

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO
SUSTENTABLE**

**CORRELACIÓN DE INDICADORES FISICOQUÍMICOS
DE LA CARNE DE BOVINOS CRIOLLOS DE LA REGIÓN
AMAZONAS.**

Autor:

Bach. Segundo Melecio Portocarrero Villegas

Asesor:

Ph.D. Ilse Silvia Cayo Colca

Coasesor:

Ms.C. Nilton Luis Murga Valderrama

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS –PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAestrÍA (x)/DOCTORADO () EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Segundo Melero Portocarrero Villegas
DNI N°: 70537262
Correo electrónico: Segundo.portocarrero@untrm.edu.pe
Nombre de la Maestría (x) / Doctorado (): Gestión Para el Desarrollo Sustentable

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Nombre de la Maestría () / Doctorado (): _____

2. Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro (x) / Doctor ()

Correlación de Indicadores Físico-químicos de la carne en bovinos
Crotolos de la región Amazonas

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Ilse Silvia Coyo Colca
DNI, Pasaporte, C.E N°: 09820879
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: Nilton Luis Muig-Valdecama
DNI, Pasaporte, C.E N°: 33430926
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>)

4. Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 02 / febrero / 23

Firma del autor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

*A Dios por la vida y a mi familia por su incondicional apoyo,
sacrificio y amor dedicado a lo largo de toda mi formación personal y
profesional.*

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento infinito a mi familia, al Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología-IGBI, al Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo para el Sector Agrario y Agroindustrial de la Región Amazonas, al proyecto “Caracterización Molecular de los Genes Asociados a la Terneza de la Carne de Bovinos Criollos de la Región Amazonas” contrato N° 109-2018-FONDECYT, a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas y en especial a la Ph.D Ilse Silvia Cayo Colca por el incondicional apoyo y orientación para el desarrollo de la presente investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana

Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres

Vicerrector Académico

Dra. María Nelly Luján Espinoza

Vicerrectora de Investigación

Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo

Director de la Escuela de Posgrado

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (x)/ DOCTOR ()

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (x)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Correlacion de indicadores fisico quimicos de la carne en bovinos criollos de la region Amazonas

cuyo autor Segundo Melcio Portocarrero Villegas es estudiante del ciclo/egresado (x) de la Escuela de Posgrado, Maestría (x) / Doctorado () en Geotecnia Para el Desarrollo Sostenible con correo electrónico institucional Segundo.portocarrero@untram.edu.pe

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de Diciembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor
Ilse Silvia Cayo Colca



VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (X)/ DOCTOR ()

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM (X)/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Correlación de indicadores físico-químicos de la carne en bovinos Criollos de la región Amambay

cuyo autor Segundo Melcior Portocarrero Villegas es estudiante del _____ ciclo/egresado (X) de la Escuela de Posgrado, Maestría (X) / Doctorado () en Gestión Para el Desarrollo sustentable con correo electrónico institucional segundo.portocarrero@untram.edu.pe

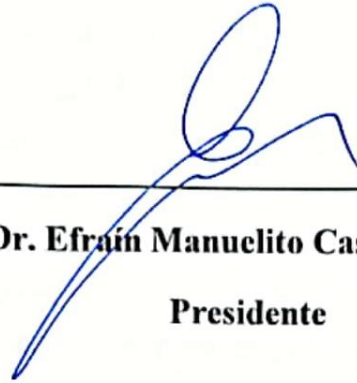


El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 01 de Diciembre de 2022

Firma y nombre completo del Asesor
Nilton Luis Murga Valdecama

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo

Presidente



Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

Secretario



Mg. Veronica Zuta Chamoli

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (x) / DOCTOR ()

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Correlacion de indicadores fisico quimicos de la carne en bovinos
criollos de la region Amazonas

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Segundo Melecio Portocarrero Urilegas
de la Escuela de Posgrado, Maestría (x) / Doctorado () en Gestion Para el
Desarrollo sustentable

con correo electrónico institucional segundo.portocarrero@untrm.edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 01 de Diciembre del 2022


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

Cumple con el requisito

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (X) / DOCTOR ()

En la ciudad de Chachapoyas, el día 21 de Diciembre del año 2022, siendo las 15:30 horas, el aspirante Segundo Melcio Portocarrero Villegas, Asesorado por Ph.D Ilse Silvia Cajo Colca, defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: Correlacion de indicadores Fisicoquimicos de la Carne en bovinos Criollos de La Region Amazonas

para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor () en Gestion Para el Desarrollo Sostenible, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo

Secretario: Msc. Erick Aldo Auguinivia Silva

Vocal: Mg. Veronica Zuta Chamoli

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis de Maestría (X)/Doctorado (), en términos de:

A probado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:15 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Grado Académico de Maestro (X)/Doctor ().

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vii
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	viii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS	ix
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	20
1.1 Población, muestra y muestreo.....	20
1.2 Ubicación del estudio.....	20
1.3 Medición de indicadores	20
1.4 Análisis estadístico	24
III. RESULTADOS.....	25
IV. DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES	55

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores descriptivos de características del animal e indicadores fisicoquímicos de la carne de 100 bovinos criollos	25
Tabla 2. Valores descriptivos del perfil de textura de la carne de 100 bovinos criollos .	26
Tabla 3. Correlaciones de características del animal con pH de la carne	31
Tabla 4. Correlaciones de características del animal y pH con color de la carne	32
Tabla 5. Correlaciones de características del animal, pH y color con pérdidas de agua por cocción (PAPC)	33
Tabla 6. Correlaciones de características del animal, pH, color y PAPC con pérdidas de agua por goteo y humedad	34
Tabla 7. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG y humedad con adhesividad de la carne	35
Tabla 8. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad y adhesividad con cohesividad de la carne	37
Tabla 9. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad y cohesividad con la fuerza de corte de Warner–Bratzler (FCWB) de la carne	39
Tabla 10. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad y FCWB con la elasticidad de la carne	41
Tabla 11. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB y elasticidad con la gomosidad de la carne .	43
Tabla 12. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB, elasticidad y gomosidad con la masticabilidad de la carne	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características del animal, indicadores fisicoquímicos y perfil de textura de la carne. 1a: peso vivo, 1b: peso de carcasa, 1c: pH, 1d: color, 1e: pérdida de agua por cocción, 1f: pérdida de agua por goteo, 1g: humedad, 1h: perfil de textura	23
Figura 2. Correlación de indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos. a: características del animal, b: pH, c: color, d: pérdida de agua por cocción, e: pérdida de agua por goteo y humedad	28
Figura 3. Correlaciones de perfil de textura de carne de bovinos criollos. a: Adhesividad, b: Cohesividad, c: Fuerza de corte de Warner-Bratzler, d: Elasticidad, e: Gomosidad, f: Masticabilidad	30

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar correlaciones de indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos de la región Amazonas. Se seleccionaron a 100 bovinos criollos beneficiados en el Centro de Beneficio Municipal de Chachapoyas. De cada bovino se extrajo 100 g de músculo *Longissimus dorsi* y se evaluó el pH, pérdida de agua por cocción, pérdida de agua por goteo, humedad y el perfil de textura a diferentes tiempos de maduración. Se realizó análisis descriptivo y análisis de correlación de Pearson ($p < 0.01$) en RStudio entre indicadores. Se encontró correlaciones directas e inversas entre las características del animal, rasgos de la carcasa, indicadores fisicoquímicos y perfil de textura. Los indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos de la región Amazonas están dentro de los rangos reportados por la literatura en carnes de razas especializadas para producir carne. En esa línea la carne de bovino criollo presenta características y bondades que podrían competir en mercados locales y nacionales, pero se necesita estudios más profundos para concretar estos atributos.

Palabras clave: bovino criollo, rasgos de calidad cárnica, perfil de textura, región Amazonas

ABSTRACT

The aim of this research was to determine correlations of physicochemical indicators of the meat of Creole bovines of the Amazon region. 100 Creole cattle benefited from the Municipal Benefit Center of Chachapoyas were selected. From each bovine 100 g of Longissimus dorsi muscle was extracted and the pH, loss of water by cooking, loss of water by dripping, humidity and the texture profile at different maturation times were evaluated. Descriptive analysis and Pearson's correlation analysis ($p < 0.01$) were performed in RStudio between indicators. The physicochemical indicators of the meat of Creole bovines of the Amazon region are within the ranges reported by the literature on meats of specialized breeds to produce meat. Along these lines, Creole beef has characteristics and benefits that could compete in local and national markets, but more in-depth studies are needed to specify these attributes.

Keywords: Creole cattle, meat quality traits, texture profile, Amazon region

I. INTRODUCCIÓN

El bovino criollo peruano también conocido como “chusco” hoy representa un recurso genético de notable importancia en el país, con un rol protagónico en la vida de las comunidades campesinas (Rivas et al., 2007; Aquino et al., 2008), el mismo que, dentro del contexto de los Andes, está estrechamente ligado al desarrollo sostenible (Escobar-Mamani et al., 2020) que de acuerdo con la literatura descende de los bovinos traídos a América por los conquistadores españoles en el tiempo del descubrimiento, conquista y colonización de América (Martínez-Aguilar, 2020). Estos animales encontraron en suelo latinoamericano prácticamente todos los climas que existen en la tierra, desde regiones alto andinas con ambientes fríos y casi siempre cubiertos de neblina, hasta climas tropicales extremos, secos húmedos hasta espacios inundables, siendo las condiciones a las que el bovino criollo tuvo que adaptarse mostrando cada uno ciertas características ventajosas para su contexto en particular, y ha pasado generaciones bajo un proceso de selección natural con muy escasa intervención del hombre (De Alba, 2011). Siendo esto responsable principal de las formas y dimensiones que tiene en la actualidad (Contreras et al., 2011), y es por sus características de rusticidad y adaptación a la altura que son parte fundamental de la ganadería nacional (Rosemberg, 2002), puesto que son fuente de sustento y trabajo, por proporcionar alimentación, ahorro económico y fuerza de tracción para el arado sobre todo en espacios geográficos donde la mecanización agrícola es difícil y la producción de otros bovinos no solo es complicado si no que sobre todo sería insostenible (Aguirre et al., 2014a; Coaquira, 2016; Delgado et al., 2019). Los cerca de 500 años de selección natural y adaptación a las condiciones Latinamericanas, le confiere haberse convertido al bovino criollo en una base genética de relevante importancia quizás insustituible para algunos espacios específicos de nuestro continente (Boettcher et al., 2012).

Según datos oficiales en el Perú contábamos con alrededor de 5 millones de cabezas de ganado bovino (INEI, 2012), del cual en promedio el 65 % fueron contabilizados como criollos, sin embargo, se debe considerar que estas cifras no son del todo ciertas, ya que el sistema de clasificación en el censo agropecuario considera también como bovino criollo a los cruces, por no poder catalogarse dentro de una raza específica (Delgado et al., 2019). Por política nacional el desarrollo ganadero de nuestro país prioriza el incremento de la productividad, pero basándose en la introducción de material genético externo con indicadores productivos altos sin considerar la dificultad de adaptación a las

condiciones adversas de las zonas alto andinas (Hidalgo et al., 2015), esto pone en evidencia un proceso de erosión genética y la probabilidad de que se estén perdiendo genes asociados a la rusticidad y adaptación en su condición de raza primaria del bovino criollo peruano (Rivas et al., 2007).

El componente poblacional del bovino criollo mantiene niveles altos de variabilidad genética, pero es evidente que está sometido a una acelerada erosión (Pereira, 2018) por lo que la necesidad de su conservación ha sido percibido no solo por la comunidad académica y científica sino también por la población rural que lo considera parte de la identidad cultural y protegerlo además también es cuidar la biodiversidad (Eufemia et al., 2019). Dentro de las estrategias de conservación para los recursos genéticos de los animales de interés doméstico o no, está el mantenimiento de animales vivos conocido comúnmente como *in situ* in vivo y la criopreservación de gametos (*in vitro*) denominado como un modelo de conservación *ex situ* (Bolaji et al., 2021). Así las características genéticas del ganado criollo pueden tener importantes implicancias para establecer programas de conservación y formar parte crucial de la seguridad alimentaria (Yalta-Macedo et al., 2021).

Esto conlleva a que se inicien programas o proyectos para estudios de caracterización y conservación de las poblaciones del ganado bovino criollo y que además considerando que en el plan de acción global para los recursos genéticos animales (Boettcher et al., 2012), se recomienda la caracterización morfológica y molecular de estos recursos, tanto en otros países como el nuestro ya se han iniciado estudios con el objetivo de documentar la estructura zoométrica (Espinoza et al., 2009; Contreras et al., 2011; Cevallos-Falquez et al., 2016; Delgado et al., 2019; Cabezas et al., 2019; Encina, 2020) y genética (Bedoya et al. 2003; Lirón et al., 2006; Villasmil-Ontiveros et al., 2008; Aquino et al., 2008; Armstrong et al., 2013; Aguirre et al., 2014a; Vallejo et al., 2014; Cordero-Solórzano et al., 2015; Ocampo et al., 2020) de las poblaciones de bovino criollo.

Por otro lado, hablar de calidad de carne es un indicador complejo y subjetivo porque se le atribuye factores culturales, desarrollo de la tecnología, tipo de mercado, individuo que evalúan el producto, entre otros. Además, la tendencia actual del consumidor es demandar productos de buena calidad, lo cual comprende varios componentes y además está determinada por muchos factores (Robinson et al., 2012) como los indicadores fisicoquímicos como el pH, terneza, jugosidad, sabor y color (Vásquez et al., 2012;

Torres-Rodríguez et al., 2015), siendo la ternera uno de los que más influye al momento de su adquisición por el consumidor (Juszczuk-Kubiak et al., 2008), ya que es responsable de notables variaciones en la palatabilidad del producto final (Lara et al., 2005). Estos indicadores pueden estar influenciados por factores como la edad, sexo, raza, manejo del animal antes del faenado, condiciones durante el sacrificio, actividad proteolítica *post-mortem*, contenido y densidad de fibra en el músculo, y cantidad, tipo y disposición de la grasa (Chriki et al., 2013), siendo susceptibles a cambios determinados por factores genéticos, el ambiente y la interacción genotipo-ambiente (Wheeler et al., 2005; Gonçalves et al., 2018).

Desafortunadamente la ternera y otros fenotipos asociados con la calidad de la carne, como el color, son difíciles de medir directamente y solo se pueden determinar después de sacrificar a un animal (Mateescu et al., 2017). Hasta ahora comúnmente la ternera de la carne se mide por la fuerza de corte de Warner-Bratzler (Destefanis et al., 2008; Novaković y Tomašević, 2017) el cual mide la fuerza que se necesita para cortar un cubo de carne de 1.27 cm bajo condiciones uniformes de cocción, a través de esta medida se obtiene un indicador de ternera que es comparable con la posible reacción de sensación que se tendría al ingerir un corte de carne (Guitou et al., 2008).

Los indicadores fisicoquímicos de la carne tales como el pH, color, pérdidas de agua por goteo, entre otras, son dependientes de factores que podrían darse dentro de las 24 horas previas al sacrificio y posterior al sacrificio (Quispe et al., 2019). Por ejemplo, el color es el más cuestionado por el consumidor al momento de la compra, ya que es un indicador de calidad o estado sanitario, calidad nutricional y maduración adecuada (Braña et al., 2011). En ese contexto, el objetivo de esta investigación es determinar correlaciones de indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos de la región amazonas.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

1.1 Población, muestra y muestreo

La población de los animales fueron todos los bovinos que ingresaron al Centro de Beneficio de la Municipalidad de Chachapoyas, se seleccionaron a 100 bovinos criollos por el muestreo no probabilístico. Los bovinos fueron seleccionados en función a una edad de 2.5 ± 0.74 años, de condición corporal de 2.5 ± 0.3 y todos los animales provenientes de sistemas de crianza al pastoreo.

1.2 Ubicación del estudio

La colección de las muestras fue de bovinos beneficiados en el Centro de Beneficio de la Municipalidad de Chachapoyas. De cada bovino se colectó aproximadamente 100 g de carne del músculo *longissimus dorsi* de la costilla 5 y 6. Las muestras de carne fueron llevadas en *cooler* a Laboratorio de Física de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (de aquí en adelante UNTRM).

1.3 Medición de indicadores

2.3.1. Características del bovino

Se determinó la condición corporal (Ramírez-Lozano y Ríos-Ramírez, 2021), peso vivo con cinta bovinométrica (Otte et al., 1992; Aguirre et al., 2014b) (Figura 1a), peso de carcasa (peso vivo - peso beneficiado) (Figura 1b) y el rendimiento de carcasa ($\text{peso beneficiado} \div \text{peso vivo} \times 100$) (Mitlöhner et al., 2001).

2.3.2. pH

En 2.5 g de carne el pH fue medido (Hanna HI99163, Rumania), para ello, se introdujo el electrodo en dirección de la fibra muscular. Se tomaron 5 mediciones por muestra y el valor final fue la media aritmética (Ribeiro et al., 2021). El pH fue medido a 0 días, 1 día, 2 días, 7 días, 14 días y 21 días (Figura 1c).

2.3.3. Color

El color de la carne se registró con un colorímetro Kónica Minolta (Chroma Meter CR-410, Konica Minolta, Sensing, Inc., Sakai, Japón). Se depositó la carne en una placa Petri y se registró el índice de luminosidad (L^*), índice de rojo a verde (a^*), índice de amarillo a azul (b^*), croma (C^*) y el tono (H^*) (Alizadeh-Sani et al., 2021). El índice de croma se basó en $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y el tono con $\arctan(b^*/a^*)$ (Figura 1d).

2.3.4. Pérdida de agua por cocción

La carne se envaso al vacío y se almacenaron a 2 °C a 1, 2, 7, 14 y 21 días. Pasado el tiempo de almacenamiento, las muestras fueron cocinadas a 71 °C por 50 min en baño maría (RAYPA, BOD-12, España) (Figura 1e). La temperatura se registró con termómetro (BOECO, Alemania), pasado el tiempo de cocción, las muestras fueron enfriadas con agua corriente. Las pérdidas de agua por cocción fueron medido a 0 días, 1 día, 2 días, 7 días, 14 días y 21 días. La pérdida de agua se calculó por diferencia de pesos (Pang et al., 2021).

$$\text{Pérdida de agua por cocción (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

2.3.5. Pérdida de agua por goteo

En un frasco de vidrio se suspendió 2.5 g de carne y se refrigeró (Bosch, KAN58A40J, Corea del Sur) durante 1 y 2 días. Pasado el tiempo, la pérdida de agua por goteo fue determinado según Ishaq et al. (2020) (Figura 1f), basado en la fórmula:

$$\text{Pérdida de agua por goteo (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

2.3.6. Humedad

En placa Petri (Steriplan, República Checa) se colocó 2.5 g de carne y se llevó a estufa (Memmert, UN55, Alemania) para determinar la humedad (Figura 1g). La humedad se determinó a 1 y 2 días en estufa a 100 °C y se expresó en porcentaje.

$$Humedad (\%) = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

2.3.7. Perfil de textura

Se determinó a la adhesividad, cohesividad, fuerza de corte de Warner-Bratzler, elasticidad, gomosidad y masticabilidad. Primero se maduraron las muestras a 2 °C, pasado cada tiempo (0, 7, 14 y 21 días), la carne fue cocinada en baño maría a 71 °C por 50 min y luego se enfrió con agua directa. La carne se subdividió en 5 partes iguales de 1.27 mm, con corte directo a la fibra. Se aplicó una velocidad de corte de 20 cm/min y una capacidad de 25 kg a cada muestra con una cuchilla roma perpendicular a la fibra muscular (Saifullah et al., 2021) en un CT3TM Texture Analyzer (Brookfield Engineering Labs, Inc., TexturePro CT V1.8 Build 31, Canadá) (Figura 1h).

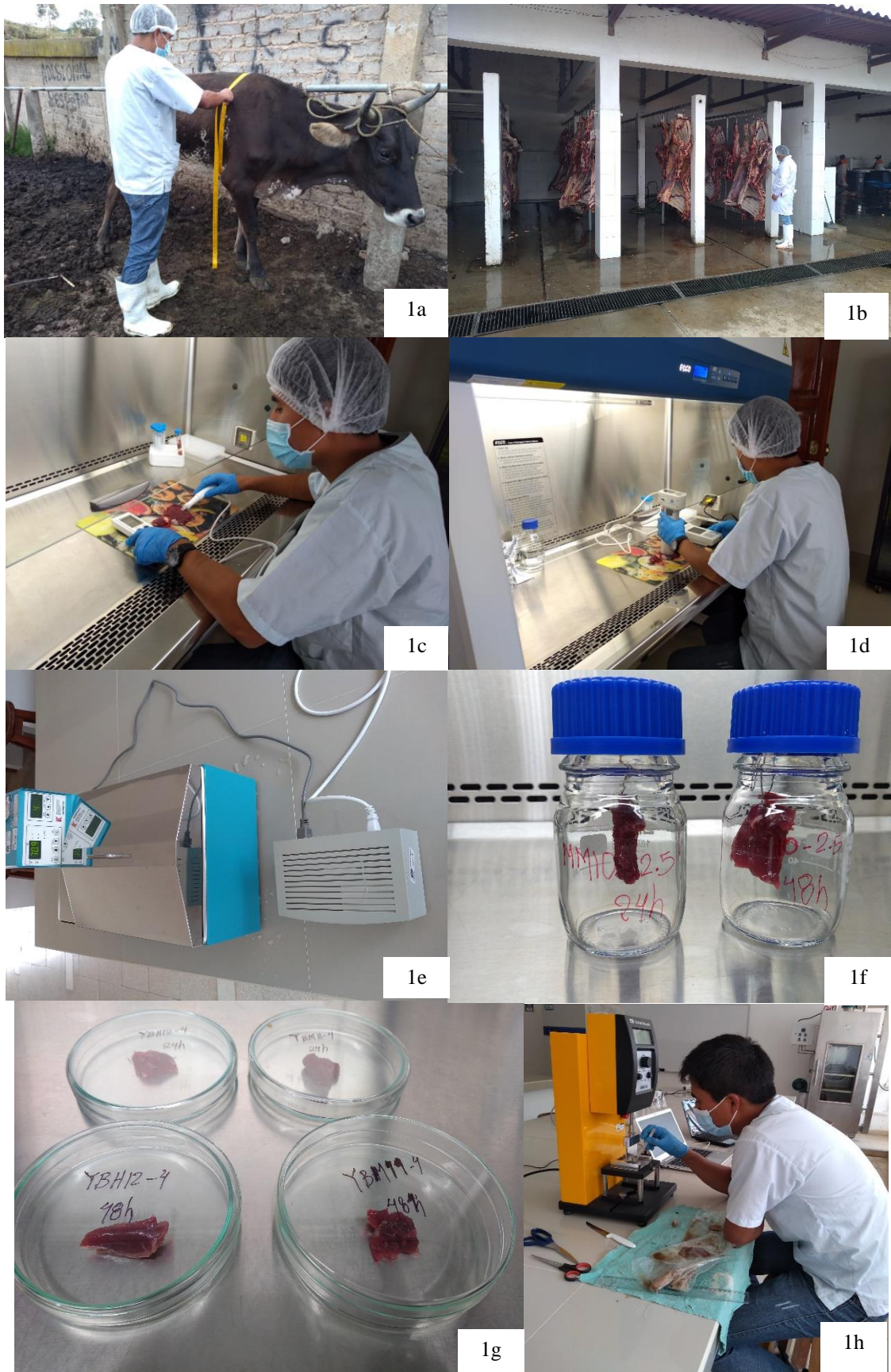


Figura 1. Características del animal, indicadores fisicoquímicos y perfil de textura de la carne. 1a: peso vivo, 1b: peso de carcasa, 1c: pH, 1d: color, 1e: pérdida de agua por cocción, 1f: pérdida de agua por goteo, 1g: humedad, 1h: perfil de textura

1.4 Análisis estadístico

Las características del animal, el pH, color, pérdida de agua por goteo y cocción, humedad y el perfil de textura se correlacionaron individualmente y todos contra todos con la correlación de Pearson ($p < 0.05$) en RStudio usando el siguiente modelo: `chart.Correlation (nombre de cada indicador, tl.col="black", histogram = TRUE, method = "pearson")` y se plasmaron en figuras en la sección de resultados. Las correlaciones de Pearson para todos los indicadores se usó el modelo: `cor (nombre de cada indicador)` y se plasmaron en tablas en la sección de resultados.

III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta a las medias de características del animal e indicadores fisicoquímicos de la carne. Los valores de pH de todos los días que fueron medidos, la luminosidad, el índice de rojo a verde, el croma o intensidad del color y la humedad muestran variabilidad baja, entre 3.35 y 8.87. La variabilidad para el peso vivo, rendimiento de carcasa, condición corporal, las pérdidas de agua por cocción al día 0, 1 y 7 fueron de tipo media, mientras que los coeficientes de variabilidad de peso de carcasa, índice de amarillo a azul, el tono, las pérdidas de agua por cocción al día 2, 14 y 21, y las pérdidas de agua por goteo fueron altas.

Tabla 1. Valores descriptivos de características del animal e indicadores fisicoquímicos de la carne de 100 bovinos criollos

Características	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
PV (kg)	356.82	201.00	530.00	64.71	18.13
PC (kg)	151.11	76.00	312.00	50.58	33.47
RC (%)	0.42	0.27	0.59	0.08	18.93
CC	2.45	2.00	3.00	0.28	11.40
pH 0d	6.63	6.02	7.26	0.27	4.07
pH 1d	5.82	5.32	7.00	0.23	3.94
pH 2d	5.76	5.18	6.66	0.21	3.70
pH 7d	5.73	5.37	6.54	0.19	3.35
pH 14d	5.74	5.15	6.48	0.21	3.74
pH 21d	5.80	5.43	7.25	0.30	5.15
Luminosidad (L* 0d)	32.24	27.04	37.70	2.02	6.27
Rojo a verde (a* 0d)	16.48	11.95	20.03	1.41	8.56
Amarillo a azul (b* 0d)	1.72	0.002	5.14	0.97	56.42
Intensidad del color (C od)	16.59	12.03	20.38	1.47	8.84
Tonalidad (h 0d)	5.85	0.05	16.02	3.04	51.85
PAPC 0d (%)	22.42	9.60	39.09	4.89	21.81
PAPC 1d (%)	30.00	10.40	67.68	8.50	28.35
PAPC 2d (%)	30.41	5.04	69.77	10.15	33.39
PAPC 7d (%)	20.62	1.06	32.64	6.03	29.22
PAPC 14d (%)	21.76	5.94	58.21	7.17	32.95
PAPC 21d (%)	20.89	5.82	51.28	6.67	31.94
PAPG 1d (%)	2.17	0.13	12.36	1.76	81.33
PAPG 2d (%)	2.29	0.20	15.83	2.11	92.24
Humedad 1d (%)	75.67	46.34	88.77	4.33	5.72
Humedad 2d (%)	74.78	33.93	88.43	6.63	8.87

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo

En la Tabla 2 se registra los valores descriptivos del perfil de textura de la carne de 100 bovinos criollos. La adhesividad en el día 21, cohesividad en el día 14, elasticidad del día

0, 7, 14 y 21 muestran variabilidad media y los otros indicadores del perfil de textura muestras variabilidad alta.

Tabla 2. Valores descriptivos del perfil de textura de la carne de 100 bovinos criollos

Características	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Adhesividad 0d (mJ)	149.65	23.24	632.14	124.56	83.23
Adhesividad 7d (mJ)	220.56	1.08	936.02	208.87	94.70
Adhesividad 14d (mJ)	171.55	15.78	914.54	172.99	100.84
Adhesividad 21d (mJ)	146.07	14.24	786.66	149.12	102.09
Cohesividad 0d	0.95	0.42	1.65	0.24	24.69
Cohesividad 7d	1.23	0.59	7.59	0.90	72.91
Cohesividad 14d	1.08	0.39	2.12	0.24	21.99
Cohesividad 21d	1.25	0.16	5.41	0.59	47.03
FCWB 0d (N)	99.98	30.11	208.71	41.13	41.13
FCWB 7d (N)	94.78	40.23	200.76	33.45	35.29
FCWB 14d (N)	72.39	23.91	192.15	27.16	37.52
FCWB 21d (N)	49.27	21.44	128.82	18.04	36.62
Elasticidad 0d (mm)	24.84	18.05	32.31	3.35	13.48
Elasticidad 7d (mm)	25.68	11.27	39.69	5.29	20.61
Elasticidad 14d (mm)	24.66	8.90	39.53	5.90	23.92
Elasticidad 21d (mm)	24.27	9.92	40.06	6.25	25.74
Gomosidad 0d (N)	92.54	28.55	227.04	40.00	43.23
Gomosidad 7d (N)	92.42	31.66	214.98	33.43	36.17
Gomosidad 14d (N)	72.01	27.40	145.66	26.30	36.53
Gomosidad 21d (N)	51.77	11.06	91.50	17.02	32.88
Masticación 0d (mJ)	2331.58	760.36	6641.90	1060.07	45.47
Masticación 7d (mJ)	2453.55	410.12	6268.08	1153.33	47.01
Masticación 14d (mJ)	1811.00	319.68	5394.64	879.82	48.58
Masticación 21d (mJ)	1318.31	247.42	2888.30	554.20	42.04

En la Figura 2 se muestran las correlaciones de las características del bovino, pH, color, pérdida de agua por cocción, pérdida de agua por goteo y humedad. El peso vivo del animal está directamente correlacionado ($p < 0.01$) con el peso de carcasa, rendimiento de carcasa y condición corporal. El peso de la carcasa se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con el rendimiento de carcasa y la condición corporal, y el rendimiento de carcasa está directamente correlacionada ($p < 0.01$) con la condición corporal del bovino criollo (Figura 2a)

El pH de la carne registrado en el día 1 está correlacionado directamente con el pH del día 2 y 7 ($p < 0.01$), 14 ($p < 0.05$) y 21 ($p < 0.05$). El pH de la carne del día 2 se correlaciona

directamente con el pH del día 7 ($p<0.01$), 14 ($p<0.05$) y 21 ($p<0.01$). El pH de la carne registrado en el día 7 está correlacionado directamente con el pH del día 14 y 21 ($p<0.01$) y el pH del día 14 se correlacionó con el pH de la carne del día 21 ($p<0.01$) (Figura 2b).

La luminosidad de la carne está directamente correlacionada con el índice de rojo a verde (a^* - $p<0.05$), índice de amarillo a azul (b^* - $p<0.01$), croma o intensidad del color (C^* - $p<0.01$) y con el tono (H^* - $p<0.01$). El índice de rojo a verde (a^*) está directamente correlacionado ($p<0.01$) con el índice de amarillo a azul (b^*), con el croma (C^* - $p<0.01$) y con el tono (H^* - $p<0.01$). El índice de amarillo a azul (b^*) se correlaciona directamente con el croma (C^* - $p<0.01$) y con el tono (H^* - $p<0.01$) y el croma (C^*) se correlaciona directamente ($p<0.01$) con el tono (H^*) (Figura 2c).

Las pérdidas de agua por cocción de la carne en el día 0 se correlaciona directamente ($p<0.05$) con las pérdidas de agua por cocción del día 21. Las pérdidas de agua por cocción del día 1 se correlaciona directamente con las pérdidas de agua por cocción del día 2 ($p<0.01$) y 7 ($p<0.05$). La pérdida de agua por cocción del día 7 está correlacionada con las pérdidas de agua por cocción del día 14 ($p<0.05$) y 21 ($p<0.05$) (Figura 2d).

Las pérdidas de agua por goteo del día 1 en carne de bovino criollo se correlaciona directamente ($p<0.01$) con las pérdidas de agua por goteo del día 2 y la humedad del día 1 se correlaciona ($p<0.05$) con la humedad del día 2 (Figura 2e).

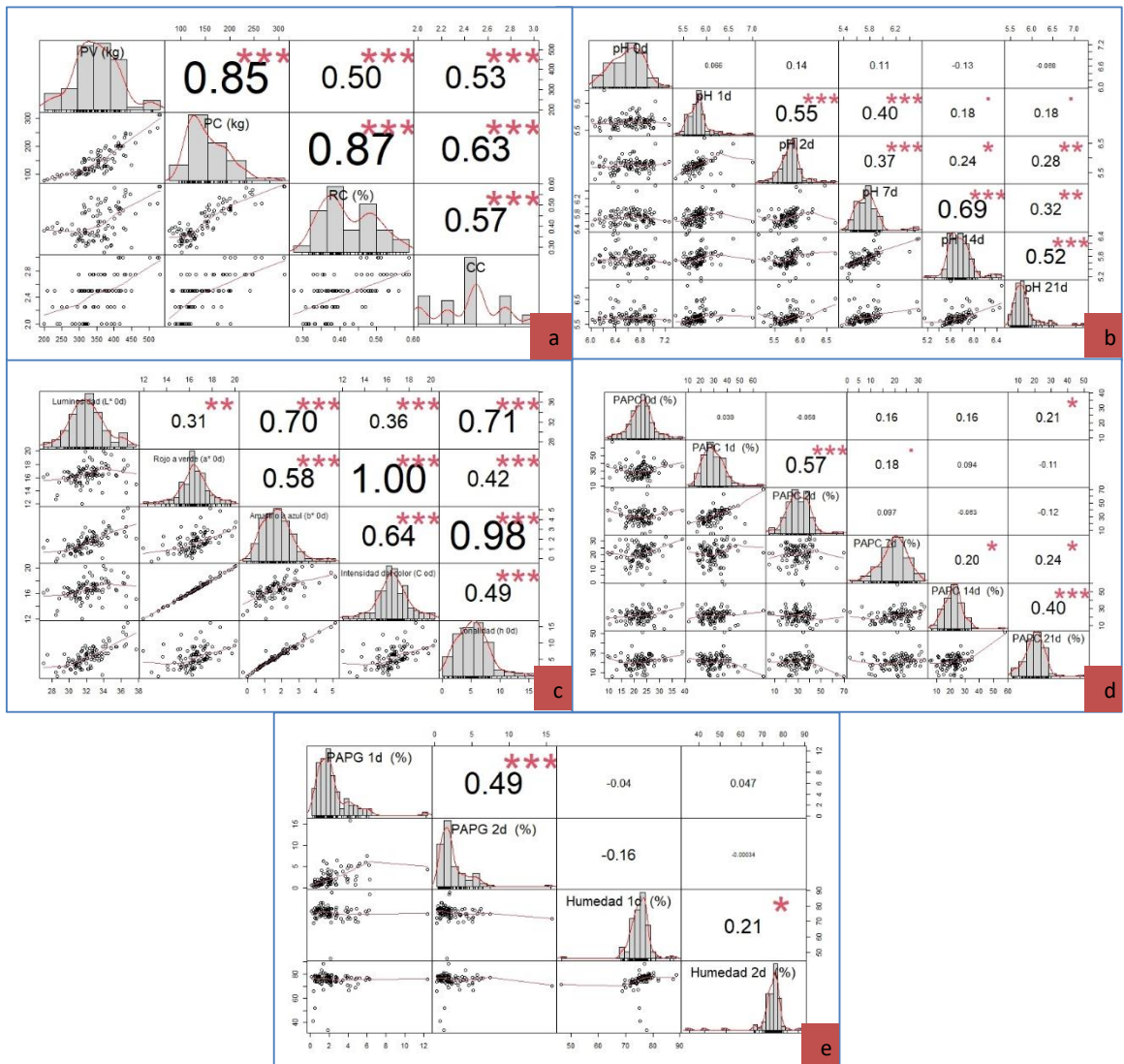


Figura 2. Correlación de indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos. a: características del animal, b: pH, c: color, d: pérdida de agua por cocción, e: pérdida de agua por goteo y humedad

La adhesividad de la carne del día 7 está correlacionada directamente ($p < 0.05$) con la adhesividad del día 21 y la adhesividad del día 14 está correlacionada directamente ($p < 0.01$) con la adhesividad del día 21 (Figura 3a). La cohesividad de la carne del día 0 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la cohesividad del día 21 (Figura 3b).

La fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 0 se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 7 y del día 21 ($p < 0.05$). La fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 7 se correlaciona directamente con la fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 14 ($p < 0.01$) y del día 21 ($p < 0.01$). Asimismo, la fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 14 está directamente correlacionado con la fuerza de corte de Warner-Bratzler del día 21 (Figura 3c).

La elasticidad de la carne del día 0 se correlaciona inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad del día 14 y 21. La elasticidad de la carne del día 7 se correlaciona inversamente con la elasticidad de la carne en el día 14 ($p < 0.01$) y 21 ($p < 0.05$) y la elasticidad del día 14 está correlacionada directamente ($p < 0.01$) (Figura 3d).

La gomosidad de la carne del día 14 está correlacionado directamente ($p < 0.01$) con la gomosidad del día 14 y 21. Además, la gomosidad del día 14 se correlaciona directamente con el día 21 (Figura 3e). La masticabilidad de la carne de bovinos criollos en el día 7 se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del día 14 y 21, y la masticabilidad del día 14 se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del día 21 (Figura 3f).

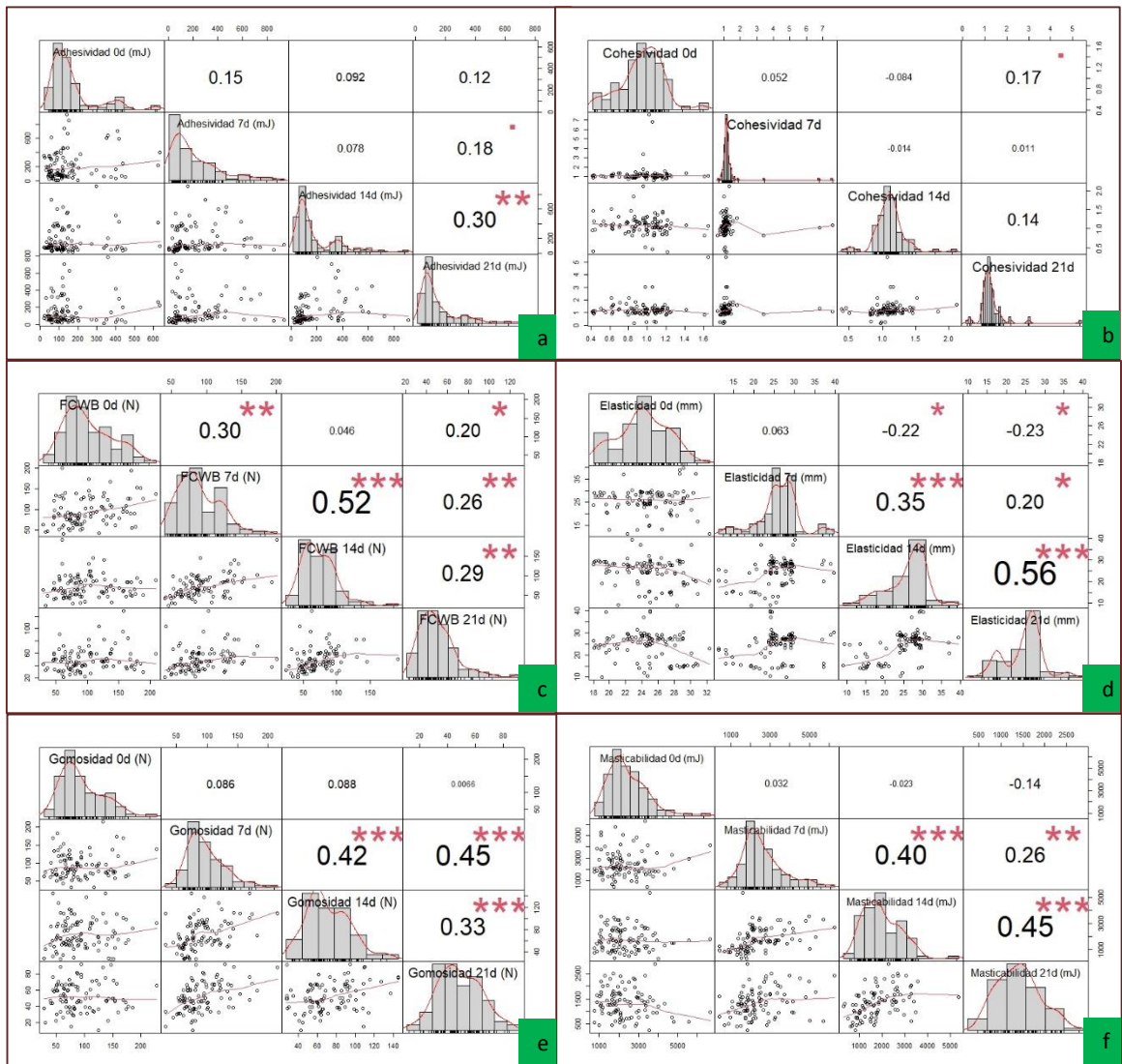


Figura 3. Correlaciones de perfil de textura de carne de bovinos criollos. a: Adhesividad, b: Cohesividad, c: Fuerza de corte de Warner-Bratzler, d: Elasticidad, e: Gomosidad, f: Masticabilidad

En la Tabla 3 se muestra las correlaciones de las características del bovino criollo con el pH de la carne. El peso de la carcasa está inversamente correlacionado ($p < 0.05$) al pH de la carne en el día 2. Lo mismo sucede con el rendimiento de carcasa, que está correlacionado inversamente ($p < 0.01$) con el pH de la carne en el día 2.

Tabla 3. Correlaciones de características del animal con pH de la carne

Indicador	pH de la carne					
	0 días	1 día	2 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.033	-0.166	-0.09	-0.039	0.052	0.058
<i>Sig.</i>	<i>0.746</i>	<i>0.100</i>	<i>0.374</i>	<i>0.701</i>	<i>0.605</i>	<i>0.567</i>
PC (kg)	-0.062	-0.189	-,229*	-0.058	0.054	-0.034
<i>Sig.</i>	<i>0.539</i>	<i>0.06</i>	0.022	<i>0.567</i>	<i>0.591</i>	<i>0.735</i>
RC (%)	-0.064	-0.179	-,290**	-0.074	0.042	-0.088
<i>Sig.</i>	<i>0.528</i>	<i>0.075</i>	0.003	<i>0.464</i>	<i>0.681</i>	<i>0.382</i>
CC	0.038	-0.092	-0.14	-0.086	0.064	0.049
<i>Sig.</i>	<i>0.708</i>	<i>0.362</i>	<i>0.165</i>	<i>0.396</i>	<i>0.529</i>	<i>0.629</i>

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

En la Tabla 4 se muestra los valores de las correlaciones de las características del animal y el pH con el color de la carne, evidenciando una correlación inversa y altamente significativa ($p < 0.01$) que se muestra en el peso vivo y peso de carcasa con el índice de rojo a verde. Asimismo, el peso vivo del bovino se correlacionó inversamente y significativamente ($p < 0.05$) con el índice de amarillo a azul, e inversamente y altamente significativa ($p < 0.01$) con el croma de la carne. El peso de la carcasa de los bovinos fue correlacionado inversamente con el croma de la carne. Además, el pH de la carne medido en el día 14 está directamente correlacionado con el índice de amarillo a azul y el tono de la carne.

Tabla 4. Correlaciones de características del animal y pH con color de la carne

Indicador	Color de la carne				
	L*	a*	b*	C*	H*
PV (kg)	-0.128	-0.356**	-0.215*	-0.349**	-0.184
<i>Sig.</i>	0.204	0.000	0.031	0.000	0.066
PC (kg)	-0.085	-0.268**	-0.177	-,263**	-0.162
<i>Sig.</i>	0.401	0.007	0.078	0.008	0.106
RC (%)	-0.006	-0.091	-0.092	-0.089	-0.099
<i>Sig.</i>	0.957	0.369	0.364	0.379	0.328
CC	0.057	-0.059	0.043	-0.046	0.050
<i>Sig.</i>	0.570	0.559	0.674	0.649	0.618
pH a 0d	-0.137	-0.090	-0.077	-0.094	-0.053
<i>Sig.</i>	0.173	0.372	0.447	0.353	0.601
pH a 1d	0.035	-0.079	0.013	-0.077	0.045
<i>Sig.</i>	0.730	0.434	0.900	0.447	0.654
pH a 2d	0.072	0.024	0.066	0.027	0.077
<i>Sig.</i>	0.478	0.813	0.515	0.789	0.446
pH a 7d	0.059	-0.132	0.108	-0.116	0.147
<i>Sig.</i>	0.557	0.191	0.285	0.250	0.145
pH a 14d	0.148	0.014	0.212*	0.033	0.215*
<i>Sig.</i>	0.140	0.888	0.034	0.743	0.031
pH a 21d	0.082	0.090	0.167	0.101	0.159
<i>Sig.</i>	0.420	0.373	0.097	0.317	0.114

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

Las correlaciones de características del animal, pH y color con pérdidas de agua por cocción se registran en la Tabla 5. El rendimiento de carcasa está directamente correlacionado ($p < 0.05$) con las pérdidas de agua por cocción del día 21. El pH de la carne en el día 0 está inversamente correlacionado ($p < 0.05$) con las pérdidas de agua por cocción del día 1. El pH de la carne en el día 1 está inversamente correlacionado ($p < 0.01$) con las pérdidas de agua por cocción del día 1 y 2; este mismo fenómeno se registró en el pH de la carne en el día 2, el cual se correlacionó inversamente ($p < 0.01$) con las pérdidas de agua por cocción del día 1 y 2. Asimismo, el pH de la carne en el día 7 está inversamente correlacionado ($p < 0.05$) con las pérdidas de agua por cocción del día 1 y 7. El índice de rojo a verde está directamente correlacionado ($p < 0.05$) con las pérdidas de agua por cocción del día 7.

Tabla 5. Correlaciones de características del animal, pH y color con pérdidas de agua por cocción (PAPC)

Indicador	Pérdidas de agua por cocción (%)					
	0 días	1 día	2 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	0.065	-0.043	-0.059	-0.056	0.030	0.079
Sig.	0.523	0.669	0.558	0.581	0.771	0.432
PC (kg)	-0.014	-0.043	-0.108	0.052	0.078	0.174
Sig.	0.887	0.671	0.287	0.610	0.438	0.083
RC (%)	-0.080	-0.035	-0.120	0.132	0.114	0.242*
Sig.	0.427	0.730	0.233	0.189	0.261	0.015
CC	0.091	0.120	-0.068	0.106	-0.042	0.103
Sig.	0.366	0.235	0.499	0.294	0.682	0.310
pH a 0d	0.111	-0.216*	-0.171	0.041	-0.049	-0.077
Sig.	0.272	0.031	0.089	0.687	0.631	0.445
pH a 1d	0.162	-0.363**	-0.346**	-0.150	-0.092	-0.039
Sig.	0.107	0.000	0.000	0.137	0.365	0.697
pH a 2d	0.178	-0.263**	-0.264**	-0.125	-0.086	-0.167
Sig.	0.076	0.008	0.008	0.214	0.394	0.097
pH a 7d	-0.113	-0.257**	-0.131	-0.243*	-0.085	-0.086
Sig.	0.263	0.010	0.193	0.015	0.398	0.394
pH a 14d	-0.021	-0.063	0.036	-0.135	0.106	0.082
Sig.	0.836	0.530	0.723	0.182	0.292	0.419
pH a 21d	0.091	0.129	0.087	-0.085	-0.009	-0.109
Sig.	0.368	0.201	0.392	0.400	0.930	0.281
L*	-0.036	0.109	0.135	-0.079	-0.099	-0.017
Sig.	0.719	0.281	0.182	0.435	0.328	0.868
a*	0.067	0.147	0.164	0.203*	-0.073	-0.084
Sig.	0.511	0.145	0.104	0.043	0.471	0.405
b*	-0.149	0.110	0.166	-0.014	-0.076	-0.110
Sig.	0.138	0.275	0.098	0.889	0.450	0.274
C*	0.054	0.152	0.171	0.195	-0.068	-0.084
Sig.	0.596	0.130	0.088	0.052	0.500	0.404
H*	-0.194	0.077	0.138	-0.060	-0.097	-0.125
Sig.	0.054	0.445	0.171	0.551	0.338	0.216

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

El pH de la carne en el día 1 está inversamente correlacionado ($p < 0.05$) con la humedad de la carne en el día 2, un similar efecto se da en el día 7, donde el pH de la carne se correlacionó ($p < 0.01$) inversamente con la humedad del día 2. Las pérdidas de agua por cocción del día 1 y 2 están correlacionados directamente ($p < 0.05$) con las pérdidas de agua por goteo del día 1 y las pérdidas de agua por cocción del día 7 se correlacionaron directamente ($p < 0.05$) con la humedad de la carne del día 1 (Tabla 6).

Tabla 6. Correlaciones de características del animal, pH, color y PAPC con pérdidas de agua por goteo y humedad

Indicador	Pérdida de agua por goteo (%)		Humedad de la carne (%)	
	1 día	2 días	1 día	2 días
PV (kg)	0.041	0.053	-0.083	-0.073
<i>Sig.</i>	<i>0.687</i>	<i>0.598</i>	<i>0.414</i>	<i>0.470</i>
PC (kg)	0.009	0.018	0.057	-0.075
<i>Sig.</i>	<i>0.930</i>	<i>0.862</i>	<i>0.570</i>	<i>0.459</i>
RC (%)	-0.012	-0.012	0.179	-0.029
<i>Sig.</i>	<i>0.907</i>	<i>0.904</i>	<i>0.075</i>	<i>0.775</i>
CC	0.068	-0.010	0.058	-0.008
<i>Sig.</i>	<i>0.499</i>	<i>0.920</i>	<i>0.568</i>	<i>0.936</i>
pH a 0d	-0.085	-0.040	-0.021	-0.032
<i>Sig.</i>	<i>0.402</i>	<i>0.690</i>	<i>0.838</i>	<i>0.755</i>
pH a 1d	-0.097	-0.021	0.054	-,224*
<i>Sig.</i>	<i>0.336</i>	<i>0.836</i>	<i>0.596</i>	0.025
pH a 2d	0.022	0.124	0.002	-0.140
<i>Sig.</i>	<i>0.830</i>	<i>0.218</i>	<i>0.981</i>	<i>0.165</i>
pH a 7d	-0.021	0.013	-0.112	-,266**
<i>Sig.</i>	<i>0.833</i>	<i>0.897</i>	<i>0.269</i>	0.008
pH a 14d	0.193	0.062	-0.002	-0.101
<i>Sig.</i>	<i>0.055</i>	<i>0.538</i>	<i>0.982</i>	<i>0.319</i>
pH a 21d	0.190	0.111	-0.093	-0.082
<i>Sig.</i>	<i>0.058</i>	<i>0.272</i>	<i>0.359</i>	<i>0.418</i>
L*	0.117	-0.023	0.101	-0.030
<i>Sig.</i>	<i>0.247</i>	<i>0.817</i>	<i>0.316</i>	<i>0.764</i>
a*	0.110	-0.027	-0.055	0.184
<i>Sig.</i>	<i>0.278</i>	<i>0.790</i>	<i>0.589</i>	<i>0.067</i>
b*	0.161	0.031	-0.043	0.058
<i>Sig.</i>	<i>0.109</i>	<i>0.758</i>	<i>0.674</i>	<i>0.565</i>
C*	0.121	-0.020	-0.056	0.180
<i>Sig.</i>	<i>0.229</i>	<i>0.846</i>	<i>0.581</i>	<i>0.073</i>
H*	0.157	0.045	-0.031	0.044
<i>Sig.</i>	<i>0.119</i>	<i>0.660</i>	<i>0.757</i>	<i>0.662</i>
PAPC 0d (%)	-0.005	0.067	0.019	0.008
<i>Sig.</i>	<i>0.958</i>	<i>0.509</i>	<i>0.850</i>	<i>0.940</i>
PAPC 1d (%)	,334**	0.089	0.117	0.059
<i>Sig.</i>	0.001	<i>0.379</i>	<i>0.247</i>	<i>0.558</i>
PAPC 2d (%)	,210*	-0.057	0.044	-0.043
<i>Sig.</i>	0.036	<i>0.570</i>	<i>0.667</i>	<i>0.672</i>
PAPC 7d (%)	0.088	-0.016	,249*	0.176
<i>Sig.</i>	<i>0.385</i>	<i>0.874</i>	0.012	<i>0.081</i>
PAPC 14d (%)	0.131	0.168	0.182	0.118
<i>Sig.</i>	<i>0.193</i>	<i>0.096</i>	<i>0.069</i>	<i>0.243</i>
PAPC 21d (%)	-0.056	0.023	0.186	0.033
<i>Sig.</i>	<i>0.579</i>	<i>0.820</i>	<i>0.064</i>	<i>0.744</i>

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

En la Tabla 7 se muestran las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG y humedad con adhesividad de la carne. Existe correlación inversa ($p < 0.05$) de peso de la carcas y rendimiento de la carcasa con la adhesividad de la carne en el día 1 de conservación o maduración. El pH de la carne del día 7 de maduración está correlacionado inversamente ($p < 0.01$; $p < 0.05$) con la adhesividad del día 14 y 21. Las pérdidas de agua por cocción en el día 0 y 1 están directamente correlacionados con la adhesividad de la carne madurada hasta el día 14, y las pérdidas de agua por cocción en el día 1, 7 y 14 están directamente correlacionadas con la adhesividad de la carne madurada hasta el día 21.

Tabla 7. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG y humedad con adhesividad de la carne

Indicador	Adhesividad (mJ) de la carne			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.186	-0.040	-0.007	0.036
<i>Sig.</i>	0.064	0.691	0.947	0.724
PC (kg)	-0.229*	-0.110	-0.067	0.019
<i>Sig.</i>	0.022	0.277	0.505	0.850
RC (%)	-0.236*	-0.135	-0.109	-0.006
<i>Sig.</i>	0.018	0.179	0.282	0.949
CC	-0.151	-0.050	-0.003	0.049
<i>Sig.</i>	0.133	0.621	0.978	0.631
pH a 0d	0.021	-0.053	-0.039	-0.049
<i>Sig.</i>	0.832	0.602	0.699	0.630
pH a 1d	-0.033	0.000	-0.147	-0.086
<i>Sig.</i>	0.745	0.999	0.143	0.396
pH a 2d	-0.020	-0.095	-0.162	-0.181
<i>Sig.</i>	0.847	0.349	0.108	0.071
pH a 7d	0.086	-0.063	-0.306**	-0.212*
<i>Sig.</i>	0.393	0.533	0.002	0.035
pH a 14d	0.004	-0.050	-0.110	-0.154
<i>Sig.</i>	0.967	0.624	0.277	0.127
pH a 21d	-0.093	-0.018	0.090	0.107
<i>Sig.</i>	0.359	0.859	0.375	0.289
L*	-0.077	0.000	-0.021	-0.113
<i>Sig.</i>	0.446	1.000	0.839	0.264
a*	0.178	0.060	0.121	0.012
<i>Sig.</i>	0.076	0.551	0.230	0.908
b*	0.003	0.011	0.002	-0.041
<i>Sig.</i>	0.978	0.913	0.987	0.688
C*	0.167	0.052	0.120	0.009
<i>Sig.</i>	0.097	0.604	0.233	0.929
H*	-0.026	0.019	-0.048	-0.045
<i>Sig.</i>	0.800	0.849	0.638	0.654
PAPC 0d (%)	0.103	0.110	0.338**	-0.007
<i>Sig.</i>	0.308	0.275	0.001	0.942
PAPC 1d (%)	0.027	0.082	0.338**	0.338**
<i>Sig.</i>	0.788	0.419	0.001	0.001

PAPC 2d (%)	0.027	0.131	0.092	0.197*
<i>Sig.</i>	0.788	0.192	0.365	0.049
PAPC 7d (%)	0.074	0.105	-0.010	0.222*
<i>Sig.</i>	0.465	0.298	0.918	0.026
PAPC 14d (%)	-0.037	0.035	-0.068	-0.102
<i>Sig.</i>	0.712	0.733	0.503	0.311
PAPC 21d (%)	0.085	0.093	-0.031	-0.035
<i>Sig.</i>	0.403	0.356	0.760	0.731
PAPG 1d (%)	-0.128	-0.140	-0.052	-0.139
<i>Sig.</i>	0.203	0.164	0.609	0.169
PAPG 2d (%)	-0.129	-0.098	-0.032	-0.157
<i>Sig.</i>	0.202	0.334	0.753	0.120
Humedad a 1d (%)	-0.159	-0.151	-0.012	0.104
<i>Sig.</i>	0.222	0.133	0.907	0.302
Humedad a 2d (%)	0.042	0.006	-0.026	0.028
<i>Sig.</i>	0.576	0.954	0.795	0.782

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, mJ: mega Jouls, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

En la Tabla 8 se muestran las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad y adhesividad con cohesividad de la carne. El pH de la carne en el día 0 está directamente correlacionado ($p < 0.05$) con la cohesividad a los 21 días de maduración de la carne y el pH en el día 21 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la cohesividad del día 0.

Las pérdidas de agua por cocción en el día 1 están directamente correlacionados ($p < 0.05$) con la cohesividad de día 0 y 21, pero inversamente correlacionadas ($p < 0.01$) con la cohesividad del día 14. Efecto similar se observó en el pH de la carne en el día 2, donde se correlacionó directamente con la cohesividad de la carne madurada del día 0 y 21. Sin embargo, las pérdidas de agua por goteo registradas en el día 7 está correlacionado inversamente ($p < 0.05$) con la cohesividad de la carne madurada hasta en el día 7 y las pérdidas de agua por cocción del día 21 está inversamente correlacionado ($p < 0.01$) con la cohesividad del día 21.

en el día 1 están correlacionadas directamente ($p < 0.05$) con la cohesividad de la carne madurada hasta los 21 días. La adhesividad del día 14 se correlacionó directamente ($p < 0.05$) con la cohesividad del día 0 e inversamente ($p < 0.05$) se mostró con la cohesividad del día 14.

Tabla 8. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad y adhesividad con cohesividad de la carne

Indicador	Cohesividad de la carne			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.116	0.141	0.016	-0.125
<i>Sig.</i>	<i>0.251</i>	<i>0.162</i>	<i>0.874</i>	<i>0.215</i>
PC (kg)	-0.052	0.139	-0.004	-0.129
<i>Sig.</i>	<i>0.604</i>	<i>0.167</i>	<i>0.969</i>	<i>0.201</i>
RC (%)	0.028	0.108	-0.010	-0.124
<i>Sig.</i>	<i>0.782</i>	<i>0.285</i>	<i>0.918</i>	<i>0.219</i>
CC	0.085	0.123	0.011	0.075
<i>Sig.</i>	<i>0.398</i>	<i>0.224</i>	<i>0.913</i>	<i>0.457</i>
pH a 0d	-0.164	-0.140	0.023	0.236*
<i>Sig.</i>	<i>0.102</i>	<i>0.163</i>	<i>0.821</i>	<i>0.018</i>
pH a 1d	-0.014	-0.017	0.017	0.000
<i>Sig.</i>	<i>0.888</i>	<i>0.867</i>	<i>0.867</i>	<i>0.999</i>
pH a 2d	-0.142	0.007	0.080	0.051
<i>Sig.</i>	<i>0.159</i>	<i>0.942</i>	<i>0.428</i>	<i>0.615</i>
pH a 7d	-0.123	-0.175	0.056	-0.013
<i>Sig.</i>	<i>0.224</i>	<i>0.081</i>	<i>0.579</i>	<i>0.900</i>
pH a 14d	0.024	-0.152	0.099	-0.055
<i>Sig.</i>	<i>0.811</i>	<i>0.131</i>	<i>0.329</i>	<i>0.585</i>
pH a 21d	0.198*	-0.100	-0.151	-0.041
<i>Sig.</i>	<i>0.048</i>	<i>0.322</i>	<i>0.134</i>	<i>0.686</i>
L*	0.005	0.013	0.033	0.056
<i>Sig.</i>	<i>0.962</i>	<i>0.898</i>	<i>0.746</i>	<i>0.579</i>
a*	0.152	-0.003	-0.174	-0.001
<i>Sig.</i>	<i>0.132</i>	<i>0.976</i>	<i>0.084</i>	<i>0.990</i>
b*	0.045	-0.009	0.023	0.110
<i>Sig.</i>	<i>0.653</i>	<i>0.930</i>	<i>0.817</i>	<i>0.278</i>
C*	0.150	-0.005	-0.167	0.009
<i>Sig.</i>	<i>0.136</i>	<i>0.958</i>	<i>0.097</i>	<i>0.925</i>
H*	0.000	-0.006	0.060	0.118
<i>Sig.</i>	<i>0.997</i>	<i>0.951</i>	<i>0.553</i>	<i>0.242</i>
PAPC 0d (%)	-0.002	0.011	-0.168	0.003
<i>Sig.</i>	<i>0.988</i>	<i>0.912</i>	<i>0.096</i>	<i>0.980</i>
PAPC 1d (%)	0.216*	0.053	-0.316**	0.226*
<i>Sig.</i>	<i>0.031</i>	<i>0.599</i>	<i>0.001</i>	<i>0.024</i>
PAPC 2d (%)	0.224*	-0.006	-0.008	0.239*
<i>Sig.</i>	<i>0.025</i>	<i>0.956</i>	<i>0.936</i>	<i>0.017</i>
PAPC 7d (%)	-0.045	-0.248*	-0.030	0.037
<i>Sig.</i>	<i>0.657</i>	<i>0.013</i>	<i>0.768</i>	<i>0.715</i>
PAPC 14d (%)	0.051	0.131	-0.033	-0.170
<i>Sig.</i>	<i>0.611</i>	<i>0.194</i>	<i>0.748</i>	<i>0.091</i>
PAPC 21d (%)	-0.026	-0.022	-0.068	-0.281**
<i>Sig.</i>	<i>0.795</i>	<i>0.827</i>	<i>0.503</i>	<i>0.005</i>
PAPG 1d (%)	0.049	0.064	-0.044	0.217*
<i>Sig.</i>	<i>0.629</i>	<i>0.530</i>	<i>0.666</i>	<i>0.030</i>
PAPG 2d (%)	0.016	0.043	-0.148	0.085
<i>Sig.</i>	<i>0.873</i>	<i>0.674</i>	<i>0.141</i>	<i>0.399</i>
Humedad a 1d (%)	0.149	-0.069	0.087	0.161
<i>Sig.</i>	<i>0.139</i>	<i>0.493</i>	<i>0.391</i>	<i>0.111</i>
Humedad a 2d (%)	-0.085	-0.001	0.049	-0.067
<i>Sig.</i>	<i>0.399</i>	<i>0.994</i>	<i>0.629</i>	<i>0.506</i>

Adhesividad 0d (mJ)	-0.006	-0.061	-0.136	-0.072
<i>Sig.</i>	<i>0.956</i>	<i>0.544</i>	<i>0.177</i>	<i>0.476</i>
Adhesividad 7d (mJ)	0.009	-0.016	0.135	-0.013
<i>Sig.</i>	<i>0.929</i>	<i>0.871</i>	<i>0.180</i>	<i>0.902</i>
Adhesividad 14d (mJ)	0.232*	0.123	-0.201*	0.014
<i>Sig.</i>	0.020	<i>0.222</i>	0.044	<i>0.888</i>
Adhesividad 21d (mJ)	-0.026	0.027	-0.075	-0.076
<i>Sig.</i>	<i>0.798</i>	<i>0.788</i>	<i>0.456</i>	<i>0.453</i>

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, mJ: mega Jouls, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

Las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad y cohesividad con la fuerza de corte de Warner–Bratzler (FCWB) de la carne se muestran en la Tabla 9. De las características del animal, el peso de carcasa y el rendimiento de carcasa están correlacionados directamente ($p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler a los 21 días de maduración de la carne.

El pH de la carne en el día 0, 1 y 2 están inversamente correlacionados ($p < 0.01$; $p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0, el pH de la carne registrado en los días 7 y 14 están inversamente correlacionados ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en los días 7 y 14 de maduración de la carne. Asimismo, el pH de la carne en los días 2, 7 y 14 están correlacionados inversamente ($p < 0.01$; $p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler de la carne a los 21 días y el pH de la carne en el día 21 también se correlacionó inversamente ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler de la carne al día 0 (Tabla 9).

Las pérdidas de agua por cocción registradas en el día 0 está inversamente correlacionado ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0, pero las pérdidas de agua por cocción en el día 1 se correlacionan directamente ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en el día 14, al igual que, las pérdidas de agua por cocción en el día 7 están correlacionadas directamente ($p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en los días 7 y 21 y las pérdidas de agua por cocción en el día 21 se correlacionan directamente ($p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en el día 21 (Tabla 9).

Las pérdidas de agua por goteo de la carne en el día 1 se correlacionan inversamente ($p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en el día 21, y la humedad del día 1 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler en el día 21 (Tabla 9).

La adhesividad de la carne registrado en el día 0, 7, 14 y 21 está directamente correlacionado ($p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0, 7, 14 y 21, respectivamente. Sin embargo, la cohesividad en el día 0, 14 y 21 se correlaciona inversamente ($p < 0.05$; $p < 0.01$) con la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0, 14 y 21 (Tabla 9).

Tabla 9. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad y cohesividad con la fuerza de corte de Warner–Bratzler (FCWB) de la carne

Indicador	Fuerza de corte de Warner–Bratzler (N)			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.014	-0.097	-0.145	0.160
<i>Sig.</i>	0.892	0.335	0.150	0.112
PC (kg)	-0.011	-0.107	-0.128	0.219*
<i>Sig.</i>	0.914	0.287	0.205	0.028
RC (%)	-0.015	-0.084	-0.094	0.237*
<i>Sig.</i>	0.885	0.409	0.353	0.018
CC	-0.147	-0.067	-0.130	0.081
<i>Sig.</i>	0.146	0.507	0.197	0.424
pH a 0d	-0.311**	0.036	-0.068	-0.044
<i>Sig.</i>	0.002	0.725	0.501	0.665
pH a 1d	-0.239*	-0.099	-0.189	-0.169
<i>Sig.</i>	0.017	0.325	0.059	0.094
pH a 2d	-0.241*	-0.130	-0.167	-0.341**
<i>Sig.</i>	0.016	0.196	0.096	0.001
pH a 7d	-0.149	-0.307**	-0.251*	-0.272**
<i>Sig.</i>	0.139	0.002	0.012	0.006
pH a 14d	-0.097	-0.318**	-0.241*	-0.209*
<i>Sig.</i>	0.338	0.001	0.016	0.037
pH a 21d	-0.311**	-0.161	-0.151	-0.166
<i>Sig.</i>	0.002	0.110	0.134	0.099
L*	0.001	0.026	0.056	0.075
<i>Sig.</i>	0.995	0.800	0.580	0.459
a*	-0.127	0.077	0.039	-0.030
<i>Sig.</i>	0.208	0.448	0.701	0.766
b*	-0.111	-0.013	0.087	-0.028
<i>Sig.</i>	0.273	0.897	0.391	0.785
C*	-0.135	0.067	0.046	-0.031
<i>Sig.</i>	0.181	0.507	0.652	0.760
H*	-0.088	-0.018	0.071	-0.029
<i>Sig.</i>	0.383	0.861	0.482	0.776
PAPC 0d (%)	-0.282**	-0.038	-0.019	-0.163
<i>Sig.</i>	0.005	0.709	0.851	0.105
PAPC 1d (%)	-0.062	0.113	0.387**	0.175
<i>Sig.</i>	0.538	0.262	0.000	0.081
PAPC 2d (%)	0.112	0.132	0.119	0.165
<i>Sig.</i>	0.268	0.190	0.239	0.101
PAPC 7d (%)	-0.009	0.201*	0.154	0.276**
<i>Sig.</i>	0.930	0.045	0.127	0.006
PAPC 14d (%)	0.069	0.004	0.029	0.031
<i>Sig.</i>	0.493	0.965	0.774	0.758

PAPC 21d (%)	0.132	0.006	-0.032	0.257**
<i>Sig.</i>	<i>0.189</i>	<i>0.951</i>	<i>0.751</i>	0.010
PAPG 1d (%)	-0.083	-0.081	-0.023	-0.216*
<i>Sig.</i>	<i>0.410</i>	<i>0.423</i>	<i>0.821</i>	0.031
PAPG 2d (%)	-0.129	-0.109	-0.048	-0.157
<i>Sig.</i>	<i>0.200</i>	<i>0.283</i>	<i>0.633</i>	<i>0.120</i>
Humedad a 1d (%)	-0.003	-0.101	0.051	0.228*
<i>Sig.</i>	<i>0.976</i>	<i>0.316</i>	<i>0.615</i>	0.022
Humedad a 2d (%)	0.096	-0.083	-0.012	-0.001
<i>Sig.</i>	<i>0.342</i>	<i>0.410</i>	<i>0.907</i>	<i>0.996</i>
Adhesividad 0d (mJ)	0.226*	0.068	0.000	-0.015
<i>Sig.</i>	0.024	<i>0.501</i>	<i>0.999</i>	<i>0.886</i>
Adhesividad 7d (mJ)	0.118	0.406**	0.071	0.109
<i>Sig.</i>	<i>0.241</i>	0.000	<i>0.481</i>	<i>0.281</i>
Adhesividad 14d (mJ)	-0.159	-0.088	0.324**	0.040
<i>Sig.</i>	<i>0.113</i>	<i>0.385</i>	0.001	<i>0.694</i>
Adhesividad 21d (mJ)	-0.069	-0.052	0.018	0.369**
<i>Sig.</i>	<i>0.497</i>	<i>0.606</i>	<i>0.860</i>	0.000
Cohesividad 0d	-0.218*	-0.027	0.164	0.072
<i>Sig.</i>	0.030	<i>0.790</i>	<i>0.104</i>	<i>0.479</i>
Cohesividad 7d	-0.015	-0.144	-0.066	-0.048
<i>Sig.</i>	<i>0.882</i>	<i>0.154</i>	<i>0.514</i>	<i>0.634</i>
Cohesividad 14d	0.093	-0.089	-0.261**	-0.143
<i>Sig.</i>	<i>0.356</i>	<i>0.380</i>	0.009	<i>0.155</i>
Cohesividad 21d	-0.222*	0.064	0.108	-0.212*
<i>Sig.</i>	0.027	<i>0.529</i>	<i>0.285</i>	0.034

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, FCWB 0d, 7d, 14d y 21d: fuerza de corte de Warner–Bratzler a 0, 7, 14 y 21 días, mJ: mega Jouls, N: Newton, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

En la Tabla 10 se muestran las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad y FCWB con la elasticidad de la carne. El peso vivo del animal se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la elasticidad de la carne en el día 21. La condición corporal de bovino se correlaciona inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad de la carne en el día 7.

El pH de la carne registrado en el día 0 y 1 se correlacionan directamente ($p < 0.05$) con la elasticidad de la carne en el día 7. La luminosidad y el cromo de la carne se correlacionan inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad en el día 21, al igual que, las pérdidas de agua por cocción del día 2 y 21 se correlacionan inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad de la carne en el día 21 y 0, respectivamente (Tabla 10).

La adhesividad de día 0 está correlacionado directamente ($p < 0.01$) con la elasticidad del día 0, la adhesividad del día 7 está directamente correlacionado ($p < 0.01$) con la elasticidad

de los días 7 y 14. La adhesividad del día 14 está directamente correlacionado ($p < 0.01$) con la elasticidad de los días 14 y 21, al igual que, la adhesividad del día 21 se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con la elasticidad del día 21 (Tabla 10).

La cohesividad del día 0 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) a la elasticidad de la carne en el día 0. La fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0 se correlaciona inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad del día 21, la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 7 está correlacionado directamente ($p < 0.01$) con la elasticidad del día 7 y la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 21 está correlacionado inversamente ($p < 0.05$) con la elasticidad del día 0 (Tabla 10).

Tabla 10. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad y FCWB con la elasticidad de la carne

Indicador	Elasticidad (mm) de la carne			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.147	0.012	0.116	0.240*
Sig.	0.144	0.903	0.250	0.016
PC (kg)	-0.166	-0.097	0.117	0.133
Sig.	0.098	0.335	0.245	0.186
RC (%)	-0.170	-0.175	0.092	0.017
Sig.	0.091	0.082	0.363	0.868
CC	-0.143	-0.225*	0.099	0.137
Sig.	0.156	0.025	0.328	0.175
pH a 0d	0.135	0.225*	0.042	0.132
Sig.	0.180	0.024	0.675	0.190
pH a 1d	0.082	0.198*	-0.081	0.002
Sig.	0.420	0.048	0.421	0.986
pH a 2d	0.092	0.157	-0.167	-0.066
Sig.	0.364	0.118	0.096	0.513
pH a 7d	0.101	0.046	-0.193	-0.135
Sig.	0.317	0.652	0.055	0.180
pH a 14d	-0.009	-0.085	-0.108	-0.109
Sig.	0.932	0.402	0.285	0.281
pH a 21d	-0.025	0.000	-0.152	-0.045
Sig.	0.806	1.000	0.131	0.656
L*	-0.035	0.020	0.038	-0.122
Sig.	0.733	0.842	0.706	0.226
a*	0.014	-0.072	-0.034	-0.202*
Sig.	0.888	0.476	0.740	0.043
b*	-0.083	-0.027	0.118	-0.170
Sig.	0.414	0.792	0.243	0.090
C*	0.006	-0.075	-0.022	-0.203*
Sig.	0.954	0.459	0.828	0.042
H*	-0.086	0.004	0.135	-0.148
Sig.	0.396	0.965	0.181	0.143
PAPC 0d (%)	0.065	0.078	0.083	0.092
Sig.	0.517	0.439	0.413	0.364
PAPC 1d (%)	-0.114	-0.143	0.138	0.145
Sig.	0.259	0.155	0.172	0.150

PAPC 2d (%)	-0.058	-0.150	-0.027	-0.208*
<i>Sig.</i>	0.565	0.135	0.786	0.038
PAPC 7d (%)	0.009	0.012	0.002	-0.065
<i>Sig.</i>	0.928	0.903	0.983	0.519
PAPC 14d (%)	0.002	-0.156	0.064	0.090
<i>Sig.</i>	0.986	0.122	0.527	0.375
PAPC 21d (%)	-0.201*	-0.139	-0.023	-0.062
<i>Sig.</i>	0.045	0.167	0.820	0.541
PAPG 1d (%)	0.055	-0.130	-0.147	-0.068
<i>Sig.</i>	0.590	0.198	0.145	0.503
PAPG 2d (%)	0.163	0.024	-0.137	-0.023
<i>Sig.</i>	0.105	0.815	0.175	0.824
Humedad a 1d (%)	-0.080	-0.017	0.012	0.094
<i>Sig.</i>	0.426	0.870	0.903	0.354
Humedad a 2d (%)	-0.110	0.093	0.117	0.003
<i>Sig.</i>	0.278	0.358	0.246	0.980
Adhesividad 0d (mJ)	0.270**	0.007	-0.101	-0.148
<i>Sig.</i>	0.007	0.945	0.319	0.143
Adhesividad 7d (mJ)	-0.005	0.456**	0.338**	0.087
<i>Sig.</i>	0.958	0.000	0.001	0.388
Adhesividad 14d (mJ)	-0.079	-0.032	0.351**	0.441**
<i>Sig.</i>	0.436	0.754	0.000	0.000
Adhesividad 21d (mJ)	-0.147	-0.036	0.168	0.390**
<i>Sig.</i>	0.145	0.724	0.095	0.000
Cohesividad 0d	0.226*	-0.012	-0.029	-0.077
<i>Sig.</i>	0.024	0.903	0.778	0.445
Cohesividad 7d	0.028	-0.080	0.086	0.155
<i>Sig.</i>	0.779	0.427	0.393	0.125
Cohesividad 14d	0.079	0.112	0.151	0.015
<i>Sig.</i>	0.437	0.266	0.133	0.880
Cohesividad 21d	0.159	0.183	0.060	0.045
<i>Sig.</i>	0.115	0.069	0.550	0.657
FCWB 0d (N)	-0.037	-0.129	-0.046	-0.198*
<i>Sig.</i>	0.718	0.202	0.647	0.048
FCWB 7d (N)	-0.010	0.258**	0.042	-0.146
<i>Sig.</i>	0.919	0.010	0.677	0.148
FCWB 14d (N)	-0.014	0.031	0.114	0.008
<i>Sig.</i>	0.893	0.758	0.261	0.934
FCWB 21d (N)	-0.222*	0.027	0.058	0.020
<i>Sig.</i>	0.026	0.787	0.570	0.845

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, FCWB 0d, 7d, 14d y 21d: fuerza de corte de Warner–Bratzler a 0, 7, 14 y 21 días, mJ: mega Jouls, N: Newton, mm: milímetros, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

En la Tabla 11 se muestran las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB y elasticidad con la gomosidad de la carne. El peso vivo del bovino está correlacionado inversamente ($p < 0.05$) con la gomosidad de la carne en el día 14. Al igual que, la condición corporal está correlacionado inversamente ($p < 0.05$) con la gomosidad de la carne en el día 14.

El pH de la carne del día 0 está inversamente correlacionado ($p < 0.01$) con la gomosidad de la carne en los días 0 y 21. El pH del día 1 y 7 están inversamente correlacionados ($p < 0.01$) con la gomosidad de la carne en el día 0. El pH del día 14 está inversamente correlacionado ($p < 0.01$) con la gomosidad de la carne en los días 7 y 21, al igual que, el pH del día 21 se correlaciona inversamente ($p < 0.01$) con la gomosidad de la carne en los días 7, 14 y 21 (Tabla 11).

Las pérdidas de agua por cocción de los días 1 y 2 están correlacionados directamente ($p < 0.05$) con la gomosidad de la carne en el día 0. La pérdida de agua por goteo del día 0 se correlaciona inversamente ($p < 0.05$) con la gomosidad de la carne en el día 7. Asimismo, las pérdidas de agua por goteo del día 2 se correlacionan inversamente ($p < 0.01$) con la gomosidad del día 7 y 14 (Tabla 11).

La adhesividad del día 7 presenta una correlación directa ($p < 0.05$) con la gomosidad del día 7. La cohesividad del día 0 presenta una correlación directa ($p < 0.01$) con la gomosidad del día 0. La cohesividad de los días 14 y 21 presenta una correlación directa ($p < 0.05$) con la gomosidad de los días 14 y 21, respectivamente. La fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 0 se correlaciona directamente con la gomosidad del día 0 y 7. Asimismo, la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 7 y 14 están correlacionados directamente ($p < 0.01$; $p < 0.05$) con la gomosidad de los días 0, 7, 14 y 21. Finalmente, la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 21 presenta una correlación directa ($p < 0.01$) con la gomosidad del día 21 (Tabla 11).

La elasticidad de la carne del día 7 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la gomosidad del día 7 y 21, La elasticidad de la carne del día 14 se correlaciona directamente ($p < 0.01$) con la gomosidad del día 14 y la elasticidad del día 21 se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la gomosidad del día 21 (Tabla 11).

Tabla 11. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB y elasticidad con la gomosidad de la carne

Indicador	Gomosidad (N) de la carne			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.060	-0.032	-0.198*	0.144
<i>Sig.</i>	<i>0.555</i>	<i>0.748</i>	<i>0.048</i>	<i>0.152</i>
PC (kg)	-0.090	-0.039	-0.132	0.082
<i>Sig.</i>	<i>0.375</i>	<i>0.701</i>	<i>0.191</i>	<i>0.419</i>
RC (%)	-0.107	-0.028	-0.050	0.000
<i>Sig.</i>	<i>0.291</i>	<i>0.781</i>	<i>0.622</i>	<i>0.996</i>
CC	-0.057	-0.081	-0.197*	-0.024

Sig.	0.575	0.421	0.050	0.811
pH a 0d	-0.355**	0.115	-0.006	0.258**
Sig.	0.000	0.256	0.951	0.009
pH a 1d	-0.197*	0.025	-0.118	-0.066
Sig.	0.050	0.802	0.243	0.516
pH a 2d	-0.083	-0.065	-0.166	-0.055
Sig.	0.412	0.522	0.098	0.585
pH a 7d	-0.293**	-0.185	-0.056	-0.151
Sig.	0.003	0.066	0.581	0.134
pH a 14d	-0.186	-0.283**	-0.065	-0.229*
Sig.	0.065	0.004	0.518	0.022
pH a 21d	-0.098	-0.278**	-0.292**	-0.198*
Sig.	0.330	0.005	0.003	0.048
L*	-0.005	0.007	0.023	0.015
Sig.	0.958	0.943	0.820	0.882
a*	-0.023	-0.014	-0.008	-0.065
Sig.	0.822	0.894	0.939	0.523
b*	-0.104	-0.048	0.099	-0.050
Sig.	0.304	0.639	0.329	0.618
C*	-0.031	-0.024	-0.001	-0.067
Sig.	0.763	0.811	0.989	0.507
H*	-0.117	-0.030	0.093	-0.051
Sig.	0.246	0.766	0.360	0.613
PAPC 0d (%)	-0.086	0.012	-0.098	0.028
Sig.	0.396	0.903	0.331	0.784
PAPC 1d (%)	0.251*	-0.178	0.081	-0.014
Sig.	0.012	0.077	0.425	0.893
PAPC 2d (%)	0.208*	-0.008	0.154	-0.009
Sig.	0.038	0.937	0.125	0.931
PAPC 7d (%)	0.087	0.142	-0.025	0.083
Sig.	0.389	0.159	0.803	0.411
PAPC 14d (%)	-0.058	-0.036	0.095	-0.083
Sig.	0.567	0.722	0.349	0.409
PAPC 21d (%)	-0.053	-0.029	-0.005	0.012
Sig.	0.600	0.775	0.960	0.904
PAPG 1d (%)	0.055	-0.199*	-0.153	-0.107
Sig.	0.589	0.047	0.128	0.288
PAPG 2d (%)	-0.036	-0.224*	-0.301**	-0.042
Sig.	0.723	0.025	0.002	0.678
Humedad a 1d (%)	0.176	0.140	0.112	0.105
Sig.	0.080	0.165	0.266	0.299
Humedad a 2d (%)	0.064	-0.115	0.026	-0.120
Sig.	0.524	0.253	0.797	0.235
Adhesividad 0d (mJ)	0.152	-0.012	-0.024	-0.087
Sig.	0.132	0.909	0.810	0.388
Adhesividad 7d (mJ)	-0.024	0.331**	0.194	-0.103
Sig.	0.815	0.001	0.053	0.308
Adhesividad 14d (mJ)	0.191	-0.183	0.130	0.115
Sig.	0.056	0.069	0.196	0.255
Adhesividad 21d (mJ)	0.092	-0.081	-0.003	0.091
Sig.	0.360	0.423	0.976	0.370
Cohesividad 0d	0.354**	-0.072	0.074	-0.057
Sig.	0.000	0.475	0.462	0.573
Cohesividad 7d	0.037	-0.099	-0.046	0.013
Sig.	0.716	0.329	0.651	0.897

Cohesividad 14d	-0.059	0.142	0.218*	0.030
<i>Sig.</i>	<i>0.560</i>	<i>0.159</i>	<i>0.029</i>	<i>0.764</i>
Cohesividad 21d	-0.017	0.118	0.205*	0.253*
<i>Sig.</i>	<i>0.866</i>	<i>0.242</i>	<i>0.041</i>	<i>0.011</i>
FCWB 0d (N)	0.545**	0.202*	0.162	-0.026
<i>Sig.</i>	<i>0.000</i>	<i>0.044</i>	<i>0.107</i>	<i>0.795</i>
FCWB 7d (N)	0.254*	0.709**	0.314**	0.341**
<i>Sig.</i>	<i>0.011</i>	<i>0.000</i>	<i>0.001</i>	<i>0.001</i>
FCWB 14d (N)	0.287**	0.233*	0.550**	0.369**
<i>Sig.</i>	<i>0.004</i>	<i>0.020</i>	<i>0.000</i>	<i>0.000</i>
FCWB 21d (N)	0.090	0.193	0.107	0.381**
<i>Sig.</i>	<i>0.374</i>	<i>0.054</i>	<i>0.287</i>	<i>0.000</i>
Elasticidad 0d (mm)	0.132	-0.064	0.012	-0.092
<i>Sig.</i>	<i>0.192</i>	<i>0.527</i>	<i>0.902</i>	<i>0.362</i>
Elasticidad 7d (mm)	-0.081	0.397**	0.135	0.248*
<i>Sig.</i>	<i>0.421</i>	<i>0.000</i>	<i>0.179</i>	<i>0.013</i>
Elasticidad 14d (mm)	-0.113	0.146	0.381**	0.164
<i>Sig.</i>	<i>0.263</i>	<i>0.147</i>	<i>0.000</i>	<i>0.102</i>
Elasticidad 21d (mm)	-0.117	-0.006	0.054	0.245*
<i>Sig.</i>	<i>0.248</i>	<i>0.956</i>	<i>0.592</i>	<i>0.014</i>

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, FCWB 0d, 7d, 14d y 21d: fuerza de corte de Warner–Bratzler a 0, 7, 14 y 21 días, mJ: mega Jouls, N: Newton, mm: milímetros, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

Las correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB, elasticidad y gomosidad con la masticabilidad de la carne se detallan en la Tabla 12. El peso vivo esta correlacionado directamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del día 21, así como también el peso corporal se correlaciona directamente con la masticabilidad del día 21.

El pH de la carne del día 0 está correlacionado indirectamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del día 0, el pH del día 2 correlacionado indirectamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 21, asimismo, el pH del día 7 se correlaciona indirectamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 0 y 21. Además, el pH del día 14 de la carne se correlaciona indirectamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 7 y el pH del día 21 se correlaciona indirectamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del día 14 (Tabla 12).

Las pérdidas de agua por goteo del día 1 y 2 se correlacionaron inversamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 7 y 14, respectivamente. La humedad del día 1 de la carne se correlaciona directamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 14. La adhesividad del día 0 está correlacionado directamente ($p < 0.05$) con la masticabilidad del día 0. La adhesividad del día 7 está correlacionado directamente ($p < 0.01$) con la masticabilidad del

día 7 y 14, y la cohesividad del día 0 está correlacionado con la masticabilidad del día 0, al igual que la cohesividad del día 21 presenta correlación directa ($p<0.05$) con la masticabilidad del día 14 (Tabla 12).

La fuerza de corte de Warner–Bratzler registrada en el día 0 se correlaciona directamente ($p<0.05$) con la masticabilidad de la carne del día 0. La fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 7 está directamente correlacionada ($p<0.01$; $p<0.05$) con la masticabilidad del día 0, 7 y 14. Asimismo, la fuerza de corte de Warner–Bratzler del día 14 está directamente correlacionada ($p<0.01$) con la masticabilidad registrada en los días 0, 14 y 21, y la fuerza de corte de Warner–Bratzler se correlaciona directamente ($p<0.01$) con la masticabilidad del día 21 (Tabla 12).

La elasticidad del día 0 se correlaciona directamente ($p<0.01$) con la masticabilidad del día 0 y se correlaciona inversamente ($p<0.01$) con la masticabilidad del día 21. La elasticidad del día 7 está correlacionada directamente ($p<0.01$) con la masticabilidad de la carne del día 7 y 14. La elasticidad del día 14 está inversamente correlacionada ($p<0.05$) con la masticabilidad del día 0 y directamente correlacionada ($p<0.01$) con la masticabilidad del día 7, 14 y 21. Además, la elasticidad del día 21 está inversamente correlacionada ($p<0.05$) con la masticabilidad del día 0 y directamente correlacionada ($p<0.01$) con la masticabilidad del día 14 y 21 (Tabla 12).

La gomosidad de la carne del día 0 está correlacionada directamente ($p<0.01$) con la masticabilidad de la carne del día 0 y la gomosidad del día 7, 14 y 21 se correlaciona directamente ($p<0.01$) con la masticabilidad de la carne madurada al día 7, 14 y 21 (Tabla 12).

Tabla 12. Correlaciones de características del animal, pH, color, PAPC, PAPG, humedad, adhesividad, cohesividad, FCWB, elasticidad y gomosidad con la masticabilidad de la carne

Indicador	Masticabilidad (mJ) de la carne			
	0 días	7 días	14 días	21 días
PV (kg)	-0.088	-0.035	-0.141	0.280**
<i>Sig.</i>	0.382	0.727	0.161	0.005
PC (kg)	-0.114	-0.071	-0.103	0.258**
<i>Sig.</i>	0.257	0.486	0.306	0.010
RC (%)	-0.127	-0.080	-0.054	0.180
<i>Sig.</i>	0.207	0.431	0.596	0.073
CC	-0.128	-0.124	-0.126	0.109
<i>Sig.</i>	0.206	0.218	0.210	0.281
pH a 0d	-0.302**	0.161	0.080	0.190
<i>Sig.</i>	0.002	0.108	0.426	0.058

pH a 1d	-0.162	0.085	-0.113	-0.113
<i>Sig.</i>	0.108	0.399	0.265	0.261
pH a 2d	-0.104	-0.017	-0.178	-0.199*
<i>Sig.</i>	0.304	0.865	0.077	0.047
pH a 7d	-0.216*	-0.118	-0.143	-0.206*
<i>Sig.</i>	0.031	0.242	0.157	0.039
pH a 14d	-0.180	-0.217*	-0.192	-0.169
<i>Sig.</i>	0.074	0.030	0.055	0.092
pH a 21d	-0.133	-0.189	-0.299**	-0.173
<i>Sig.</i>	0.187	0.059	0.003	0.085
L*	-0.037	0.016	0.010	-0.091
<i>Sig.</i>	0.718	0.875	0.923	0.366
a*	-0.045	-0.037	-0.057	-0.186
<i>Sig.</i>	0.656	0.711	0.571	0.064
b*	-0.181	-0.047	0.058	-0.177
<i>Sig.</i>	0.071	0.640	0.566	0.079
C*	-0.059	-0.047	-0.052	-0.190
<i>Sig.</i>	0.557	0.641	0.605	0.059
H*	-0.188	-0.024	0.074	-0.174
<i>Sig.</i>	0.060	0.815	0.462	0.083
PAPC 0d (%)	-0.105	0.046	0.007	0.032
<i>Sig.</i>	0.299	0.647	0.942	0.752
PAPC 1d (%)	0.152	-0.186	0.142	0.112
<i>Sig.</i>	0.131	0.064	0.159	0.269
PAPC 2d (%)	0.181	-0.024	0.061	-0.093
<i>Sig.</i>	0.071	0.813	0.547	0.355
PAPC 7d (%)	0.028	0.125	0.014	0.081
<i>Sig.</i>	0.786	0.217	0.893	0.421
PAPC 14d (%)	-0.084	-0.056	0.016	0.141
<i>Sig.</i>	0.408	0.581	0.875	0.162
PAPC 21d (%)	-0.104	-0.057	-0.098	0.152
<i>Sig.</i>	0.303	0.572	0.333	0.130
PAPG 1d (%)	0.043	-0.205*	-0.156	-0.115
<i>Sig.</i>	0.668	0.041	0.122	0.256
PAPG 2d (%)	0.001	-0.170	-0.216*	-0.068
<i>Sig.</i>	0.992	0.091	0.031	0.499
Humedad a 1d (%)	0.134	0.084	0.205*	0.167
<i>Sig.</i>	0.184	0.407	0.041	0.097
Humedad a 2d (%)	0.040	-0.092	0.056	-0.080
<i>Sig.</i>	0.696	0.360	0.582	0.426
Adhesividad 0d (mJ)	0.213*	-0.028	-0.125	-0.122
<i>Sig.</i>	0.033	0.785	0.213	0.227
Adhesividad 7d (mJ)	-0.034	0.469**	0.240*	-0.024
<i>Sig.</i>	0.737	0.000	0.016	0.810
Adhesividad 14d (mJ)	0.095	-0.161	0.360**	0.295**
<i>Sig.</i>	0.348	0.109	0.000	0.003
Adhesividad 21d (mJ)	0.045	-0.063	0.080	0.326**
<i>Sig.</i>	0.655	0.532	0.429	0.001
Cohesividad 0d	0.350**	-0.049	0.084	-0.068
<i>Sig.</i>	0.000	0.631	0.404	0.499
Cohesividad 7d	0.033	-0.098	0.005	0.083
<i>Sig.</i>	0.747	0.334	0.963	0.414
Cohesividad 14d	-0.056	0.150	0.174	0.009
<i>Sig.</i>	0.580	0.136	0.083	0.929
Cohesividad 21d	-0.021	0.162	0.238*	0.088
<i>Sig.</i>	0.833	0.108	0.017	0.386

FCWB 0d (N)	0.546**	0.108	-0.011	-0.015
<i>Sig.</i>	0.000	0.286	0.912	0.879
FCWB 7d (N)	0.211*	0.663**	0.218*	0.137
<i>Sig.</i>	0.035	0.000	0.029	0.173
FCWB 14d (N)	0.198*	0.184	0.585**	0.266**
<i>Sig.</i>	0.049	0.067	0.000	0.008
FCWB 21d (N)	0.046	0.156	0.147	0.428**
<i>Sig.</i>	0.650	0.120	0.145	0.000
Elasticidad 0d (mm)	0.368**	0.009	-0.082	-0.259**
<i>Sig.</i>	0.000	0.931	0.416	0.009
Elasticidad 7d (mm)	-0.049	0.662**	0.290**	0.156
<i>Sig.</i>	0.628	0.000	0.003	0.120
Elasticidad 14d (mm)	-0.199*	0.237*	0.650**	0.403**
<i>Sig.</i>	0.047	0.018	0.000	0.000
Elasticidad 21d (mm)	-0.203*	0.044	0.350**	0.681**
<i>Sig.</i>	0.043	0.663	0.000	0.000
Gomosidad 0d (N)	0.944**	0.026	0.034	-0.056
<i>Sig.</i>	0.000	0.800	0.738	0.583
Gomosidad 7d (N)	0.070	0.931**	0.383**	0.271**
<i>Sig.</i>	0.487	0.000	0.000	0.006
Gomosidad 14d (N)	0.077	0.382**	0.827**	0.273**
<i>Sig.</i>	0.449	0.000	0.000	0.006
Gomosidad 21d (N)	-0.034	0.429**	0.443**	0.781**
<i>Sig.</i>	0.736	0.000	0.000	0.000

PV: peso vivo, PC: peso de carcasa, RC: rendimiento de carcasa, L*: luminosidad, a*: índice de rojo a verde, b*: índice de amarillo a azul, C*: croma, H*: tono. PAPC 0d, 1d, 2d, 7d, 14d y 21d: pérdidas de agua por cocción a 0, 1, 2, 7, 14 y 21 días en porcentaje, PAPG 1 y 2d: pérdidas de agua por goteo, FCWB 0d, 7d, 14d y 21d: fuerza de corte de Warner–Bratzler a 0, 7, 14 y 21 días, mJ: mega Jouls, N: Newton, mm: milímetros, **: correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral) y *: correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral). Sig: significancia al valor de $p < 0.05$ y $p < 0.01$.

IV. DISCUSIÓN

Los valores de pH (0, 1, 2, 7, 14 y 21 días) de la carne, la luminosidad, el índice de rojo a verde, el croma o intensidad del color y la humedad muestran variabilidad baja. La variabilidad para el peso vivo, rendimiento de carcasa, condición corporal, las pérdidas de agua por cocción al día 0, 1 y 7 fueron de tipo meda, mientras que los coeficientes de variabilidad de peso de carcasa, índice de amarillo a azul, el tono, las pérdidas de agua por cocción al día 2, 14 y 21, y las pérdidas de agua por goteo fueron altas. Además, la adhesividad en el día 21, cohesividad en el día 14, elasticidad del día 0, 7, 14 y 21 muestran variabilidad media y los otros indicadores del perfil de textura muestran variabilidad alta. Estos resultados se atribuyen a que existe una gran variabilidad en la población de los bovinos criollos que presentan características específicas que le permiten ser diferentes de otros bovinos, estas diferencias son favorables porque se pueden usar en programas de mejoramiento genético (Contreras et al., 2020).

Peso vivo, peso de carcasa, rendimiento de carcasa, condición corporal, indicadores fisicoquímicos como el pH, color, pérdidas de agua por cocción, pérdidas de agua por goteo, humedad y perfil de textura como adhesividad, cohesividad, fuerza de corte de Warner-Bratzler, elasticidad, gomosidad y masticabilidad se correlacionaron directa e inversamente entre sí. La correlación significativa entre el peso vivo de los bovinos criollos con el peso de carcasa, rendimiento de carcasa y condición corporal coincide con Blanco et al. (2008), donde un animal con mayor condición corporal y mayor peso vivo ingresa al centro de beneficio mayor será el peso de carcasa y rendimiento de carcasa. Generalmente, los animales bien nutridos con fuentes de alimentos ricos en nutrientes digestibles tienden a ganar mayor masa muscular y la buena alimentación se ve reflejado en mayores pesos de carcasas, lo que permite un mayor ingreso al productor (Cino et al., 2001). Los resultados de este estudio también son similares a los resultados de mayor peso de carcasa en bovinos al pastoreo, en la que se explica que, el mayor porcentaje del bovino beneficiado respecto al peso vivo de animales engordados al pastoreo comparado a animales provenientes de centros de engorde intensivos, se le atribuye a que el animal al pastoreo consume solo forraje verde lo que permite al animal tener mayor masa muscular y agua en los tejidos respecto a los animales que son engordados intensivamente tiene a ganar peso por el aumento de tejido graso (Di Marco et al., 2007).

Las dos grandes diferencias existentes del catabolismo de los carbohidratos del músculo antes, durante y después de la muerte del animal es por un lado la interrupción exclusiva y definitiva de la circulación del oxígeno en la sangre por el cese de la circulación después de ser muerto el animal y, por otro lado, ocurre un el almacenamiento de productos al cuando se finaliza la glucólisis que no pueden ser sacados del músculo (Huff et al., 2010). En esa línea, el pH determina el nivel del ácido láctico y de otros ácidos orgánicos que se encuentran en la carne, proceso que lo convierte en parámetro de referencia de la calidad de la carne. El pH último se mide pasado 1 y 2 días, una carne buena debe estar en un rango de 5.5 hasta 5.9 de pH, lo que se explica el agotamiento de las reservas del glucógeno por la acción de enzimas glucolíticas (Apple et al., 2002; Wulf et al., 2002). En este estudio se encontró valores de pH de 5.82 en 1 día pos beneficio y pH de 5.76 en el día 2 pos beneficio, lo que demuestra que la carne de bovino criollo presenta valores de pH que está dentro de los estándares de calidad. Además, el pH registrado en este estudio se correlacionó directamente con variables que dan el color de la carne como el índice de amarillo a azul y el tono, con indicadores del perfil de textura como cohesividad, elasticidad y gomosidad, e inversamente con pérdida de agua por cocción, humedad, adhesividad, fuerza de corte de Warner-Bratzler, gomosidad y masticabilidad.

El color de la carne es un atributo importante cuando se habla de calidad cárnica. Este color se atribuye gracias a la mioglobina y la hemoglobina. La proteína de la mioglobina está compuesta por 153 aminoácidos responsable de del color rojo en el músculo (Suman y Joseph, 2012). Los consumidores prefieren carnes rojas brillante y probablemente sea el factor principal que determina la compra de la carne (Wulf y Wise, 1999). La evaluación del color siguiendo las directrices del espacio CIE-Lab (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) ayuda a tener una valoración objetiva y certera de la carne (Smith et al., 1999). Se encontró en este estudio valores de luminosidad (L^*) de 32.24, índice de rojo a verde (a^*) de 16.48, índice de amarillo a azul (b^*) de 1.72, croma o intensidad del color (C^*) de 16.59 y la tonalidad (H^*) de 5.85. Estos valores encontrados en esta investigación concuerdan y están dentro de los valores de 39.87 de luminosidad, 13.77 de a^* , 6,74 de b^* , 15.49 de C^* pero no en los valores de 26.67 para H^* en carne de bovinos alimentados con ensilaje (Ripoll et al., 2012) y a los valores de L^* 37.61, a^* 14.42, b^* 8.78, C^* 16.93 y H^* 31.10 (Hernández et al., 2016). Además, en este estudio encontramos correlaciones directas del color con las pérdidas de agua por cocción e inversas con el peso vivo, peso corporal y la elasticidad de la carne. Los valores de L^* de este estudio se correlacionó

directamente con a^* , b^* , C^* y H^* , sin embargo, Ripoll et al. (2012), reportaron correlaciones inversas en L^* con C^* , a^* con H^* y H^* con C^* . Además, el mismo autor no encontró correlaciones significativas en a^* con b^* . Estas diferencias se atribuyen al tipo de alimento que recibieron los bovinos, dado que animales alimentados a base de pasturas, la grasa de la carne de vacuno se refleja con aspecto amarillento debido a un mayor nivel de carotenoides presentes en los forrajes (Niderkorn y Baumont, 2009).

En promedio de agua en la carne cruda proveniente de mamíferos inmediatamente pos beneficio es 75% (Lawrie, 1998). Este valor del agua en la carne va variando en función a la especie y músculo. Del contenido total de agua en la carne, una parte se va perdiendo durante el tratamiento por la evaporación en el proceso de enfriamiento de las canales, por goteo, entre otros. En la cocción, la carne pierde volumen y peso por la expulsión de líquido, lo que podría modificar las cualidades en la textura de la carne ya que el efecto del calor produce cambios en las proteínas y grasas (Purslow et al., 2016). Se han reportado valores de pérdida de agua por cocción de 33% cuando la carne es cocinada en horno y 32.9% cuando se cocina en baño maría o sancochado (Scheeder et al., 2001), y en carne de bovinos que fueron alimentados con pasturas, las pérdidas de agua por cocción es 30% (Razminowicz et al., 2006). En este estudio la pérdida de agua por cocción varía desde 9.60% hasta 39.09% en el día 0 y va desde 5.82% hasta 51.28% en el día 21 de maduración. Similar resultado fue reportado por Jama et al. (2008), quienes indican que las carnes maduradas por más tiempo tienden a perder más agua a las carnes frescas. La mayor pérdida de agua en carnes maduradas es porque se producen reacciones enzimáticas o se genera la solubilización iónica, esto permite la desintegración de las proteínas miofibrilares y el tejido conectivo (Bruce et al., 2003). Además, en este estudio se encontró correlaciones directas de las pérdidas de agua por cocción con el rendimiento de carcasa, con la coordenada de color a^* , pérdidas de agua por goteo, humedad, adhesividad, cohesividad, fuerza de corte de Warner-Bratzler y gomosidad, y correlaciones inversas con el pH y la elasticidad. En un estudio al determinar las correlaciones de las pérdidas de agua por cocción basado en tres métodos de cocción (broiling, Grilling y roasting) determinaron que las pérdidas de agua fueron correlacionadas con el pH y jugosidad (Macharáčková et al., 2021).

Las pérdidas de agua por goteo es otro factor importante cuando se habla de calidad cárnica. Consiste en la capacidad que tiene la carne en la retención de sus propios líquidos durante el almacenamiento y manejo de la carne. Valores de 2.17% en el día 1 y 2.29%

en el día 2 fueron registrados en este estudio, siendo inferiores a los 2.44% de agua perdida por goteo en músculo *Longissimus lumborum* (Mamani et al., 2011) y a los 5.40% a 6.75% en *Longissimus thoraci* (López-Pedrouso et al., 2021). La pérdida de agua por goteo se correlacionó directamente con las pérdidas de agua por cocción, cohesividad y gomosidad, y se correlacionó inversamente con fuerza de corte Warner-Bratzler, gomosidad y masticabilidad. La humedad de la carne de este estudio osciló entre 46.34% hasta 88.77% en el día 1 y 33.93% hasta 88.43% en el día 2. Estos valores están dentro del rango reportado por la literatura, donde una carne fresca tiene un rango de humedad que va desde 56% hasta 75%, luego aumenta a 86% hasta 93% en el día 1, luego se reduce a 66% hasta 87% después del día 2 (McSharry et al., 2021).

La textura de los alimentos está formada por un grupo de características físicas que surgen de elementos estructurales de los alimentos (Bourne, 2002). Existen diversas metodologías para su determinación, siendo las empíricas, imitativas y fundamentales las principales, una de las pruebas empíricas más usadas es la prueba de Fuerza de Corte de Warner-Bratzler que mide el perfil de textura instrumental (TPA por sus siglas del inglés) (Claus, 1995). El perfil de textura consta de cinco indicadores tales como la fuerza de corte, elasticidad, adhesividad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. La fuerza de corte es la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares, la elasticidad es la extensión a la que un alimento comprimido retorna a su tamaño original cuando la fuerza es retirada, la adhesividad es el trabajo necesario para retirar el alimento de una superficie, la cohesividad es la fuerza que los enlaces internos ejercen al alimento, la gomosidad es la energía necesaria para desintegrar un alimento semisólido y la masticabilidad la energía necesaria para desintegrar un alimento sólido (Claus, 1995). En este estudio, la fuerza de corte de Warner-Bratzler en el día 1 fue 99.98 N, en el día 7 fue 94.78 N, en el día 14 fue 72.39 N y en el día 21 fue 49.27 N, estos valores fueron similares al rango de fuerza de corte de 27.92 hasta 70.20 N (López-Pedrouso et al., 2021) y al rango de 59.25 N hasta 71.40 N en el músculo *Longissimus thoracis* de toros jóvenes (Zhu et al., 2021).

La adhesividad fue 149.65 mJ en la carne de este estudio, la cohesividad en el día 1 fue 0.95, siendo superior al rango de 0.43 a 0.46 en carne de bovinos alimentados con ensilaje más concentrado y paja más concentrado, respectivamente (Mateo et al., 2016). La elasticidad de la carne del bovino criollo evaluado en este estudio fue 24.84 en el día 1, siendo inferior al 46 mm en carne madurada por 24 h (Mateo et al., 2016). La gomosidad

de la carne va reduciéndose a medida que pasa el tiempo de maduración, en este estudio bajó de 92.54 N para el día 1 hasta 51.77 N en el día 21. Lo mismo ocurre en la masticabilidad, 2331.58 mJ fue en el día 1 y 1318.31 mJ para el día 21. En carne de bovinos alimentados con silo más concentrado, la masticabilidad fue 4.02 N (Mateo et al., 2016).

Las correlaciones del perfil de textura en este estudio fueron directas de adhesividad con pérdidas de agua por cocción e inversas con peso canal, rendimiento de carcasa y pH a los 7 días. La cohesividad se correlacionó con pH, pérdida de agua por cocción y pérdida de agua por goteo. La fuerza de corte de Warner–Bratzler se asoció directamente con peso de cana, rendimiento de carcasa, humedad y adhesividad, e inversamente con pH, pérdida de agua por cocción, pérdida de agua por goteo y cohesividad. La elasticidad se correlacionó inversamente con la condición corporal, fuerza de corte de Warner–Bratzler, coordenada del color a^* y H^* , y directamente con peso vivo, pH, adhesividad y cohesividad. La gomosidad se correlacionó inversamente con peso vivo, condición corporal, pH y pérdida de agua por cocción y directamente con pérdida de agua por goteo, adhesividad, cohesividad, fuerza de corte de Warner–Bratzler y elasticidad. Finalmente, la masticabilidad se correlacionó directamente con el peso vivo, peso de carcasa, humedad, adhesividad, cohesividad, fuerza de corte de Warner–Bratzler y gomosidad, e inversamente con pH, pérdida de agua por goteo y elasticidad. Estos resultados de las correlaciones fueron similares a las correlaciones entre la terneza (fuerza de corte de Warner–Bratzler) y masticabilidad con valor de 0.28 (Judge et al., 2021). Las correlaciones de las características del animal fueron bajas o negativas con los indicadores de textura, estos resultados son soportados por Judge et al. (2021), quienes encontraron bajas correlaciones de las características del bovino y los rasgos de las carcasas con los indicadores de textura (0.10 a 0.20).

V. CONCLUSIONES

Los indicadores fisicoquímicos de la carne de bovinos criollos de la región Amazonas están dentro de los rangos reportados por la literatura en carnes de razas especializadas para producir carne.

Los valores de las correlaciones de las características del bovino, rasgos de la carcasa e indicadores fisicoquímicos y perfil de textura es útil para la identificación de factores que no aportan la calidad de carne y que deben mitigarse, ayudar a comprender los factores biológicos que sustentan la expresión de cada indicador medido, seleccionar las variables que aportan en la calidad de carne y construir modelos estadísticos para el uso en evaluaciones genéticas, y finalmente para el desarrollo de modelos de predicción de calidad cárnica para la toma de decisiones futuras.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer más estudios en la carne de bovinos criollos y explotar el potencial de esta especie ya que se adapta con facilidad a diferentes condiciones de manejo.

Hacer un estudio en el perfil de ácidos grasos y correlaciones de la calidad de la fibra muscular como el grosor del epimisio, perimisio, endomisio y sarcómero con el perfil de textura en la carne de bovinos criollos.

Se recomienda la creación de núcleos de conservación del ganado bovino criollo en la región Amazonas pudiendo involucrar a diferentes entidades como las universidades, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego a través de sus instancias correspondientes al área, el gobierno regional y sobre todo involucrar a los productores ganaderos que aún conservan esta raza dentro de su sistema productivo, esto requiere un plan de conservación que bien podría implementarse bajo ejes estratégicos que se plantean en este informe y que se encuentra en la sección de anexos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguirre, E. L., Cabrera, D. R. A., & Quezada, L. Z. (2014b). Evaluación de métodos de pesaje en vivo y determinación del rendimiento a la canal en bovinos manejados al pastoreo. *Tsafiqui-Revista Científica en Ciencias Sociales*, (5), 8-16.
- Aguirre, L. A., Apolo, G., Chalco, L., & Martínez, A. (2014a). Caracterización genética de la población bovina criolla de la Región Sur del Ecuador y su relación genética con otras razas bovinas. *Anim. Genet. Resour*, 54, 93-101.
- Alizadeh-Sani, M., Tavassoli, M., Mohammadian, E., Ehsani, A., Khaniki, G. J., Priyadarshi, R., & Rhim, J. W. (2021). pH-responsive color indicator films based on methylcellulose/chitosan nanofiber and barberry anthocyanins for real-time monitoring of meat freshness. *International Journal of Biological Macromolecules*, 166, 741-750.
- Andrabi, S. M. H., & Maxwell, W. M. C. (2007). A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. *Animal reproduction science*, 99(3-4), 223-243.
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Boger, C. B., Roberts, J. W., Galloway, D., & Rakes, L. K. (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.
- Aquino, Y.N., & Veli, E.A., & Rivas Seoane, E., & Rivas Palma, V., & Estrada, R. (2008). Variabilidad genética de bovinos criollos de Perú utilizando marcadores microsatélites. *Archivos de Zootecnia*, 57(219),337-340
- Armstrong, E., Iriarte, A., Martínez, A. M., Feijoo, M., Vega-Pla, J. L., Delgado, J. V., & Postiglioni, A. (2013). Genetic diversity analysis of the Uruguayan Creole cattle breed using microsatellites and mtDNA markers. *Genet Mol Res*, 12(2), 1119-1131.
- Bedoya, G., Derr, J. N., Carvajal, L. G., Moreno, F., Bermúdez, N., Zuluaga, F. N., ... & Ruiz, A. (2003). Diversidad genética y relaciones filogenéticas del ganado criollo colombiano. *Fondo Editorial Biogénesis*, 51-66.

- Blanco, N. E., Huba, J., Hetényi, L., & Oravcová, A. (2008). Estimación in vivo de la composición de la canal en Bovinos utilizando mediciones Ultrasonograficas. *Universitas (León). Revista Científica de la UNAN-León.*, 2(1), 58-63.
- Boettcher, P., Martin, J. F., Gandini, G., Joshi, B. K., Oldenbroek, J. K., & Sponenberg, P. (2012). Draft guidelines on in vivo conservation of animal genetic resources (Rapport FAO: CGFRA/WG-AnGR-7/12/Inf.6). 789, Centrum voor Genetische Bronnen. Nederland: FAO
- Bolaji, U., Ajasa, A., Ahmed, R., Bello, S. y Ositanwosu, O. (2021) Cattle Conservation in the 21st Century: A Mini Review. *Open Journal of Animal Sciences*, 11 , 304-332.
- Bourne, M. (2002). *Food texture and viscosity: concept and measurement*. Florida, Academic Press, 2nd Edition. Elsevier.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., & Ríos, F. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. SAGARPA, Querétaro, Folleto técnico, ISBN, 978-607
- Bruce, H. L., Stark, J. L., & Beilken, S. L. (2003). The effects of finishing diet and postmortem ageing on the eating quality of the M. longissimus thoracis of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67(2), 261-268.
- Cabezas, C.R, Barba, C.C, González, M. A, Cevallos, F. O, León, J. J, Aguilar, R. M, & García, M. A. (2019). Estudio biométrico del bovino criollo de Santa Elena (Ecuador). *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(4), 819-836.
- Cevallos-Falquez, O., Barba, C., Delgado, J. V., González, A., Perea, J., Angón, E., & García, A. (2016). Caracterización zoométrica y morfología del ganado criollo de Manabí (Ecuador). *Revista Científica*, 26(5), 313-323.

- Chriki, S., Renand, G., Picard, B., Micol, D., Journaux, L., & Hocquette, J. F. (2013). Meta-analysis of the relationships between beef tenderness and muscle characteristics. *Livestock Science*, 155(2-3), 424-434.
- Cino, D. M., Sierra, D., Martín, P. C., & Valdés, G. (2001). Estudio económico de alternativas de producción de carne de res. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2), 129-133.
- Claus, J. R. (1995, August). Methods for the objective measurement of meat product texture. In *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. American Meat Science Association, 48, 96-101.
- Coaquira, J. E. Q. (2016). El bovino criollo del altiplano peruano: Origen, producción y perspectivas. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(3), 257-270.
- Contreras, G., Chirinos, Z., Zambrano, S., Molero, E., & Paéz, A. (2011). Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 28(1).
- Contreras, J. L., Cordero, A., Reymundo, B., Ramos, H. E., Curasma, J., & Delgado, A. (2020). Correlación fenotípica y estimación del peso vivo en bovinos criollos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(1), e17546.
- Cordero-Solórzano, J. M., Vargas-Leitón, B., León-Rodríguez, B., Chacón-González, I., & Martínez-Pichardo, M. (2015). Diversidad genética en bovinos de ocho regiones en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 191-202.
- De Alba, J. 2011. *El libro de los bovinos criollos de América*. Biblioteca básica de agricultura. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 444p.
- Delgado, C., García, B., Allcahuamán, M. Aguilar G., Estrada V., & Vega, A. (2019). Caracterización fenotípica del ganado criollo en el Parque Nacional Huascarán - Ancash, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3)

- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., & Dal Molin, E. (2008). Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. *Meat science*, 78(3), 153-156.
- Di Marco, O., Barcellos, J., & Da Costa, E. (2007). Crecimiento de bovinos de corte. Primera Edición. Porto Alegre.UFGRS.252 p.
- Eufemia, L., Morales, H., Bonatti, M., Graser, M., Lana, M., & Sieber, S. (2019). Collective perception of anthropic and extractive interventions in the Colombian Llanos. *Social Sciences*, 8(9), 259.
- Encina Ruiz, R. (2020). *Caracterización morfométrica y zoométrica del ganado bovino criollo en la región de Amazonas* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza-UNTRM). Amazonas.
- Encina Ruiz, R.; Saucedo-Uriarte, J.A.; Portocarrero-Villegas, S.M.; Quispe-Ccasa, H.A.; Cayo-Colca, I.S. Zoometric Characterization of Creole Cows from the Southern Amazon Region of Peru. *Diversity* 2021, 13, 510. <https://doi.org/10.3390/d13110510>
- Espinoza, J. L., Guevara Franco, J. A., & Palacios Espinosa, A. (2009). Caracterización morfométrica y faneróptica del bovino criollo Chinampo de México. *Archivos de zootecnia*, 58(222), 277-279.
- Escobar-Mamani, F., Branca, D., & Haller, A. (2020). Investigación de montaña sobre y para la región andina. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 311-312.
- FAO. (2012). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Realización de encuestas y seguimiento de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. Roma, Italia.
- FAO. (2007). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la Declaración de Interlaken. Roma, Italia.

- FAO. (2010). Food and Agriculture Organization of the United Nations. La Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales Para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.
- Gonçalves, T. M., de Almeida Regitano, L. C., Koltes, J. E., Cesar, A. S. M., da Silva Andrade, S. C., Mourão, G. B., ... & Coutinho, L. L. (2018). Gene co-expression analysis indicates potential pathways and regulators of beef tenderness in nellore cattle. *Frontiers in genetics*, 9, 441.
- Guitou, H., Monti, A. M., Sutz, G., Baluk, M. I., Ellinger, A. M., Bustillo, A., ... & SCHIJMAN, A. (2008). Terneza, Selección Asistida Por Marcadores Moleculares (SAM). *Angus, Bs. As*, 242, 33-40.
- Hernández, B., Sáenz, C., Alberdi, C., & Diñeiro, J. M. (2016). CIELAB color coordinates versus relative proportions of myoglobin redox forms in the description of fresh meat appearance. *Journal of food science and technology*, 53(12), 4159-4167.
- Hidalgo, C. O., Miguel, C. T., García, Á. F., & Hernantes, M. J. M. (2015). Recursos zoogenéticos: Banco de razas domésticas autóctonas en peligro de desaparición. *Tecnología agroalimentaria: Boletín informativo del SERIDA*, (15), 4552.
- Huff, L. E., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle—Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat science*, 86(1), 184-195.
- INEI Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). [Internet], Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Ishaq, A., Syed, Q. A., Ebner, P. D., & ur Rahman, H. U. (2020). Multiple hurdle technology to improve microbial safety, quality and oxidative stability of refrigerated raw beef. *LWT*, 138, 110529.
- Jama, N., Muchenje, V., Chimonyo, M., Strydom, P. E., Dzama, K., & Raats, J. G. (2008). Cooking loss components of beef from Nguni, Bonsmara and Angus steers. *African Journal of Agricultural Research*, 3(6), 416-420.

- Judge, M. M., Conroy, S., Hegarty, P. J., Cromie, A. R., Fanning, R., Kelly, D., ... & Berry, D. P. (2021). Eating quality of the longissimus thoracis muscle in beef cattle—Contributing factors to the underlying variability and associations with performance traits. *Meat Science*, *172*, 108371.
- Juszczuk-Kubiak, E., Wyszyńska-Koko, J., Wicińska, K., & Rosochacki, S. (2008). A novel polymorphisms in intron 12 of the bovine calpastatin gene. *Molecular biology reports*, *35*(1), 29-35.
- Lara, M. A. C., Nardon, R. F., Bufarah, G., Demarchi, J. J. A. A., Sereno, J. R., Santos, S. A., & Abreu, U. G. P. (2005). Polimorfismo del gen calpaína en razas vacunas por la técnica PCR-RFLP. *Archivos de zootecnia*, *54*(206-207), 305-310.
- Lawrie, R. A. (1958). Physiological stress in relation to dark-cutting beef. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *9*, 721-727.
- Lirón, J. P., Peral-García, P., & Giovambattista, G. (2006). Genetic characterization of Argentine and Bolivian Creole cattle breeds assessed through microsatellites. *Journal of Heredity*, *97*(4), 331-339.
- López-Pedrouso, M., Lorenzo, J. M., Di Stasio, L., Brugiapaglia, A., & Franco, D. (2021). Quantitative proteomic analysis of beef tenderness of Piemontese young bulls by SWATH-MS. *Food Chemistry*, *356*, 129711.
- Macharáčková, B., Bogdanovičová, K., Ježek, F., Bednář, J., Haruštiaková, D., & Kameník, J. (2021). Cooking loss in retail beef cuts: The effect of muscle type, sex, ageing, pH, salt and cooking method. *Meat Science*, *171*, 108270.
- Mamani, L. W., Cayo, F., & Gallo, C. (2013). Efecto de estación del año sobre la composición proximal y perfil de ácidos grasos de carne de llamas en crianza extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *24*(4), 417-424.
- Martínez-Aguilar, E. A. (2020). Reseña del Origen y Desaparición de los Bovinos Criollos en El Salvador, el Primer Paso para una Posible Reintroducción. *Revista Agrociencia*, *3* (16), 118-129.

- Mateescu, R. G., Garrick, D. J., & Reecy, J. M. (2017). Network analysis reveals putative genes affecting meat quality in Angus cattle. *Frontiers in genetics*, 8, 171.
- Mateo, J., Caro, I., Morán, T., Carmona-Viveros, M. G., Soto, S., & Serrano, E. (2016). Efecto del tipo de alimentación sobre el perfil de textura y el contenido de colágeno de la carne de terneros de raza tudanca. *Avaliação da Atividade da μ -, m-Calpaína e Calpastatina ao Longo da Maturação em Carne de Bovino Maronesa*, 85-91.
- McSharry, S., Koolman, L., Whyte, P., & Bolton, D. (2021). The effect of four alternative chilling regimes on the bacterial load on beef carcasses. *Food Microbiology*, 95, 103717.
- Mitlöhner, F. M., Morrow, J. L., Dailey, J. W., Wilson, S. C., Galyean, M. L., Miller, M. F., & McGlone, J. J. (2001). Shade and water misting effects on behavior, physiology, performance, and carcass traits of heat-stressed feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 79(9), 2327-2335.
- Niderkorn, V., & Baumont, R. (2009). Associative effects between forages on feed intake and digestion in ruminants. *Animal*, 3(7), 951-960.
- Novaković, S., & Tomašević, I. (2017, September). A comparison between Warner-Bratzler shear force measurement and texture profile analysis of meat and meat products: A review. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 85, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Ocampo, R. J., Rocha, J. F. M., & Sarmiento, R. A. M. (2020). Diversidad genética y estructura poblacional en bovinos colombianos casanareño a través de marcadores moleculares microsatélites. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(3).
- Otte, M. J., Woods, A. J., & Abuabara, Y. (1992). Liveweight estimation of cattle by scale and by tape, a method comparison study. *Tropical animal health and production*, 24(2), 109-114.

- Pang, B., Yu, X., Bowker, B., Zhang, J., Yang, Y., & Zhuang, H. (2021). Effect of meat temperature on moisture loss, water properties, and protein profiles of broiler pectoralis major with the woody breast condition. *Poultry Science*, *100*(2), 1283-1290.
- Pereira, J. A. (2018). Conservation of creole cattle in Santa Cruz, Bolivia. *Latin American Archives of Animal Production*, *26*(1-2)
- Purslow, P. P., Oiseth, S., Hughes, J., & Warner, R. D. (2016). The structural basis of cooking loss in beef: Variations with temperature and ageing. *Food Research International*, *89*, 739-748.
- Quispe, H., Cayo-Colca, I., & Saucedo, J. (2019). Correlación entre indicadores conductuales de bienestar animal y propiedades fisicoquímicas de la carne bovina. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, *30*(1), 34-48.
- Ramírez-Lozano, R., & Ríos-Ramírez, O. R. (2021). Evaluación de la condición corporal y el rendimiento de la canal de los bovinos faenados en el camal privado Bello Horizonte, San Martín. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, *1*(1), 43-52.
- Razminowicz, R. H., Kreuzer, M., & Scheeder, M. R. L. (2006). Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Science*, *73*(2), 351-361.
- Ribeiro, F. A., Lau, S. K., Furbeck, R. A., Herrera, N. J., Henriott, M. L., Bland, N. A., ... & Calkins, C. R. (2021). Ultimate pH effects on dry-aged beef quality. *Meat Science*, *172*, 108365.
- Ripoll, G., Panea, B., & Albertí, P. (2012). Visual appraisal of beef and its Relationship with the CIELab colour space. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, *108*, 222-232.
- Rivas, E., Veli, E., Aquino, Y., Rivas, V., Pastor, S., & Estrada, R. (2007). Acciones para la caracterización y conservación del bovino criollo peruano (*Bos taurus*). *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, *40*, 33-42.

- Robinson, D. L., Cafe, L. M., McIntyre, B. L., Geesink, G. H., Barendse, W., Pethick, D. W., ... & Greenwood, P. L. (2012). Production and processing studies on calpain-system gene markers for beef tenderness: Consumer assessments of eating quality. *Journal of Animal Science*, 90(8), 2850-2860.
- Rosemberg, M. (2002). Variabilidad genética de vacunos criollos y de doble propósito. In *Artículos y resúmenes del I Congreso Peruano de Genética Animal*. Lima, Perú.
- Saifullah, S., Dagong, M. I. A., & Pakiding, W. (2021, June). Physical meat quality comparison of selected KUB chicken, original Kampung and improved Kampung chicken with in ovo feeding technology. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 788, No. 1, p. 012126). IOP Publishing.
- Segura-Correa, J. C., & Montes-Pérez, R. C. (2001). Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. *Revista Biomédica*, 12(3), 196-206.
- Scheeder, M. R. L., Casutt, M. M., Roulin, M., Escher, F., Dufey, P. A., & Kreuzer, M. (2001). Fatty acid composition, cooking loss and texture of beef patties from meat of bulls fed different fats. *Meat science*, 58(3), 321-328.
- Smith, G. C., Tatum, J. D., & Morgan, J. B. (1999). Reducing the incidence of dark-cutting beef. *Beef Cattle Handbook* 4350: 1-3.
- Suman, S. P., & Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual review of food science and technology*, 4, 79-99.
- Torres-Rodríguez, P. V., Aranguren-Méndez, J. A., Portillo-Ríos, M. G., Rojas, I. M., & Chango-Oduber, R. (2015). Estudio de los polimorfismos CAPN316, CAPN4751 y CAST2959: relación con la terneza de la carne en el ganado criollo limonero. *Revista Científica*, 25(3), 232-238.
- Vallejo, A. R., Risco, R., Yalta, C., & Veli, E. (2014). Diversidad genética mitocondrial en poblaciones de bovinos criollos peruanos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA*, 4, 68-70.

- 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.
- Villasmil-Ontiveros, Y., Román Bravo, R., Yáñez-Cuéllar, L., Contreras, G., Jordana, J., & Aranguren-Méndez, J. (2008). Genetic diversity of limonero creole breed using Microsatellites molecular markers. *Revista Científica*, 18(4), 415-423.
- Wheeler, T. L., Cundiff, L. V., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2005). Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *Journal of animal science*, 83(1), 196-207.
- Wulf, D. M., Emmett, R. S., Leheska, J. M., & Moeller, S. J. (2002). Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *Journal of animal Science*, 80(7), 1895-1903.
- Yalta-Macedo, C. E., Veli, E. A., Díaz, G. R., & Vallejo-Trujillo, A. (2021). Paternal ancestry of Peruvian creole cattle inferred from Y-chromosome analysis. *Livestock Science*, 244, 104376.
- Zhu, Y., Gagaoua, M., Mullen, A. M., Kelly, A. L., Sweeney, T., Cafferky, J., ... & Hamill, R. M. (2021). A Proteomic Study for the Discovery of Beef Tenderness Biomarkers and Prediction of Warner–Bratzler Shear Force Measured on Longissimus thoracis Muscles of Young Limousin-Sired Bulls. *Foods*, 10(5), 952.

VIII. ANEXOS

8.1 PROPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN DEL GANADO BOVINO CRIOLLO EN LA REGIÓN AMAZONAS

El exponencial crecimiento poblacional ha puesto en evidencia que es necesario incrementar la producción de alimentos, esto ha conllevado a la proposición de diferentes estrategias para lograr la seguridad alimentaria bajo un desarrollo sostenible ya que el modelo convencional nos ha arrastrado a otro problema grave que es la erosión de los recursos zoogenéticos.

El desarrollo sostenible del ganado bovino criollo en la región Amazonas requiere del establecimiento de un plan enmarcado en líneas estratégicas y en concertación con diferentes actores que permitan primero el ordenamiento y luego la conservación del recurso genético con el que se cuenta actualmente considerando que es una raza en peligro de extinción. A continuación, se propone 4 ejes estratégicos para la conservación del ganado bovino criollo en la región Amazonas, que según lo planteado en el proyecto de la presente tesis la propuesta contempla estrategias de conservación en tres aspectos: *in situ*, *ex situ* *in vitro* y *ex situ* *in vivo*, lo cual trae consigo beneficios en todos los aspectos del desarrollo sustentable.

EJES ESTRATÉGICOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL GANADO BOVINO CRIOLLO EN LA REGIÓN AMAZONAS.

EJE ESTRATEGICO N° 1: Inventario y caracterización de los bovinos criollos de la región Amazonas.

La FAO (2012), considera prioritario abordar estudios de caracterización racial como primera fase en la implantación de un programa de desarrollo ganadero que permita la sustentabilidad de los sistemas tradicionales de producción ligados a una correcta gestión territorial. En este sentido la FAO (2007) en el Plan de acción mundial sobre los recursos zoogenéticos y la Declaración de Interlaken aborda la caracterización de los recursos zoogenéticos abarcando todas las actividades asociadas con la identificación, la descripción cuantitativa y cualitativa de las poblaciones de razas y el hábitat natural y los sistemas de producción a los que están o no adaptados.

La propuesta parte de una base existencial sobre los bovinos criollos en la región, teniendo conocimiento de los lugares donde están, cuantos hay, que características fenotípicas o genéticas tienen por lo que el primer punto a realizar es un inventario e identificación de bovinos criollos en la región Amazonas, lo cual debe ir acompañado de la caracterización de las áreas donde se están criando y con base a la información recopilada se debe fomentar el conocimiento de su estado situacional con la identificación de las amenazas y posibles medidas a implementar.

Por otro lado, la caracterización morfológica de los bovinos criollos es una práctica habitual que se está realizando en otras regiones del Perú y del mundo con el objetivo de conservarlo o revalorarlo. Según Rivas et al. (2007), en el Perú se ha venido realizando actividades para conservar, caracterizar e identificar caracteres de interés productivo y económico en los bovinos criollos y se ha llegado a identificar en los departamentos de Ancash, Ayacucho, Apurímac, Junín y Puno.

Encina et al. (2021) han realizado la Caracterización zoométrica de vacas criollas en las provincias de Luya, Chachapoyas y Bongará, y se ha convertido en la primera publicación científica de un estudio realizado a estos animales en la región Amazonas, sin embargo, este estudio ha incluido solo la caracterización de 95 bovinos hembra, y no se ha establecido una muestra en base a una población conocida, lo que significa que aún es necesario hacer el inventario de bovinos criollos que haya en la región, como también la caracterización fenotípica de los machos.

La caracterización del ganado bovino criollo no puede estar completo sin una caracterización molecular, por lo que se plantea la recolección de muestras de sangre a todos los animales que se identifique, a partir de estas muestras realizar la extracción del ADN y posterior caracterización molecular de morfotipos de bovinos criollos por marcadores moleculares.

EJE ESTRATEGICO N° 2: Evaluación y Selección

Todos los bovinos criollos censados e identificados deberán ser sometidos a un control mediante registros de producción y hacer una selección de aquellos

animales con mejores parámetros productivos, reproductivos y análisis de calidad de los productos como la composición físico, químico y microbiológico de la leche, y parámetros de calidad en la carne. Estos animales con los mejores parámetros serán con quienes se inicien los cruzamientos para mantener una población de ganado bovino criollo sin consanguinidad y bajo un sistema de crianza sostenible en la región Amazonas.

EJE ESTRATEGICO N° 3: Conservación del recurso genético del ganado criollo en la región Amazonas.

El término conservación in vivo describe la conservación de animales vivos y comprende métodos de conservación in situ y ex situ in vivo (FAO, 2010).

Conservación *in situ*

Esta forma de conservación permite una producción sustentable porque permite el manejo del ecosistema, implica la evolución conjunta entre los animales y el ambiente donde se están desarrollando (Segura y Montes 2001 y FAO,2010).

En Amazonas es necesario realizar la georreferenciación de las áreas donde se está produciendo el ganado bovino criollo, labor que ya se ha iniciado, encontrando poblaciones en lugares como la comunidad campesina de Inguilpata en el Valle de Huaylla Belén, lugar donde se encuentra albergada la población más grande de animales con características típicas del bovino criollo, así mismo se ha podido identificar grupos de hasta 15-20 individuos en el Cañon del Sonche, animales que son propiedad de la comunidad campesina de Huancas y otro grupo de regular consideración en Alto Imaza, propiedad de los ganaderos del lugar.

En ese marco se ha realizado un primer acercamiento con las comunidades campesinas y los productores para conocer la opinión acerca de la posibilidad de trabajar de manera conjunta en un plan de conservación y revalidación del ganado bovino criollo de su propiedad llegando a las conclusiones, primero: los productores están dispuestos a cooperar para tal propósito, segundo: exigen que debe ser bajo financiamiento y asesoramiento para el manejo productivo y reproductivo, tercero: los productores se mantienen como dueños del espacio y

deben ser beneficiarios de cualquier ingreso a efecto de la actividad de conservación.

La metodología de intervención será a través de la creación de núcleos para la conservación *in situ* en los lugares donde se ha identificado la mayor población, así se tendrían tres núcleos de conservación del ganado criollo en la región Amazonas, para esto siguiendo lo establecido por la FAO para evitar efectos indeseables de la endogamia y la deriva aleatoria se realizará con grupos de apareamiento de 5 machos y 25 hembras para cada núcleo.

La conservación *ex situ* in vivo

A medida que la población es más pequeña el riesgo de consanguinidad es mucho mayor por eso a partir del grupo de animales (machos) seleccionados de cada núcleo de conservación serán intercambiados con animales machos de los otros núcleos, así mismo en colaboración con las instituciones académicas como la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza a través del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología serán llevados animales tanto hembra como machos al banco de recursos zoogenéticos con el que este cuenta para fines de investigación.

La conservación *ex situ* in vitro

Está referido a la conservación externa del material genético de un animal vivo de forma artificial siendo el criogénico el principal medio, pudiendo conservar a través de semen, embriones, ovocitos, células somáticas o tejidos con capacidad de reconstituir animales vivos en el futuro (FAO,2010, Andrabi y Maxwell 2007).

Crio preservación de esperma.

Este método de conservación se realizará en conjunto con el centro de recursos zoogenéticos del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología, según la características temperamentales y de docilidad de los los animales destinados para este fin se realizará la colecta de semen en el habitat del animal o serán llevados al centro de colecta de semen donde a través del protocolo establecido por el centro se realizará la colecta y conservación en nitrógeno líquido en el

banco de semen del mismo instituto. Para este proceso también se seguirá las directrices establecidas por la FAO, lo cual establece que deberán colectarse y congelarse el semen de 25 machos no emparentados.

Criopreservación de embriones.

La criopreservación de embriones permite la preservación del complemento genético completo tanto de la madre como del padre y tiene increíbles oportunidades para preservar la heterocigosidad y la integridad de la población. Sin embargo, es un procedimiento más complejo y costoso que la criopreservación de semen (Bolaji et al., 2021).

Para el caso específico de Amazonas se plantea realizar según lo establecido por la FAO, que menciona que para la conservación de recursos genéticos de una población en peligro de extinción se debe conservar los embriones de 35 cruces diferentes.

Flujograma de implementación del plan de conservación del ganado bovino criollo de la Región Amazonas.

