14±1.52	30.59±1.51	26.26±1.71	5.08±0.34	5.88±0.03

Warner Bratzler

El modelo representó el 19.16% de la variación de los datos. Al comparar los grupos raciales la diferencia fue de 33.09% logrando una tendencia a la significancia de ($P < 0.0344$) comparando través de la prueba de t se encontró que entre el GR WG25BR75 ($1.42 \text{ kgf} \pm 0.18$) y el GR WGF1 ($1.89 \text{ kgf} \pm 0.10$), mostrando diferencia altamente significativa ($P < 0,01$). El análisis de varianza para Warner Bratzler se presenta en el cuadro 45.

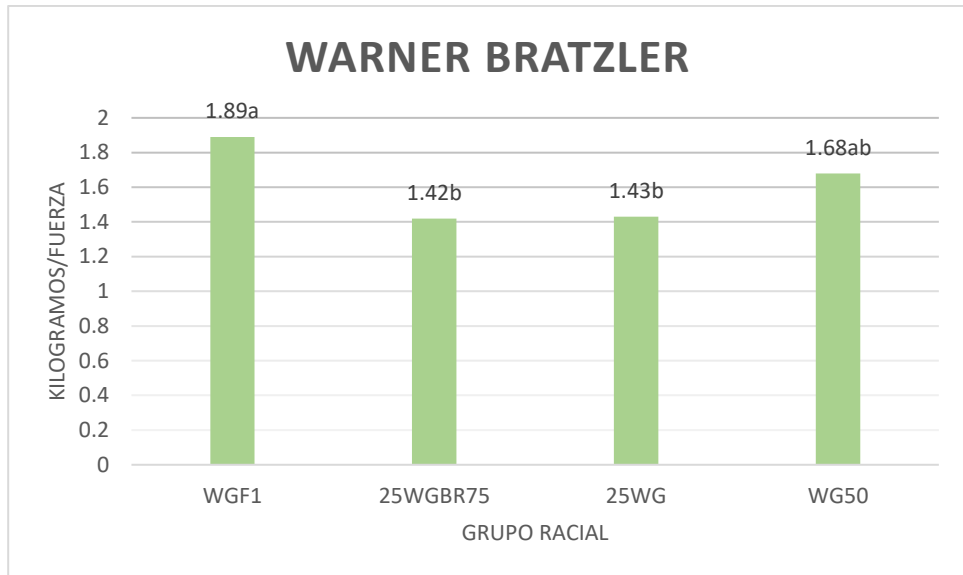
Cuadro 45. Cuadrados medios del análisis de varianza Warner Bratzler.

Fuente de Variación	g.l.	Cuadrado Medio
Grupo Racial (GR)	4	2.02*
Error	95	0.35
Coefficiente de Variación, %		37.52
Coefficiente de determinación, %		19.16

* $P < 0.01$ Altamente significativa

Al comparar las medias ajustadas por el modelo (cuadrados mínimos) se encontró un rango entre 1.42 kgf en WGBR75 a 1.89 en WGF1 (Grafica 1) recordemos que entre menor es el valor de kgf mayor ternesa. A pesar de que su diferencia resultó altamente significativa es notorio resaltar que dicha diferencia fue de 33.09%.

Resultados con menor diferencias han resultado de alta significancia como en el caso de Guerra et al., (2003).



Grafica 1. Warner Bratzler.
 Letras o valores diferentes en una misma línea difieren estadísticamente P <0.05

En la media ajustada para Warner Bratzler el menor índice fue de 1.41 kilogramos de fuerza (Cuadro 46) a los 21 días de maduración recordemos que este proceso logra naturalmente el ablandamiento de la carne, mientras menos índice de kilogramos de fuerza mayor es la terneza de la carne.

Cuadro 46. Medias ajustadas y error estándar para Warner Bratzler.

Fechas	Warner Bratzler
14	1.80±0.04
21	1.41±0.04

V. CONCLUSIONES

- De acuerdo con lo obtenido en este trabajo el análisis de varianza se obtuvo en la mayoría de las variables evaluadas un resultado no significativo.
- Los cálculos realizados para determinar el grado de calidad de la carne producida por los cruces han revelado que el 25WGBR75 y 25WG presentaron características sobresalientes en términos de marmoleado y calidad general.
- Es posible que la falta de significancia en algunas variables se deba por el número reducido de animales experimentales.
- En conjunto, estos resultados resaltan la importancia de considerar cuidadosamente el tamaño de la muestra y el diseño experimental al interpretar las diferencias de los parámetros evaluados entre diferentes grupos raciales en estudios de calidad cárnica en ganado bovino.
- La evaluación exhaustiva de los parámetros de calidad, como terneza, marmoleo, color de la carne y grasa, ha proporcionado una visión completa de la calidad final del producto
- Los resultados obtenidos permiten concluir que, si bien no todas las variables evaluadas mostraron diferencias claras entre los grupos, existen características clave en las que el cruce se desempeñó de manera superior, por lo que respalda su potencial en sistemas de producción bovina. Futuros estudios con un mayor número de animales permitirán confirmar estas tendencias y consolidar los efectos observados en esta investigación.
- Basado en la carencia de información a nivel de los cruces con Wagyu se hizo esta primera experiencia y los resultados, aunque no concluyentes son resultados preliminares que son la base para el desarrollo de futuras investigaciones que nos permitan ampliar más el nivel de conocimiento.

VI. Recomendaciones

- Considerar el tamaño de la muestra y el diseño experimental: Dada la falta de diferencias significativas en ciertos parámetros evaluados, es fundamental aumentar el tamaño de la muestra y optimizar el diseño experimental en futuros estudios. Esto ayudará a mejorar la capacidad de detectar diferencias reales entre los grupos raciales y a garantizar la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos.
- Explorar otras variables y factores de influencia: es importante considerar la posible influencia de otras variables, como la genética específica de los animales, el manejo nutricional, el ambiente de cría y el manejo del ganado. Explorar estos factores puede proporcionar una comprensión más completa de los determinantes de la calidad cárnica en los cruces Wagyu con Brahman.
- Continuar investigando la calidad cárnica en diferentes sistemas de alimentación: Dado que los resultados no mostraron diferencias significativas entre los sistemas evaluados, se sugiere continuar investigando la calidad cárnica en una variedad de sistemas de producción, incluyendo diferentes dietas y condiciones de manejo. Esto permitirá identificar las prácticas óptimas para maximizar la calidad de la carne en diferentes contextos.
- Implementar prácticas de manejo basadas en la información obtenida: Aunque los resultados no mostraron diferencias significativas en la calidad cárnica entre los grupos raciales, los productores ganaderos pueden utilizar la información proporcionada para optimizar las prácticas de manejo y selección genética de sus rebaños. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia de producción y la calidad de la carne, lo que resultará en productos cárnicos más competitivos en el mercado.
- Se recomienda seguir explorando y evaluando la calidad cárnica de los cruces Wagyu con Brahman en diferentes contextos y condiciones, aprovechando los hallazgos obtenidos para mejorar las prácticas de producción ganadera y satisfacer las demandas del mercado en constante

evolución. Es necesario captar los recursos para incluir un número mayor de muestras (animales) para obtener una mayor cantidad de datos que arrojen información concluyente de los parámetros como el grado de rendimiento de peso de la canal, grasa dorsal, grasa perineal y área del lomo; calcular el grado de calidad y marmoleado; como la evaluación de los parámetros de calidad. Estos datos e información ayudarán claramente a la caracterización de la calidad cárnica del cruce Wagyu con Brahman cebados en confinamiento y terminados en pastoreo.

- Este estudio proporciona una base para el desarrollo de futuras investigaciones necesarias para determinar y concluir este tema de investigación.

VII. REFERENCIAS

- Aberle E. D., J.C. Forrest, D.E. Gerrard y E.W. Mills. 2001. Principles of meat science. 4th ed., Kendall Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa. 354.
- Alvarado Solano, M. (2016). Efecto de la castración sobre el crecimiento del animal, la calidad de la canal in vivo y el rendimiento post mortem de las razas Brahman, Brangus (Negro) y el cruce Wagyu-Charbray, en un sistema estabulado en Guápiles, Pococí, Limón.
- Allen, J.J. 1970. The effect of sex, weight and stress on carcass composition, fattyacid variability and organoleptic evaluation of lamb, Tesis Doctoral, Universidad de Wyoming, EEUU.
- Apple, J.K., E.B. Kegley, C.B. Boger, J.W. Roberts, D. Galloway and L.K. Rakes. 2002. Effects of restraint and isolation stress on stress physiology and the incidence of dark-cutting longissimus muscle in Holstein steers. AAES Research Series 499: 73-77.
- Báez, C. 2019. Seguridad sanitaria de productos cárnicos que se expenden en el Mercado Amazonas Ibarra 2019 (tesis). Universidad técnica del norte. Ibarra, Ecuador.
- Bonilla, P. 2023. Análisis del color de la carne en dos modalidades de ceba bovina. (maestría). Universidad de Panamá. Chiriquí, Panamá.
- Brooks, J., Belew, J., Griffin, D., Gwartney, B., Hale, D., Henning, W., Johnson, D., Morgan, J., Parrish, F; Reagan, J., y Savell, J. (2000). *National beef tenderness survey-19998*. Journal of Animal Science 78, 1852-1860.
- BURSON, D.E. 1997. Quality and yield grades for beef carcasses. North Central Regional Publication #357. Extension Service of Illinois, Kansas, Nebraska, North Dakota and Wisconsin. University of Nebraska, Lincoln, NE. USA. 7p.
- Busboom, J. R., & Reeves, J. J. (1997). Japanese meat grading. Washington State University Pullman, WA, 99164(1997), 7.
- Coca, Y., Heredia, M., Yuera, D., y Laime, M. (2016). Características de la raza bovina Brahman y sus ventajas en producción. Universidad de Aquino Bolivia. Santa Cruz, Bolivia. 21, 2.
- Córdoba, G., y Robayo, J. (2017). Evaluación de rendimiento en canal de la raza wagyu y sus cruces genética bovina colombiana. 28, 24-28.
- Escalada, A. (2019). "Efecto del tiempo y temperatura de cocción de la carne sobre

los resultados de dureza de la prueba de Warner Bratzler (trabajo de grado).
Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Ferreira FM, Bernardo APS, Gomes CL, Pflanzler SB. 2018. Effect of Aging Temperature on the Physicochemical Quality of Dry- And Wet-Aged Beef. *Meat and Muscle Biology*. 2(2):121. doi:10.22175/rmc2018.108.

García, J. A. (2020). Maduración de carne vacuna: beneficios, prácticas y retos en la industria cárnica: Revisión de Literatura.

Guerra, P., Chacón, O., Lara, K.L., & Quiel, R.A. (2003). Evaluación de la Vitamina D3 sobre el comportamiento animal, caracterización de la canal y terneza de la carne del ganado Brahman y sus Cruces. *Gualaca, Panamá. Ciencia Agropecuaria*, (18), 1-34.

Guerra, P., Chacón, O., González, R., Bernal, J., y Ono, T. (2009). Alternativas Pre-Mortem y Post-Mortem para el Mejoramiento de Características Organolépticas de la Carne de Animales Brahman y sus Cruces. *IDIAP*, 39, 2-12.

Guerra, P., Ono, T., Chacón, O., Quiel, R., De Gracia, M., González, R., y Bernal, J. (2010). *Características Cárnicas y de la Canal de Animales Brahman, Criollos y Cruzados de Acuerdo al Sistema de Alimentación*. *IDIAP*, 12, 3-5.

Guerra, P., De Gracia, M., Bernal, J., Martínez, C., Villarreal, A., De Gracia, M., y Ibarra, O. (2020). *Condición calórica corporal de cruces Wagyu-Brahman en un clima del bosque húmedo tropical, Panamá*. *IDIAP*, 26, 5.

Guerrero, I., Arteaga, M. (1998). *Tecnologías de carne: elaboración y preservación de productos cárnicos*. Editorial Trillas. México. 94p.

Guerrero, L. 2000. Determinación sensorial de la calidad de la carne, En: *Metodología para el estudio de la canal y de la carne de rumiantes*, Monografías INIA: Ganadería nº1, Ed. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid, España, pp: 205-220.

Guerrero G, J.L. 2001. *Bioquímica y Tecnología de la carne*. Editado por Universidad de Almería, Servicio de publicaciones. Almería, España. 176p.

HANNA Instruments. pH y Temperatura para la calidad de la carne. HANNA Instruments.

HEDRICK, H., ABERLE, E., FORREST, J., JUDGE, M.; MERKEL, R. *Principles of meat science*. 3ª ed. Kendall/Hunt publishing Co.,. Iowa, 1994.

- Hocquette J-F, Ellies-Oury M-P, Lherm M, Pineau C, Deblitz C, Farmer L. 2018. Current situation and future prospects for beef production in Europe – A review. *Asian-Australas J Anim Sci.* 31(7):1017–1035. eng. doi:10.5713/ajas.18.0196.
- Horcada, A. y Polvillo, O. (2010). *La producción de carne en Andalucía*. Sevilla, España. Jirones de Azul, S.L. 465, 116.
- Huertas-Leidenz, N. 2000. Parámetros de qualidade de carne para o inicio de milenio. En: *Gestao Estrataegica na Pecuaria. Anais 4º. Congresso Brasileiro das racas Cebuínas.* 26-28 de Outubro. Uberaba.
- Jaramillo A. 2016. Efecto de dos métodos de maduración en las características físicas, microbiológicas y sensoriales del músculo Longissimus dorsi de res [Tesis de pregrado]. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana.
- Kauffman, R.G., Kolb, Q.E., Briedenstein, B.C. and Garrigan, D.S. 1969. Meat quality, Univ, Ill, Coop, Ext, Serv, Circ, 1007.
- Lawrie, R.A. 1998. *Ciencia de la Carne*. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p 210.
- Long, R. A. 2000. Extractado de La importancia de la composición corporal en la producción de carne. *Boletín del Centro de Consignatarios Directos de Hacienda*, 13(110):14-16.
- LÓPEZ, G.; CARBALLO, B. 1991. *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. Edit. Igarra, S. A. Madrid. 171 p.
- Miller MF, Carr MF, Ramsey CB, Crockett KL, Hoover L. 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J Anim Sci.* 79:3062.
- Monteiro, M., & Peluffo, M. (2002). *Terneza: una característica a tener en cuenta*. Uruguay, Instituto Plan Agropecuario.
- Morgan JB, Wheeler TL, Koohmaraire M, Savell JW, Crouse JD. 1993. Meat tenderness and calpainproteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. *J Anim Sci.* 71:1471.
- Motoyama, M., Sasaki, K., y Watanabe, A. (2016). *Wagyu and the factors contributing to its beef quality: A Japanese industry overview*. *Meat Science*, 120, 10-18.
- Northcutt, J.K., Foegeding, E.A., Edens, F.W. 1994. Water-Holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Sci.* 73: 308-

- Nowak D. 2011. Enzymes in Tenderization of Meat – The System of Calpains and Other Systems. Pol. J. Food Nutr. Sci. 61(4):231–237. doi:10.2478/v10222-011-0025-5.
- Oliván C, Sierra V, García P. 2013. Efecto del tiempo de maduración sobre la calidad organoléptica de la carne de vacuno. Tecnología Agroalimentaria. Boletín informativo de SERIDA N12. 45-52 p.
- Ontiveros, Y. V., González-Stagnaro, C., & GIRARZ, C. D. L. C. C. (2014). Buenas prácticas en Ganadería Doble Propósito.
- Pearson AM & Dutson TR. 1994. Advances in meat research series. In: Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Vol 11. 210 pp.
- Pinto, B. (2021). Wagyu en el mundo cárnico. (trabajo de fin de carrera). Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito, Colombia. 57, 10-11.
- RAMOS, A. 2005. Efecto del método de congelamiento sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo. Puerto Rico. 54 p.
- Salas-Elizondo, J. C., & Rodríguez-González, J. (2019). Comparación entre toretes y novillos de la raza Brahman sobre el crecimiento, rendimiento y la calidad de la carne en un sistema estabulado en el Pacífico Norte de Costa Rica. Revista Agrolnnoación en el Trópico Húmedo, 2(2), 27-40.
- Santini, F. J., Rearte, D., & Grigera, J. M. (2003). *Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción*. Unidad Integrada Balcarse.
- Savell, J.W. (2001). *Standardized Warner-Bratzler Shear force procedures for genetic evaluation*. 6p.
- Shi Y, Zhang W, Zhou G. 2020. Effects of Different Moisture-Permeable Packaging on the Quality of Aging Beef Compared with Wet Aging and Dry Aging. Foods. 9(5). eng. doi:10.3390/foods9050649.
- Smith RD, Nicholson KL, Nicholson JDW, Harris KB, Miller RK, Griffin DB, Savell JW. 2008. Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. Meat Science. 79(4):631–639. eng. doi:10.1016/j.meatsci.2007.10.028.
- Sotelo, A. 2008. Evaluación de cambios en las prácticas de manejo y su asociación

- con la presencia de carne DFD en bovinos (tesis). Universidad de Baja California. Mexicali, México.
- Teira, G. (2004). Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 15(28), 215-244.
- Terán, M. (2018). Cría y engorda de ganado wagyu F1 mexicano de raza "TAJIM" en la Región de Baja California (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, México.
- USDA (United State Department of Agriculture). (2011). *Method for grid assessment of beef carcass ribeye area*. Agricultural Marketing Service. Standards Analysis and Technology Branch. Washington, DC. USA. 4, 1-2.
- USDA (United State Department of Agriculture). 2014. Institutional meat purchase specifications: Fresh beef series 100. United States.
- USMEF (United State Meat Export Federation). 2014. Guidelines for U.S. Dry-Aged Beef for International Markets. United States.
- Varela G, Beltrán B. 2001. La carne de vacuno en la alimentación humana. Madrid: Fundación Española de la Nutrición. 35 p. (Serie Divulgación; n. 16). ISBN: 84-930544-3-7.
- Vásquez, R.E., T.E. Díaz, y J.I. Pulido. 2002. Producción de carne de alta calidad en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica-, Boletín técnico.
- Vásquez, R. E., Ballesteros, H. H., & Muñoz, C. A. (2007). Factores asociados con la calidad de la carne. I parte: la terneza de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(2), 60-65.
- Villalobos-Barquero, R. (2022). Efecto de la alimentación y el sexo sobre parámetros productivos, calidad de la canal y la carne en bovinos de engorde Wagyu-Brahman. Hacienda Sur, Parrita, Costa Rica.
- Vitale M. (2016). Maduración de la carne de vacuno: cómo se realiza y factores que la afectan. Interempresas.
- Weir CE. 1960. The science of meat and meat products. (Ed. Amer. Meat Inst. Fund.), Reinhold Publishing Co., New York. pp 212.
- Yin, S., Faustman, C., Tatiyaborworntam, N., Ramanathan, R., Maheswarappa,

N.B., Mancini, R. A., Joseph, P., Suman, S. P. & Sun, Q. (2011, 21 octubre). Species Specific Myoglobin Oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,59(22), 12198-12203.

Zamora Cerdas, L. G. (2016). Evaluación del rendimiento productivo de la canal y calidad de carne de animales Brahman, Brangus (negro) y el cruce Wagýú x Charbray; enteros y castrados, en un sistema estabulado.

VIII. ANEXOS



Foto 1. Embarcación.



Foto 2. Identificación de las muestras.



Foto 3. Pieza 3 de la muestra 1.



Foto 4. Toma de pH.



Foto 5. Toma de pH, color y grasa.



Foto 6. Dibujo del área del lomo.



Foto 7. Recorte de la pieza.



Foto 8. Pieza #8 de la muestra 1.



Foto 9. Cocción de la muestra y toma de temperatura.



Foto 10. Enfriamiento de la muestra a temperatura ambiente.



Foto 11. De cada muestra sacar 5 tarugos



Foto 12. Tarugos



Foto 13. Segunda fecha de maduración.
Separación de carne, grasa y hueso.



Foto 14. Dibujo del área.



Foto 15. Pieza 1 del tratamiento 2.



Foto 16. Toma de temperatura.



Foto 17. Enfriamiento de las muestras a temperatura ambiente.



Foto 18. Utilización del Warner Bratzler.