

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de parámetros de rendimiento en canal y terneza del  
músculo *Longissimus dorsi*, de vacas de descarte de la unidad de  
Ganado Lechero de Zamorano**

Estudiante

Osman Alejandro Orellana Fajardo

Asesores

Adela M. Acosta, D.Sc.

Mayra Márquez González, Ph.D.

Marielena Moncada, Ph.D.

Honduras agosto 2022

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

### **Agradecimientos**

Se le agradece a la Planta de Cárnicos de Zamorano por brindar la materia prima para el desarrollo de este proyecto.

## Contenido

Agradecimientos.....	3
Índice de Cuadros.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos .....	13
Ubicación del Estudio.....	13
Organización de las Vacas de Descarte.....	13
Cosecha .....	14
Medición del pH.....	15
Corte del Músculo.....	15
Medición de la Capacidad de Retención de Agua y/o Purga .....	15
Análisis Físicos.....	16
Fuerza de Corte.....	16
Análisis de Color.....	16
Porcentaje de Rendimiento Canal Caliente .....	16
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	17
Resultados y Discusión.....	18
Parámetros de Calidad en la Canal .....	18
pH y Purga .....	19
Porcentaje de Cortes Vendibles y Hueso de Descarte.....	21
Fuerza de corte .....	22
Color.....	24
Análisis de Correlación.....	25

Conclusiones ..... 27

Recomendaciones ..... 28

Referencias..... 29

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Clasificación de la madurez de la canal de acuerdo con el USDA. ....	13
Cuadro 2 Clasificación según edades cronológicas de las vacas utilizadas en este experimento. ....	14
Cuadro 3 Efecto de la edad cronológica sobre los parámetros de rendimiento de canal de las vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano. ....	19
Cuadro 4 Efecto de la edad cronológica sobre los parámetros de calidad del <i>Longissimus dorsi</i> de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano. ....	21
Cuadro 5 Efecto de la edad cronológica sobre el porcentaje de cortes vendibles y el hueso de descarte de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano. ....	22
Cuadro 6 Efecto de la edad cronológica sobre la fuerza de corte de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.....	24
Cuadro 7 Efecto de la edad cronológica sobre color del <i>Longissimus dorsi</i> de las vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.....	25
Cuadro 8 Análisis de correlación general.....	26

## Resumen

La ternera es una de las características sensoriales de mayor valor para el consumidor. Al utilizar vacas de descarte se obtienen cortes de muy baja calidad, debido a que son animales de mayor edad con una mayor acumulación de grasa corporal y una menor conversión de músculo a carne. Sin embargo, son una fuente importante de carne para la Planta de Cárnicos de Zamorano. El objetivo principal de este experimento fue evaluar los parámetros y porcentajes de rendimiento de la canal de las vacas de descarte. Se realizó una clasificación de acuerdo con la madurez establecida por el USDA: Categoría A y B aquellas con edades de 9 a 30 y 30 a 42 meses, respectivamente; Categoría C, un rango de edades de 42 a 72 meses; Categoría D de 72 a 96 meses y Categoría E mayor de 96 meses. Se evaluó el pH a una hora y 24 horas *post mortem*. La purga fue evaluada 24 horas y cuatro días después de almacenamiento. Se evaluó la ternera 24 horas *post mortem*. No se encontraron diferencias significativas entre las edades cronológicas para las variables evaluadas. Se encontró una purga de  $1.89 \pm 0.21\%$  en ambos tiempos de almacenamiento, de hueso de descarte  $27.92 \pm 1.33\%$ , y de cortes vendibles de  $23.85 \pm 2.90\%$ . Se encontró que el músculo *Longissimus dorsi* presentó una fuerza de corte de  $40.87 \pm 1.74$  Newtons. Se recomienda evaluar distintas intervenciones para suavizar el músculo *Longissimus dorsi* y destinar toda la canal como carne industrial.

*Palabras clave:* calidad, color, fuerza de corte, indicadores, pH, purga.

### Abstract

Tenderness is one of the most valuable sensory characteristics for the consumer. Using cull cow's results in very low-quality cuts, because they are older animals with a greater accumulation of body fat and a lower conversion of muscle to meat. However, they are an important source of meat for the Zamorano Meat Plant. The main objective of this experiment was to evaluate the carcass yield parameters and percentages of cull cows. A classification was made according to the maturity established by the USDA: Category A and B those aged 9 to 30 and 30 to 42 months, respectively; Category C, an age range from 42 to 72 months; Category D from 72 to 96 months and Category E older than 96 months. The pH was evaluated at one hour and 24 hours *postmortem*. Purge was evaluated 24 hours and four days after storage. Tenderness was evaluated 24 hours *postmortem*. No significant differences were found between chronological ages for the variables evaluated. Purge was found to be  $1.89 \pm 0.21\%$  at both storage times, discard bone  $27.92 \pm 1.33\%$ , and saleable cuts  $23.85 \pm 2.90\%$ . It was found that the *Longissimus dorsi* muscle presented a shear force of  $40.87 \pm 1.74$  Newtons. It is recommended to evaluate different interventions to soften the *Longissimus dorsi* muscle and to use the whole carcass as industrial meat.

*Key words:* color, drip loss, hardness, indicators, quality, pH.



## Introducción

El sector ganadero representa a nivel mundial en el sector agrícola el 40% del Producto Interno Bruto (PIB). Según el Banco Central de Honduras BCH (2021), para el último trimestre del año 2021 se vio un incremento del 6.2%. La ganadería es una actividad con un gran aporte a la economía hondureña y es uno de los principales rubros generadores de empleo (BCH 2021). Asimismo, es una de las labores comerciales del sector agrícola, que se convertirá en el rubro más importante en términos de valor agregado y uso de tierras a nivel mundial, debido a su acelerado crecimiento en tecnología y producción de leche y/o carne.

En un hato lechero la decisión de eliminar o descartar una vaca se basa en diversos factores, siendo estos diferentes para cada productor. Dentro de los principales factores están: la raza, número de partos, estado de preñez, estado de lactancia, edad fisiológica, estado sanitario, entre otras. La vida productiva del ganado lechero es definida desde el momento del primer parto hasta cuando la vaca es descartada del rebaño, debido a que económicamente no hay utilidades, por el alto consumo de alimentos y la baja producción en leche (Vries 2020).

Hay dos tipos de eliminación de vacas en un hato lechero, una de ellas es la voluntaria, la cual, se realiza cuando el animal baja la producción, hay un mal manejo de hatos, o precios de la leche, entre otras razones. Por otro lado, la eliminación involuntaria se refiere a la aparición de enfermedades, baja fertilidad, lesiones o la muerte de las vacas (Fouz et al. 2014). En términos de la eliminación voluntaria, las vacas lecheras tienen una vida promedio de 3.5 años (Pinedo et al. 2014) y hasta los cuatro años, dependiendo del manejo que se le brinde en la finca ganadera (Kerslake et al. 2018). En el caso de Honduras, la vida productiva de una vaca lechera es de nueve años en adelante, esto se da por la falta de conocimiento y el mantenimiento de prácticas antiguas (Derlagen et al. 2019). Debido a estas razones, Honduras tiene tanto índices productivos como reproductivos bajos, lo cual provoca que no sea un negocio rentable para los productores (CATIE 2016).

La terneza de los músculos de las canales bovinas juega un papel muy importante para la aceptación del consumidor (Barragan-Hernandez et al. 2021). Cada músculo tiene su propia característica en cuanto a la terneza (Restrepo et al. 2021). La terneza de los músculos depende de una serie de factores como los factores fisiológicos (el sexo, la raza, la edad y estado de salud en que se encuentren), como también de los factores de manejo productivo: la alimentación, el transporte de los animales hacia los lugares de faena, el estrés durante las horas *pre mortem*, entre otros. Asimismo, la terneza dependerá del grado de alteración que puede llegar a ocurrir en la estructura muscular. La carne es uno de los alimentos considerado una fuente importante de proteína, aportando los nueve aminoácidos esenciales, además, contribuye significativamente con vitaminas y otros compuestos nutricionales (Wood 2017). La calidad de la carne de bovinos va a depender de características tanto cualitativas como cuantitativas (Toldrá y Lawrie 2017).

Al caracterizar el músculo *Longissimus dorsi* en base a la fuerza de corte va a permitir decidir si se le da un valor agregado o se tiene que categorizar como carne industrial para la elaboración de los productos procesados de la planta (Alzate-Amarillos 2021).

Actualmente, los consumidores prefieren cortes de carne que presenten los más altos estándares de calidad, consecuentemente, la industria cárnica debe avanzar en pro de las preferencias del consumidor para aumentar las ventas y la producción de estas. Una de las mayores preocupaciones hoy en día para la industria cárnica es la homogeneidad en sus productos. Los músculos del tren posterior son considerados cortes que tienen una mayor terneza en comparación con los del tren delantero. Los músculos de alto valor son los de la pierna y lomo, a nivel de área torácica, lumbar y sacra (Lebedová et al. 2021). El USDA tiene una clasificación de la carne dependiendo del grado de madurez fisiológica y la grasa intramuscular: En la clasificación Prime se ubican las carnes con la mayor cantidad de grasa intramuscular y animales jóvenes (< 30 meses) y menos jóvenes (hasta 42 meses).

En el nivel Choice se encuentran los cortes con poco, modesto y moderado marmoleo y estos provienen de animales jóvenes (< 30 meses) y menos jóvenes (hasta 42 meses) y presentan una menor jugosidad. En el nivel Select se encuentran los tipos de carne más magro y un menor sabor en comparación con las demás clasificaciones y solo es para animales más jóvenes (< 30 meses) (Montero et al. 2014). La calidad Standard es para animales casi desprovistos de marmoleo y de edades jóvenes y menos jóvenes (< 42), los cuales son vendidos sin una clasificación previa. Los animales categorizados comerciales, de utilidad, cortes y enlatados (commercial, utility, cutter y canner) en cortes vacunos son provenientes principalmente de animales con una edad superior a los 72 meses. Estas calidades de la carne vacuna no son comúnmente vendidas al por menor y son utilizadas por la industria como carne picada para la elaboración de productos procesados, debido a sus características (USDA 2019).

Para este estudio se determinó utilizar el músculo de soporte *Longissimus dorsi* porque es un corte de alto valor comercial como también es un buen indicador de las características de toda la canal (Buffa-Hogben y Pereira - Panisa 2004; Campos-Parra et al. 2016).

El pH es un atributo que contribuye a la calidad de la carne, debido a que afecta los procesos bioquímicos presentes en la transformación de músculo a carne, influyendo de manera directa en la estabilidad las propiedades de las proteínas, su Capacidad de Retención de Agua (CRA), como también en las características fisicoquímicas de la carne. La CRA está definida como la habilidad de retener contenido acuoso luego de aplicar una fuerza como el corte o compresión del producto. La CRA es influenciada por la edad del animal de igual manera por el pH final de la carne (Leal y Jiménez 2015). Al tener una mayor edad hay una menor capacidad de retención de agua y hay un mayor acercamiento al punto isoeléctrico de la carne esto hace que la CRA se disminuya considerablemente (Colmenarez et al. 2014).

Luego que el animal es cosechado y el flujo sanguíneo es cortado se comienza a producir ATP generado por la glucólisis aeróbica pero posteriormente, anaeróbico a partir de la glucosa almacenada en el musculo en forma de glucógeno. Esta última produce ácido láctico que se queda en el músculo

esquelético. El descenso del pH posterior al sacrificio tiene un efecto sobre las propiedades sensoriales de la carne, afectando el color, la textura y el grado de exudación de la carne (Sierra-Sanchez 2010).

El color es una de las propiedades sensoriales dependientes de la edad del animal. A mayor edad del animal hay una mayor deposición de mioglobina y consecuentemente la carne se tornará un color rojo oscuro al contrario de animales más jóvenes los cuales presentaran tonalidades más brillantes. Para los consumidores es importante que el color de la carne mantenga un color rojo cerezo ya que este atributo está relacionado con la calidad y frescura del producto (Salinas Labra et al. 2020).

Las vacas de descarte provenientes de ganaderías lecheras tienen un peso vivo aproximado de 600 kg cuando llegan a su madurez fisiológica (Poncheki et al. 2015). Las vacas jóvenes tienen una mejor ganancia de peso vivo en comparación con una vaca adulta (Morao y Adrién Rügger 2011). El porcentaje de rendimiento, es el peso de sus componentes principales hueso, grasa y músculo (Montero et al. 2014). Por otro lado, el peso canal frío es el peso del animal después de 24 horas de almacenamiento a 4 °C, siendo por lo general de dos a cuatro por ciento de pérdidas en comparación con el peso canal caliente (Arrieta-Arraga et al. 2008; Costa et al. 2012).

La edad cronológica en vacas es la que se mide en años comenzando con el día de nacida. Por otro lado, la edad fisiológica se refiere al desarrollo del animal para poder determinarla, se revisan las costillas de la canal, las puntas cartilaginosas en vértebras y los carpos y metatarsos. (Blanco-Ochoa 2009).

Para el presente estudio, se evaluó parámetros de calidad de la canal e indicadores de calidad de la carne de vacas de descarte de la unidad de ganado lechero. Los objetivos de esta investigación fueron: Determinar los indicadores productivos en la canal y calidad de carne de vacas de descarte y analizar su relación con la edad cronológica. Por otro lado, evaluar los porcentajes de rendimiento en canal caliente, el porcentaje de cortes vendibles y el hueso de descarte de las vacas en relación con su edad cronológica. Y evaluar el efecto de la edad cronológica sobre la terniza del *Longissimus dorsi*.

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

El estudio fue realizado en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Las vacas de descarte fueron obtenidas de la unidad de ganado lechero. Por otro lado, la cosecha y la evaluación de parámetros productivos en la canal y los indicadores de calidad de la carne fueron evaluados en la Planta de Cárnicos. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano.

### Organización de las Vacas de Descarte

Se utilizaron 27 vacas de descarte procedentes del hato de ganado lechero de Zamorano. Se evaluó el efecto de la edad cronológica sobre los indicadores de calidad de la carne como ser: pH, color, fuerza de corte y la capacidad de retención de agua. Las vacas fueron separadas, siguiendo las agrupaciones de madurez del USDA (Cuadro 1).

### Cuadro 1

*Clasificación de la madurez de la canal de acuerdo con el USDA.*

Madurez de la carne	Edad cronológica aproximada
A	9 – 30 meses
B	30 – 42 meses
C	42 – 72 meses
D	72 – 96 meses
E	> 96 meses

*Nota.* Tomado de Hale-S., Dan et al. (2013)

En el Cuadro 2 se observa cómo se agruparon las vacas utilizadas en este experimento de acuerdo con la clasificación de la Madurez de la canal del USDA.

**Cuadro 2**

*Clasificación según edades cronológicas de las vacas utilizadas en este experimento.*

Madurez de la carne	Número de vacas
A y B	2
C	8
D	11
E	3
Total, vacas de descarte	27

**Cosecha**

Las vacas fueron cosechadas siguiendo las buenas prácticas de cosecha y velando por el bienestar animal. Las vacas fueron llevados a la Planta de Cárnicos un día antes para cumplir con el periodo de ayuno. Al día siguiente las vacas fueron cosechadas comenzando con un aturdimiento por medio de un golpe certero con un pistón cautivo. Las vacas luego de ser aturdidadas se colgaron de la pata trasera, elevadas mecánicamente. Una vez colgadas se desangraron cortando la arteria carótida y la vena yugular; una vez desangradas se anotó la hora de su muerte. Se procedió a amarrar el recto y la faringe de las canales para evitar una contaminación cruzada cuando estas fueran evisceradas.

A cada vaca que entraba a cosecha se le anotaba el número de arete y el número de planta para conocer la rastreabilidad de todas las partes de la canal. Luego de ser desangradas, fueron desolladas y se removió todo aquello que no formaba parte de la canal como ser: La cabeza, metacarpos y metatarsos. Siguiendo el proceso de cosecha, todas las vacas fueron evisceradas, por lo cual se aserró el esternón y se abrió la cavidad torácica y abdominal. Al finalizar el proceso las canales fueron duchadas con agua a presión y rociadas utilizando ácido acético al 2.5% para su posterior

pesaje y almacenado en cuartos fríos a una temperatura de 4 °C, siguiendo lo establecido por el plan HACCP<sup>1</sup> de la Planta de Cárnicos de Zamorano.

### **Medición del pH**

El pH de los animales fue tomado mediante el uso de un potenciómetro de la marca APERA. El potenciómetro fue calibrado antes de comenzar la cosecha. Se siguió el protocolo de calibración proporcionado por la empresa fabricante. Después de una hora de *post mortem*, se realizó la primera medición de pH en el músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la 12ava costilla de la canal, se hizo una incisión horizontal de 5 cm encontrándose el músculo lumbar. Se insertó el electrodo a 2 cm de profundidad del corte. La medición del pH se realizó por duplicado. Entre cada medición de pH se limpió el electrodo del potenciómetro utilizando agua destilada y una toalla para limpiar los excesos. La segunda medición de pH se realizó 24 horas *post mortem*.

### **Corte del Músculo**

Los cortes del músculo *Longissimus dorsi* fueron tomados al azar en la canal, entre las medias canales. Se utilizó un pie de rey para medir la anchura y la longitud del corte. Se hizo un corte rectangular de 10 cm de ancho y 12 cm de largo. Luego fue retirado de la canal utilizando un gancho y colocado en bandejas de plástico con su respectiva enumeración.

### **Medición de la Capacidad de Retención de Agua y/o Purga**

La capacidad de retención de agua y/o purga se midió utilizando bandejas de poliestireno expandido y una capa de plástico. Se cortaron pedazos rectangulares del *Longissimus dorsi* con un peso promedio de 100 a 110 gramos. La capacidad de retención de agua y/o purga se analizó en dos tiempos, 24 horas y cuatro días después de almacenamiento a una temperatura de 4 °C. Luego de transcurrir los tiempos de almacenamiento, los trozos de *Longissimus dorsi* eran nuevamente pesados

---

<sup>1</sup> Hazard Analysis and Critical Control Points por sus siglas en inglés.

utilizando una balanza de la marca RANGER™. La balanza fue calibrada antes de tomar los pesos de cada muestra. Para calcular la capacidad de retención de agua y/o purga se utilizó la Ecuación 1, tomando en cuenta el peso inicial y el peso final de los trozos de *Longissimus dorsi*.

$$\% \text{ Purga} = \frac{\text{Peso inicial (g)} - \text{Peso final (g)}}{\text{Peso inicial (g)}} \times 100 \quad [1]$$

## **Análisis Físicos**

### **Fuerza de Corte**

La medición de fuerza corte se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano. Se utilizó el texturómetro de Brookfield con el implemento TA-SBA-WB-1 a una velocidad de 1.0 m·ns<sup>-1</sup> con una fuerza de 30 N. Se utilizaron trozos de *Longissimus dorsi* de 1 × 1 × 3.5 cm. El texturómetro fue debidamente calibrado luego se procedió a realizar el análisis colocando la muestra en el centro de la base. Se realizaron tres trozos por muestra evaluada.

### **Análisis de Color**

Se utilizó el colorímetro Color Flex Hunter Lab; mediante el método AN 1018.00. La escala utilizada fue L\* a\* b\*. "L" indica la claridad (luminosidad), donde 100 es blanco y 0 es negro. "a" es un indicador de cromaticidad y representa la tonalidad de verde a rojo, donde el mayor valor (+60) representa la tonalidad del rojo y el menor (-60) el color verde. "b" indica que al obtener valores mayores (+60) el color es de tonalidad amarillo y color azul con valores negativos (-60). Se realizó una corrección de datos para los valores obtenidos en las escalas a y b, ajustando los resultados en una escala de 0 a 120. El color fue medido 24 horas *post mortem*.

### **Porcentaje de Rendimiento Canal Caliente**

El porcentaje de Rendimiento Canal Caliente (RCC) se determinó utilizando la Ecuación 2 que relaciona el peso vivo y el peso canal caliente.

$$\% \text{ de Rendimeinto} = \text{Peso vivo (Kg)} - \frac{\text{Peso Canal Caliente (Kg)}}{\text{Peso Vivo (Kg)}} \times 100 \quad [1]$$



### **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y se utilizó una separación de medias Duncan con un nivel de significancia de 95%, con una probabilidad de ( $P \leq 0.05$ ) mediante el programa "Statistical Analysis Software" SAS® versión 9.4. Se evaluó el efecto de la edad cronológica sobre los parámetros de canal como ser: Peso vivo, peso canal caliente, peso canal frío y porcentaje de rendimiento. De igual manera, se evaluaron los indicadores de calidad de la carne como ser: pH, fuerza de corte, color y capacidad de retención de agua y/o purga.

## Resultados y Discusión

### Parámetros de Calidad en la Canal

El porcentaje de Rendimiento Canal Caliente (%RCC) en términos económicos es de gran importancia debido a que este es el medio por el cual el productor es remunerado (Huerta Leidenz et al. 2013). Como se puede observar en el Cuadro 3, no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) para los parámetros de Peso Vivo (PV), Peso Canal Caliente (PCC), Peso Canal Fría (PCF) ni en el porcentaje de Rendimiento Canal Caliente (%RCC).

Los datos obtenidos concuerdan con Mendoza-Martínez y Ricalde - Velasco (2016), quienes mencionan que las vacas al llegar a su madurez fisiológica, alcanzan pesos mayores a los 500 kg. Los datos obtenidos para PCC en este estudio fueron similares a los encontrados por Williamson et al. (2022), donde explican que el porcentaje de rendimiento en vacas de descarte procedentes de la ganadería lechera ronda entre el 45 y 48%. Los bajos porcentajes en PCC Y PCF se atribuye a que en vacas adultas hay una mayor deposición de grasa subcutánea y una menor deposición de músculo (Fernandez Mayer 1994). Asimismo, la deposición de grasa mesentérica en vacas de descarte es mayor debido a que esta aumenta a medida que aumenta la madurez en los animales (Lindholm-Perry et al. 2020). Se obtuvo una merma entre el peso canal caliente y peso canal frío de 1.92% en promedio, los datos obtenidos se encuentran dentro del rango óptimo el cual es 3% para canales bovinas (Torrescano-Urrutia et al. 2010). El valor de la merma nos indica que el proceso de refrigeración de la canal fue realizado correctamente y hubo un control sobre la temperatura de los cuartos fríos.

Los porcentajes de rendimiento obtenidos difieren de lo mencionado por Teye y Sunkwa (2010), donde obtuvieron valores de 50% en cuanto al rendimiento de canal caliente en vacas de descarte. Debido a que para este estudio se utilizaron vacas con mayor edad, los porcentajes de rendimiento fueron bajos, ya que entre mayor una vaca, mayor deposición de grasa en la canal vamos a encontrar (Lammoglia Villagómez et al. 2013).

### Cuadro 3

*Efecto de la edad cronológica sobre los parámetros de rendimiento de canal de las vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.*

Edad cronológica (n)	PV (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	% RCC
	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>
Categoría A y B (5)	493.06 $\pm$ 59.59	224.90 $\pm$ 35.86	220.50 $\pm$ 36.55	45.43 $\pm$ 2.09
Categoría C (8)	574.35 $\pm$ 73.82	263.04 $\pm$ 47.84	259.05 $\pm$ 47.70	45.50 $\pm$ 3.19
Categoría D (11)	624.14 $\pm$ 131.04	285.01 $\pm$ 61.87	280.17 $\pm$ 62.01	45.65 $\pm$ 2.40
Categoría E (3)	613.37 $\pm$ 97.85	254.84 $\pm$ 57.63	249.46 $\pm$ 56.23	46.68 $\pm$ 0.83
Probabilidad	0.34	0.58	0.59	0.84
R <sup>2</sup>	0.52	0.44	0.45	0.46
C.V.(%)	17.61	21.92	22.16	5.16

Nota. PV: Peso animal vivo; PCC: Peso Canal Caliente; PCF: Peso Canal Frio; %RC: Rendimiento Canal Caliente; NS: No significativo ( $P > 0.05$ );

CV (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar; R<sup>2</sup>: Ajuste del modelo lineal; <sup>(n)</sup> Número de vacas en cada categoría; Categoría A y B: Vacas de 9 a 42 meses; Categoría C: Vacas de 42 a 72 meses; Categoría D: Vacas de 72 a 96 meses; Categoría E: Vacas mayores a 96 meses.

### pH y Purga

Es importante obtener un grado de acidez adecuado en *Longissimus dorsi* para inhibir el crecimiento microbiológico y proporcionar una buena calidad de la carne (Shen et al. 2012). Sin embargo, un pH muy bajo provocará una carne pálida suave y exudativa siendo un defecto asociado con una tasa rápida de glicolisis, siendo el pH ideal en bovinos de 5.6 a 6.2 (Jankowiak et al. 2021). No hubo diferencias en el pH tomado a la primera hora *postmortem*. ( $P > 0.05$ ) y la capacidad de retención de agua y/o purga (Cuadro 4). Se obtuvieron rangos pH entre 6.63 y 6.95. Los datos obtenidos no concuerdan por lo encontrado por Rondinel et al. (2019), donde encontraron un pH de 6.51 una hora después de cosechado el animales, siendo este valor el óptimo en canales bovinas.

Los valores obtenidos en cuanto a la primera hora *postmortem* nos indican que las vacas cosechadas tuvieron una disminución del glucógeno disponible en el músculo antes de la cosecha concordando con lo mencionado por Zugbi et al. (2016), indicando que valores de pH entre 6.70 y 6.90 se consideran anormales y estos valores se le atribuyen al consumo de glucógeno provocado por agitación, frío o ejercicio (Díaz et al. 2009). La principal causa en anomalías del pH en las primeras 24 horas *postmortem* es el transporte *premortem* hacia los lugares de cosecha (Chulayo et al. 2016). Sin

embargo, en la Planta de Cárnicos, las vacas siempre son recibidas un día previo a la cosecha, por lo cual no debería haber pérdidas de glucógeno por excitación durante el transporte. En cuanto al pH 24 horas *postmortem* se encontró un rango entre 5.59 y 5.67. Los valores de pH observados después de las 24 horas *postmortem* difieren de lo encontrado por Rondinel et al. (2019), donde mencionan valores de 6.20 en comparación con lo obtenido en este estudio. Según Węglarz (2010), nos explica que el pH óptimo después de las 24 horas *postmortem* para asegurar la calidad de la carne debe ser entre 5.60 y 6.20.

Los valores obtenidos para el pH 24 horas *postmortem* se dan por un consumo de glucosa antes de la cosecha. Alcanzar pH 24 horas *postmortem* mayores a 5.70 en el *Longissimus dorsi* genera un riesgo en la calidad microbiológica cuando no se encuentre en las condiciones óptimas de almacenamiento (Mariño Arquíñigo 2003). Por lo tanto, para este estudio el pH alcanzado nos asegura la calidad microbiológica de la carne. La caída del pH *post mortem* es un factor que se debe tener en cuenta, dado que un rápido descenso del pH provocará una desnaturalización de las proteínas incrementando la tendencia de la actomiosina a contraerse y afectando la capacidad de retener agua.

La capacidad de retención de agua y/o purga se ve afectada por el tiempo de almacenamiento como se puede observar en los datos obtenidos en este experimento se obtuvieron valores más altos en términos de porcentajes después de los cuatro días de almacenamiento. Entre más grande se realice el corte se va tener un mayor exposición de la carne, por otro lado, a menor área superficial menor va a ser la exudación del músculo (Leal-Gutierrez et al. 2014). La capacidad de retención de agua se encuentra dentro de los niveles óptimos debido a que valores menores al 3% se considera una purga normal en canales bovinas (Torrescano-Urrutia et al. 2010).

#### Cuadro 4

*Efecto de la edad cronológica sobre los parámetros de calidad del Longissimus dorsi de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.*

Edad cronológica (n)	pH1	pH 24	Purga 24 (%)	Purga 4 días (%)
	Media ± D.E. <sup>NS</sup>	Media ± D.E. <sup>NS</sup>	Media ± D.E. <sup>NS</sup>	Media ± D.E. <sup>NS</sup>
Categoría A y B (5)	6.95 ± 0.20	5.67 ± 0.13	1.35 ± 0.50	2.30 ± 1.25
Categoría C (8)	6.63 ± 0.20	5.62 ± 0.22	2.38 ± 1.20	2.34 ± 0.74
Categoría D (11)	6.84 ± 0.23	5.64 ± 0.17	1.20 ± 1.00	2.05 ± 1.06
Categoría E (3)	6.80 ± 0.25	5.59 ± 0.13	1.62 ± 1.00	1.88 ± 0.67
Probabilidad	0.15	0.90	0.11	0.61
R <sup>2</sup>	0.47	0.32	0.61	0.64
C.V.(%)	3.55	3.38	54.91	36.67

Nota. pH1: pH una hora después de cosecha. pH24: pH 24 horas después de cosecha. Purga 24: Purga después de 24 horas después de almacenamiento. Purga 4 días: Purga después de 4 días de almacenamiento. NS: No significativo ( $P > 0.05$ ). CV (%): Coeficiente de variación.

R<sup>2</sup>: Ajuste del modelo lineal. <sup>(n)</sup> Número de vacas en cada categoría; Categoría A y B: Vacas de 9 a 42 meses; Categoría C: Vacas de 42 a 72 meses; Categoría D: Vacas de 72 a 96 meses; Categoría E: Vacas mayores a 96 meses.

#### Porcentaje de Cortes Vendibles y Hueso de Descarte

En cuanto al porcentaje de cortes vendibles y hueso de descarte, se tomó en cuenta los principales cortes comerciales y se descartaron los huesos de descarte. Se obtuvieron rangos de porcentajes de cortes vendibles entre 23 y 27%. Por otro lado, para el porcentaje de hueso de descarte se obtuvieron rangos entre 27 y 29%. No se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de cortes vendibles y hueso de descarte (Cuadro 5). El porcentaje de hueso de descarte va a variar de acuerdo al tamaño del animal, como también de las características físicas de las vacas (Vallone et al. 2014). No se encontraron diferencias en cuanto al porcentaje de cortes vendibles debido a que las vacas al llegar a su madurez cronológica depositan más grasa corporal, esto concuerda con lo dicho por Olguín-Loya et al. (2013), quienes mencionan que hay una mayor deposición de grasa en animales mayores a los 42 meses. Asimismo, el porcentaje de hueso de descarte no varió de acuerdo con la edad cronológica se pudo a ver relacionado a que las vacas destinadas a la producción de leche tienen similares proporciones de hueso de descarte (Campos et al. 2009). Los bovinos son uniformes en constitución corporal por lo cual la proporción de hueso es similar entre sí. Las vacas evaluadas llegaron a cosecha con edades donde su estructura ósea estaba desarrollada total por lo cual no se

encontraron diferencias entre las edades cronológicas evaluadas. Los datos obtenidos para este estudio son similares a los encontrados por Salazar-Medina (2009) donde encontraron que en vacas de descarte el porcentaje de hueso de descarte ronda entre el 28%. Salazar-Medina (2009) indicó que el porcentaje de cortes vendibles en vacas de descarte ronda entre el 20 al 26% debido a que su enfoque principal no es la producción de músculo sino de leche. El bajo porcentaje en cortes vendibles se debe a que la grasa en los animales juega un papel importante ya que sirve como un medio homeostático que regula la temperatura de las vacas de origen europeo, asverando que la totalidad de las vacas utilizadas en este experimento fueron de este origen (Alemany 2014).

### Cuadro 5

*Efecto de la edad cronológica sobre el porcentaje de cortes vendibles y el hueso de descarte de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.*

Edad cronológica (n)	Cortes Vendibles (%)	Hueso Descarte (%)
	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>
Categoría A y B (5)	27.49 $\pm$ 3.38	27.63 $\pm$ 2.69
Categoría C (8)	23.59 $\pm$ 3.08	26.95 $\pm$ 4.12
Categoría D (11)	20.39 $\pm$ 3.50	29.88 $\pm$ 3.18
Categoría E (3)	23.93 $\pm$ 4.64	27.23 $\pm$ 2.60
Probabilidad	0.08	0.32
R <sup>2</sup>	0.50	0.43
C.V.(%)	18.07	12.65

Nota. NS: No significativo ( $P > 0.05$ ); CV (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar; R<sup>2</sup>: Regresión lineal. <sup>(n)</sup> Número de vacas

en cada categoría; Categoría A y B: Vacas de 9 a 42 meses; Categoría C: Vacas de 42 a 72 meses; Categoría D: Vacas de 72 a 96 meses;

Categoría E: Vacas mayores a 96 meses.

### Fuerza de Corte

La terneza es la cualidad de la carne que mide la facilidad de masticar o cortar (Destefanis et al. 2008). Esta se puede medir utilizando la fuerza de corte dado que este realiza un corte perpendicular al ordenamiento fibribilar, cabe recalcar que es un método indirecto en la evaluación de terneza de la carne (Battaglia et al. 2020). No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la fuerza de corte del *Longissimus dorsi* (Cuadro 6). En fuerza de corte se obtuvieron rangos de valores entre 38 y 42 N. Las diferencias en cuanto a la fuerza de corte en las vacas se presenta en vacas menores a 30 meses (Garriz 2012). La dureza en el *Longissimus dorsi* aumenta a medida que la edad

del animal es superior a los 30 meses (James 2022) Por lo tanto, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la fuerza de corte debido a que para este estudio se utilizaron vacas con edades cronológicas entre los 30 hasta los 96 meses de edad. La terneza del *Longissimus dorsi* depende tanto del contenido y la solubilidad del colágeno, asimismo del acortamiento del sarcómero durante el proceso rigor mortis de igual manera la proteólisis miofibrilar ocurrida después del almacenamiento (Koochmaraie 2005). Al ser el *Longissimus dorsi* un músculo que se encuentra en el lomo de la canal, presenta una mayor terneza en comparación con los músculos del tren delantero y los que se encargan de la motilidad del animal (Alemany 2014). Los valores encontrados para la fuerza de corte difieren de lo encontrado por Choi et al. (2010), con valores para fuerza de corte de 66.49 N en evaluación de la terneza del lomo de una canales bovinas siendo el pastoreo la base de alimentación.

Los valores de fuerza de corte encontrados son similares a los encontrados por Ballesteros Chaverra et al. (2006), debido a que las vacas tienen una menor proteólisis. Al ser todas las vacas de descarte una raza Europea no se encontró diferencia significativa en la fuerza de corte. Los valores obtenidos en cuanto a fuerza de corte son relativamente altos concordando con Ballesteros Chaverra et al. (2006), que obtuvo valores en cuanto a fuerza de corte mayores a 34.33 N en la evaluación de la fuerza de corte de animales alimentados a base de forrajes y pasto. Por lo tanto, dado que la alimentación brindada en las vacas de descarte es a base de forrajes lo que presenta menor deposición de grasa intramuscular en comparación con dietas a base de granos donde hay una mayor deposición de grasa intramuscular y marmoleo a esto se le atribuye que la dureza del *Longissimus dorsi* sea mayor (Warner et al. 2010). La dieta proporcionada en la unidad de ganado lechero de Zamorano es baja en calorías y alta en materia seca debido a transformación de ácido propiónico y butírico importante en la producción de leche y el contenido de grasa (Trevisi y Bertoni 2009). Dado a que las edades de los animales fueron superiores a los 30 meses de edad la solubilidad del colágeno disminuye

debido al aumento en la proporción de los enlaces cruzados, generando un impacto negativo sobre la terneza del animal (Schönfeldt y Strydom 2011).

## Cuadro 6

*Efecto de la edad cronológica sobre la fuerza de corte de vacas de descarte de la unidad de Ganado*

*Lechero de Zamorano.*

Edad cronológica (n)	Fuerza de corte (N)
	Media $\pm$ D.E. <sup>NS</sup>
Categoría A y B (5)	41.43 $\pm$ 7.93
Categoría C (8)	38.83 $\pm$ 7.27
Categoría D (11)	40.26 $\pm$ 7.68
Categoría E (3)	42.94 $\pm$ 7.14
Probabilidad	0.98
R <sup>2</sup>	0.36
C.V.(%)	20.14

*Nota.* N: Newtons; NS: No Significativo ( $P > 0.05$ ); CV (%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar; R<sup>2</sup>: Regresión lineal; <sup>(n)</sup> Número de vacas en cada categoría; Categoría A y B: Vacas de 9 a 42 meses; Categoría C: Vacas de 42 a 72 meses; Categoría D: Vacas de 72 a 96 meses; Categoría E: Vacas mayores a 96 meses.

## Color

El color es uno de los atributos más importantes en la percepción por parte del consumidor. No se presentó diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las coordenadas L a b (Cuadro 7). Se obtuvo un rango en cuanto al valor L de 28 a 29. Asimismo, se encontraron de 15 para el valor a y de 12 a 15 para b. Con respecto a los valores de L obtenidos son distintos a lo encontrado por Onopiuk et al. (2016) que encontraron valores de 38.5 en comparación con los datos obtenidos. Esto se debe a que los animales evaluados en este experimento tenían mayor edad cronológica, por lo tanto, hay una mayor deposición de mioglobina en el cuerpo y esto generara un color más oscuro en el *Longissimus dorsi*. También se debe a que entre más grande sea el animal este tuvo una mayor locomoción haciendo más oscura de la carne. Los consumidores hoy en día buscan un color a rojo cereza en la carne (Salinas Labra et al. 2020). Por otro lado, estos resultaron fueron similares a los encontrados por Frías Harriague et al. (2021), donde evaluaron el cambio de color antes y después de la maduración del *Longissimus dorsi* en vacas de descarte, en los cuales se evidencio que este no cambia a través del



tiempo de maduración y los valores que se obtuvieron antes de maduración son similares a los obtenidos al final del proceso de maduración. En cuanto al valor a fueron similares a los encontrados por Onopiuk et al. (2016), estos valores se deben a que la alimentación dada a las vacas lecheras se concentra en forrajes, lo cual torna un color rojo más oscuro en la carne de las vacas (Ballesteros et al. 2007).

### Cuadro 7

*Efecto de la edad cronológica sobre color del Longissimus dorsi de las vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano.*

Edad cronológica <sup>(27)</sup>	L	a	b
	Media ± D.E. <sup>NS</sup>	Media ± D.E. <sup>NS</sup>	Media ± D.E. <sup>NS</sup>
Categoría A y B <sup>(5)</sup>	29.59 ± 4.25	15.19 ± 0.90	12.84 ± 2.76
Categoría C <sup>(8)</sup>	29.43 ± 2.72	15.86 ± 3.22	13.31 ± 1.96
Categoría D <sup>(11)</sup>	28.97 ± 2.09	15.44 ± 1.39	12.27 ± 1.37
Categoría E <sup>(3)</sup>	29.61 ± 2.31	15.21 ± 1.49	15.38 ± 8.13
Probabilidad	0.96	0.95	0.53
R <sup>2</sup>	0.27	0.31	0.33
C.V(%)	10.98	2.98	6.52

*Nota.* L: luminosidad valores de 0 a 100; a: valores -60 verde y +60 rojo; b: valores +60 amarillo y -60 azul; NS: No significativo ( $P > 0.05$ ); CV

(%): Coeficiente de Variación; D.E.: Desviación Estándar; R<sup>2</sup>: Regresión lineal; <sup>(3-27)</sup> Número de vacas en cada categoría; Categoría A y B:

Vacas de 9 a 42 meses; Categoría C: Vacas de 42 a 72 meses; Categoría D: Vacas de 72 a 96 meses; Categoría E: Vacas mayores a 96 meses.

### Análisis de Correlación de las Variables Evaluadas en el Estudio

Para el análisis de correlación se encontraron correlaciones altas positivas entre el Peso Vivo (PV), Peso Canal Caliente (PCC) y Peso Canal Frio (PCF) (Cuadro 8). Lo que se atribuye a que entre mayor sea el PV de las vacas, mayores rendimientos en (PCC Y PCF) (Ballent et al. 2013). Para este estudio se mostró una correlación baja con relación al PV y la purga 24 horas después de almacenamiento. Por otro lado, se mostró una correlación baja negativa con respecto al porcentaje de cortes vendibles y el hueso de descarte (Gastón et al. 2010).

**Cuadro 8***Análisis de correlación general.*

	PV	PCC	PCF	RC	P24	P4	CV	HD
PV	1.00	0.98 <.0001	0.98 <.0001	0.25 0.21	0.44 0.02	-0.38 0.05	-0.16 0.42	0.00 0.98
PCC	0.98 <.0001	1.00	1.00 <.0001	0.45 0.02	-0.44 0.02	-0.37 0.06	0.17 0.40	-0.05 0.80
PCF	0.98 <.0001	1.00 <.0001	1.00	0.44 0.02	0.43 0.03	-0.36 0.06	-0.15 0.44	-0.06 0.76
CV	0.16 0.42	-0.17 0.40	-0.15 0.44	-0.07 0.74	0.19 0.35	0.14 0.49	1.00	-0.41 0.03

*Nota.* PV: Peso Vivo. PCC: Peso Canal Caliente. PCF: Peso canal Frio. RC: Rendimiento Canal Caliente. P24: Purga 24 horas después de

almacenamiento. P4: Purga después de cuatro días de almacenamiento. CV: Cortes Vendibles. HD: Hueso de Descarte.

### Conclusiones

La edad cronológica no tuvo influencia sobre los índices productivos y calidad de la carne en las vacas de descarte del hato lechero de Zamorano, encontrándose dentro de los rangos óptimos para este tipo de ganado.

La edad cronológica de las vacas de descarte del hato lechero de Zamorano, no tuvieron influencia sobre el porcentaje de rendimiento de la canal caliente, del porcentaje de cortes vendibles y el hueso de descarte.

La terneza del *Longissimus dorsi* no es afectada por la edad cronológica de las vacas de descarte del hato lechero de Zamorano, obteniendo carne con una mayor dureza.

### Recomendaciones

Evaluar la capacidad de retención de agua de cortes del músculo *Longissimus dorsi* después de un proceso de cocción.

Evaluar distintas intervenciones para suavizar el *Longissimus dorsi* de las vacas de descarte del hato lechero.

Evaluar comportamiento de las vacas en el corral y su efecto en la calidad de la carne.

Evaluar la curva de descenso del pH en los canales de vacas de descarte.

## Referencias

- Alemaný M. 2014. Mecanismo de control del peso corporal [Tesis]. Barcelona, España: Universidad de Barcelona. 4 p; [consultado el 15 de may. de 2022]. [https://publicacions.iadb.org/publicacions/spanish/document/An%C3%A1lisis\\_de\\_pol%C3%ADticas\\_agropecuarias\\_en\\_Honduras.pdf](https://publicacions.iadb.org/publicacions/spanish/document/An%C3%A1lisis_de_pol%C3%ADticas_agropecuarias_en_Honduras.pdf).
- Alzate-Amarillos V. mar. 2021. Caracterización textural (Terneza) de los músculos del tren delantero de canales bovinas 3, 4 y 5 estrellas del Urabá Antioqueño y evaluación de los cambios en las características fisicoquímicas del músculo *Longissimus dorsi*. [Tesis]. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 72 p; [consultado el 26 de abr. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80541/1017201079.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- Arrieta-Arraga G, Lagomarsino - Larriera X, Olivera - Falco J, Trindade - Diaz G. ago. 2008. Incidencia de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rednimiento carnicero y la calidad de la carne [Tesis]. Montevideo, Uruguay: Universidad de la república. 243 p; [consultado el 15 de may. de 2022]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/24581/1/ArrietaArragaGonzalo.pdf>.
- Ballent M, Landi HG, Bilbao G, Dick A. 2013. Pubertad, peso vivo y desarrollo corporal en diferentes biotipos bovinos productores de leche: Una actualización bibliografica. Producción Bovinos de Leche, Fac. Cs. Veterinarias; [consultado el 28 de may. de 2022]. 99(2):130–138. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2003/99A-2/99A-2\\_04.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2003/99A-2/99A-2_04.pdf).
- Ballesteros HH, Muñoz CA, Vásquez RE. 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. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945023008>.
- Ballesteros Chaverra H, Martínez Sarmiento R, Barrera G, Vásquez Romero R. 2006. Evaluación de la producción y la calidad de la carne bovina de las razas Romosinuano, Cebú y sus cruces. [sin lugar]: Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA; Bogotá (Colombia). 41 p. ISBN: 978-958-8311-10-4. spa. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17360>.
- Barragan-Hernandez W, Mahecha - Ledezma L, Olivera - Angel M, Angulo - Arizala J. 2021. ¿Cómo los consumidores valoran atributos de calidad de carne bovina y su disposición a pago? Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 19(1):167–179. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v19n1/1692-3561-bsaa-19-01-00167.pdf>.
- Battaglia C, Vilella GF, Bernardo APS, Gomes CL, Biase AG, Albertini TZ, Pflanzler SB. 2020. Comparison of methods for measuring shear force and sarcomere length and their relationship with sensorial tenderness of *longissimus* muscle in beef. J Texture Stud. 51(2):252–262. eng. doi:10.1111/jtxs.12473.
- [BCH] Banco Central de Honduras. 2021. Índice Mensual de la Actividad Económica, Abril 2021. 2021ª ed. Honduras: Banco Central de Honduras; [consultado el 14 de may. de 2022]. 14 p. <https://www.bch.hn/estadisticos/EME/ndice%20Mensual%20de%20Actividad%20Econmica%20IMAE/%C3%8Dndice%20Mensual%20de%20la%20Actividad%20Econ%C3%B3mica,%20Abril%202021.pdf>.
- Blanco-Ochoa MÁ. 2009. Antecedentes de la ganadería lechera en México. Zootecnia de bovinos productores de leche; [consultado el 11 de may. de 2022]. 3(2):124–138. [https://fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/unidad\\_3\\_bovinosleche.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_3_bovinosleche.pdf).
- Buffa-Hogben M, Pereira - Panisa JP. 2004. Mediciones del músculo *Longissimus dorsi* y cobertura de grasa en bovinos y su relaciones con el grado de terminación y rendimientos de cortes valiosos en el

frigorífico [Tesis]. Uruguay: Universidad de la república. 155 p; [consultado el 3 de jun. de 2022]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25426/1/BufaHogbenMarcelo.pdf>.

Campos J, Gonzáles P, Doussoulin M, Tima M, Williams PA. 2009. Predicción de calidad de carne bovina con variables ante mortem. Archivos de medicina veterinaria. 41(2):157–161. doi:10.4067/S0301-732X2009000200009.

Campos-Parra J, De Pedro-Sanz E, Astudillo-Neira R, Cabas- Monj J, Vallejos-Cartes R, Velasco-Fuenmayor J. 2016. Estimación de el área del ojo del lomo total in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente. Revista Científica. XXVI(2):120–126. es. <https://www.redalyc.org/journal/959/95945988009/html/>.

[CATIE] Soluciones para el ambiente y desarrollo. 2016. Caracterización de la cadena de producción de carne y leche en la ganadería en Honduras. primera. Honduras: gef; [consultado el 14 de may. de 2022]. 61 p. [https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/245/caracterizacion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_produccion\\_de\\_carne\\_y\\_leche\\_en\\_la\\_ganaderia\\_en\\_honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/245/caracterizacion_de_la_cadena_de_produccion_de_carne_y_leche_en_la_ganaderia_en_honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Choi B, Ryu K, Bong J, Lee J, Choy Y, Son S, Han O, Baik M. 2010. Comparison of steroid hormone concentrations and mRNA levels of steroid receptor genes in *longissimus dorsi* muscle and subcutaneous fat between bulls and steers and association with carcass traits in Korean cattle. Livestock Science. 131(2-3):218–226. <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/32249.pdf>. doi:10.1016/j.livsci.2010.04.004.

Chulayo AY, Bradley G, Muchenje V. 2016. Effects of transport distance, lairage time and stunning efficiency on cortisol, glucose, HSPA1A and how they relate with meat quality in cattle. Meat Sci. 117:89–96. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26967002/>. doi:10.1016/j.meatsci.2016.03.001.

Colmenarez D, Pargas - Alvarado H, Zapata T, Cordero G, Fuentes M, Puzzar E. 2014. Efecto de la edad al sacrificio sobre el color y la capacidad de retención de agua de la carne de toros provenientes del Brasil. Gaceta de ciencias veterinarias; [consultado el 26 de abr. de 2022]. 19(2):46–53. <http://www.ucla.edu.ve/dveterin/departamentos/CienciasBasicas/gcv/2530int2530er2530no/articulos/documasp/~vtdr8za2.pdf>.

Costa RS, Henry FC, Ferreira KS, Quirino CR. 2012. Characterization of *rigor mortis* of *longissimus dorsi* and *Triceps brachii* muscles of male cattle carcasses. African Journal of Biotechnology. 11(32):8127–8132. doi:10.5897/AJB11.3784.

Derlagen C, De Salvo PC, Egas - Yerovi JJ, Pierre G. 2019. Análisis de políticas agropecuarias en Honduras. 1ª ed. Honduras: Copyright ©. 1 vol. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis\\_de\\_pol%C3%ADticas\\_agropecuarias\\_en\\_Honduras.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/An%C3%A1lisis_de_pol%C3%ADticas_agropecuarias_en_Honduras.pdf).

Destefanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dal ME. 2008. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. Meat Sci. 78(3). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22062265/>. doi:10.1016/j.meatsci.2007.05.031.

Díaz A, Castillo E, Martín PC, Hernández JL. 2009. Ceba de toros mestizos lecheros, en silvopastoreo con leucaena, acceso a banco de biomasa y suplemento activador del rumen. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 43(3):235–238. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015481004>.

- Fernandez Mayer A. 1994. Fisiología de la producción de carne. Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado el 20 de may. de 2022]. 1(36):3.6-3.4. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/32-fisiologia\\_de\\_la\\_produccion\\_de-carne.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/32-fisiologia_de_la_produccion_de-carne.pdf).
- Fouz R, Yus E, Dieguez FJ, Sanjuan ML. 2014. Causas de eliminación en rebaños bovinos lecheros de raza frisona en Control Lechero Oficial. ITEA; [consultado el 7 de mar. de 2022]. 110(2). <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80541/1017201079.2021.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. doi:10.12706/itea.2014.011.
- Frias Harriague M, Porras Guardado CA, (Sin especificar). ago. 2021. Evaluación de la maduración en seco con dos tipos de cobertura en el músculo *Longissimus dorsi* de vacas de descarte de la unidad de Ganado Lechero de Zamorano [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 68 p; [consultado el 11 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6989/1/AGI-2021-T022.pdf>.
- Garriz CA. 2012. Rendimientos, peso, composición de res y cortes vacunos en la argentina. Efectos del genotipo, edad y peso vivo de la faena.¿Producir carne con la raza criolla? Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado el 20 de may. de 2022]. 5(264):1–39. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/144-criollo\\_Garriz.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/144-criollo_Garriz.pdf).
- Gastón U, Sánchez Escalante A, Vásquez Palma MG, Paz Pellat R, Pardo Guzmán DA. 2010. Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 1(2). [https://www.researchgate.net/publication/43921042\\_Caracterizacion\\_de\\_canales\\_y\\_de\\_carne\\_de\\_bovino\\_de\\_animales\\_engordados\\_en\\_la\\_zona\\_centro\\_de\\_Sonora](https://www.researchgate.net/publication/43921042_Caracterizacion_de_canales_y_de_carne_de_bovino_de_animales_engordados_en_la_zona_centro_de_Sonora).
- Hale-S., Dan, Goodson K, Savell- W J. 2013. USDA Beef Quality and Yield Grades - Meat Science. United States of America: Agriculture & Life Sceinces; [actualizado el 26 de oct. de 2018+00:00; consultado el 15 de may. de 2022.841Z]. <https://meat.tamu.edu/beefgrading/>.
- Huerta Leidenz N, Hernández O, Rodas Gonzalez A, Ordóñez JA, Pargas Alvarado HL, Rincón E, del Villar A, Bracho B. 2013. Peso corporal y rendimiento en canal según clase sexual, tipo racial, condición muscular, edad y procedencia de bovinos venezolanos. Nacameh. 7(2):75–96. spa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4726653>.
- James E. 2022. Beef Grades and Carcass Information - MSU. Estados Unidos de America: Meat Science; [actualizado el 13 de jun. de 2022.000Z; consultado el 13 de jun. de 2022.166Z]. Global Media. <https://themeatsite.com/articles/694/beef-grades-and-carcass-information-msu/>.
- Jankowiak H, Cebulska A, Bocian M. 2021. The relationship between acidification (pH) and meat quality traits of polish white breed pigs. Eur Food Res Technol. 247(11):2813–2820. En;en. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-021-03837-4>. doi:10.1007/s00217-021-03837-4.
- Kerslake JI, Amer PR, O'Neill PL, Wong SL, Roche JR, Phyn CVC. 2018. Economic costs of recorded reasons for cow mortality and culling in a pasture-based dairy industry. J Dairy Sci; [consultado el 7 de mar. de 2022]. 101(2):1795–1803. eng. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)31144-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31144-X/pdf). doi:10.3168/jds.2017-13124.
- Koohmaraie M. 2005. Bases biológicas para determinar la terneza. Revista Angus; [consultado el 20 de may. de 2022]. 23(228):30–31. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/59-bases\\_biologicas\\_terneza.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/59-bases_biologicas_terneza.pdf).

- Lammoglia Villagómez MÁ, Ávila García J, Alarcón Zapata MA, Cabrera Núñez A, Gutiérrez Rodríguez A, Daniel Rentería I. 2013. Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *Veterinaria México*. 44(1):52–55. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-50922013000100002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922013000100002).
- Leal J, Jiménez L. 2015. La capacidad de retención de agua (CRA) de la carne de bovino y posibles genes candidatos. Bogotá, Colombia: [sin editorial]; [actualizado 2015]. 16 p. es.
- Leal-Gutierrez JD, Jiménez-Robayo LM, M A, Manrique C, Lopez J, Martinez C, Rios M, Ortiz Y. 2014. Efecto del tipo genético y la maduración sobre la retención de agua en carne de toros castrados. *Archivos de zootecnia*; [consultado el 20 de may. de 2022]. 63(263):409–418. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-05922014000300002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922014000300002).
- Lebedová N, Bureš D, Needham T, Čítek J, Dlubalová Z, Stupka R, Bartoň L. 2021. Histochemical characterisation of high-value beef muscles from different breeds, and its relation to tenderness. *Livestock Science*. 247(2):104–201. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141321000767>. doi:10.1016/j.livsci.2021.104468.
- Lindholm-Perry AK, Freetly HC, Oliver WT, Rempel LA, Keel BN. 2020. Genes associated with body weight gain and feed intake identified by meta-analysis of the mesenteric fat from crossbred beef steers. *PLoS One*. 15(1):e0227154. eng. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0227154>. doi:10.1371/journal.pone.0227154.
- Mariño Arquíñigo OG. mar. 2003. Determinación y evaluación del pH en canales de bovinos de las razas Holstein (*Bos Taurus*) y Nelore (*Bos Indicus*) en Lima–Perú [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 72 p; [consultado el 11 de may. de 2022]. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1545/Marino\\_ag.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/1545/Marino_ag.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Mendoza-Martínez G, Ricalde - Velasco R. ene. 2016. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en granos [Tesis]. Mexico: Universidad Autónoma metropolitana. 278 p. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>.
- Montero Á, Huerta -Leidenz N, Rodas - González A, Arenas de Moreno L. 2014. Deshuese y variación del rendimiento carnicero de canales bovinas en Venezuela: descripción anatómica del proceso y nomenclatura de cortes equivalente a los correspondientes norteamericanos. *Nacameh*. 8(1):1–22. [http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v8n1/Nacameh\\_v8n1\\_001\\_Montero\\_etal.pdf](http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/v8n1/Nacameh_v8n1_001_Montero_etal.pdf).
- Morao GA, Adrién Rüeegger MJ. 2011. Desempeño productivo, tipificación y rendimiento a la faena de machos enteros jóvenes Holando Argentino engordados a corral. *Invet*. 13(2). [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1668-34982011000200001](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982011000200001).
- Olguín-Loya JL, Zinn RA, Aguirre - Ortega J, Gómez - Danés AA, Ramírez - Ramírez JC, Olguín -Loya F, Ullua - Castañeda RR. 2013. Consideraciones importantes para la estimación de la composición corporal de becerros de engorda. *Abanico veterinario*; [consultado el 11 de may. de 2022]. 3(2):48–58. <https://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2013/av132f.pdf>.
- Onopiuk A, Półtorak A, Wierzbicka A. 2016. Influence of *post-mortem* muscle glycogen content on the quality of beef during aging. *Journal of Veterinary Research*. 60(3):301–307. <https://sciendo.com/es/article/10.1515/jvetres-2016-0046>. doi:10.1515/jvetres-2016-0046.
- Pinedo PJ, Daniels A, Shumaker J, Vries A de. 2014. Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey × Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. *J Dairy Sci*; [consultado el 7 de mar. de 2022].



97(5):2886–2895. eng. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)31144-X/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)31144-X/pdf). doi:10.3168/jds.2013-7685.

Poncheki JK, Canha MLS, Viechnieski SL, Almeida Rd. 2015. Analysis of daily body weight of dairy cows in early lactation and associations with productive and reproductive performance. R. Bras. Zootec. 44:187–192. en. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/HtNQ64WJqqqGYG7HTC3GGFw/?lang=en>. doi:10.1590/S1806-92902015000500004.

Restrepo DA, Alzate V, Cabrera KR. 2021. Caracterización textural de los músculos del tren delantero y propuesta de nuevos cortes en canales bovinas tres, cuatro y cinco estrellas procedentes del Urabá antioqueño (Colombia). Inf. tecnol. 32(6):25–36. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000600025&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000600025&script=sci_arttext). doi:10.4067/S0718-07642021000600025.

Rondinel M, Almeyda - Matías JM, Barrón - López JA, Elias - Peñafiel CC. 2019. Aspectos de la calidad de carne pH, color y textura entre bovinos procedentes de centros de engorde y viajeros [Tasks in the field of qualifying hygienic specialists in connection with the decision of the CP CPSS and the council of ministers of the USSR, "Concerning the means of further improvement of qualifying scientific and scientific-pedagogic specialists]. Revista La molina. 80(2):613–625. rus. [https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1513/html\\_118](https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1513/html_118).

Salazar-Medina LM. ago. 2009. Evaluación y rendimiento en canales de res y cerdo e impacto económico en la industria cárnica. [Tesis]. Caldas: Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias industrias pecuarias. 91 p; [consultado el 15 de may. de 2022]. <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/396/1/EVALUACION%20Y%20RENDIMIENTO%20EN%20CANALES%20DE%20RES%20Y%20DE%20CERDO%20E%20IMPA.pdf>.

Salinas Labra S, Rubio Lozano MS, Braña Varela D, Méndez Medina RD, Delgado Suárez EJ. 2020. Desarrollo y validación de un patrón visual para la evaluación del color de la carne de bovino en México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 11(2):479–497. <http://www.ucla.edu/ve/dveterin/departamentos/CienciasBasicas/gcv/2530int2530er2530no/articulos/documasp/~vtdr8za2.pdf>. doi:10.22319/rmcp.v11i2.5181.

Schönfeldt HC, Strydom PE. 2011. Effect of age and cut on tenderness of South African beef. Meat Sci. 87(3):206–218. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21115297/>. doi:10.1016/j.meatsci.2010.10.011.

Shen Y, Kim S, Yoon D, Lee H, Kang H, Seo K. 2012. Proteome Analysis of Bovine *Longissimus dorsi* Muscle Associated with the Marbling Score. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 25(8):1083. en. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4092992/>. doi:10.5713/ajas.2012.12127.

Sierra-Sanchez V. ene. 2010. Evolución *post-mortem* de parámetros indicativos de calidad en carne de vacuno: efecto de la raza y el gen de la hipertrofia muscular. [Tesis]. España: Universidad de Oviedo. 115 p; [consultado el 26 de abr. de 2022]. [https://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS\\_1.pdf?sequence=1](https://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/11156/UOV0075TVSS_1.pdf?sequence=1).

Teye GA, Sunkwa WK. 2010. Carcass characteristics of tropical beef cattle breeds (West African shorthorn, sanga and zebu) in Ghana. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 10(7). <https://www.ajol.info/index.php/ajfand/article/view/59041>. doi:10.4314/ajfand.v10i7.59041.

Toldrá F, Lawrie RA, editores. 2017. Lawrie's meat science. 8ª ed. Duxford United Kingdom: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. xvi, 713 pages (Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition). ISBN: 9780081006948.

- Torrescano-Urrutia GR, Sanchez - Escalante A, Vásquez - Palma MG, Paz - Peliat R, Pardo - Gúzman DA, (Sin especificar). 2010. Caracterización de canales y de carne de bovino de animales engordados en la zona centro de Sonora. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*; [consultado el 15 de may. de 2022]. 1(2):157–168. <https://www.redalyc.org/pdf/2656/265620276007.pdf>.
- Trevisi E, Bertoni G. 2009. Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*. 8(sup1):265–286. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4081/ijas.2009.s1.265>. doi:10.4081/ijas.2009.s1.265.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2019. What's Your Beef – Prime, Choice or Select? Estados Unidos de America: USDA; [actualizado el 14 de jun. de 2022.000Z; consultado el 14 de jun. de 2022.281Z]. <https://www.usda.gov/media/blog/2013/01/28/whats-your-beef-prime-choice-or-select>.
- Vallone R, Camiletti E, Exner M, Mancuso W, Marini P. 2014. Análisis productivo y reproductivo de vacas lecheras Holstein, Pardo Suizo y sus cruizas en un sistema a pastoreo. *Revista Veterinaria*. 25(1):40–50. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-68402014000100008](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-68402014000100008).
- Vries A de. 2020. Symposium review: Why revisit dairy cattle productive lifespan? *J Dairy Sci*; [consultado el 7 de mar. de 2022]. 103(4):3838–3845. eng. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-2/\(171-186\)%20A17763.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-2/(171-186)%20A17763.pdf). doi:10.3168/jds.2019-17361.
- Warner RD, Greenwood PL, Pethick DW, Ferguson DM. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Sci*. 86(1):171–183. [https://www.researchgate.net/publication/44686385\\_Genetic\\_and\\_environmental\\_effects\\_on\\_meat\\_quality](https://www.researchgate.net/publication/44686385_Genetic_and_environmental_effects_on_meat_quality). doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.042.
- Węglarz A. 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech J. Anim. Sci*; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 55:548–556. <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/32249.pdf>.
- Williamson HR, Schreurs NM, Morris ST, Hickson RE. 2022. Growth and Carcass Characteristics of Beef-Cross-Dairy-Breed Heifers and Steers Born to Different Dam Breeds. *Animals (Basel)*. 12(7). eng. doi:10.3390/ani12070864.
- Wood JD. 2017. Meat Composition and Nutritional Value. En: Toldrá F, Lawrie RA, editores. *Lawrie's meat science*. 8ª ed. Duxford United Kingdom: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier. p. 635–659 (Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition).
- Zugbi JP, Hiriart M, Díaz M. ago. 2016. Efecto del tiempo de descanso previo a la faena sobre la calidad de la canal y de la carne [Tesis]. Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 37 p; [consultado el 11 de may. de 2022]. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/753/ZUGBI%2c%20JUAN%20PEDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.