



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL DE LA CANAL**  
**DE BURROS (*Equus asinus*)**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**RUSO AMERICO TICONA MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIO  
NAL DE LA CANAL DE BURROS (Equus a  
sinus)**

AUTOR

**RUSO AMERICO TICONA MAMANI**

RECUENTO DE PALABRAS

**16563 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**86180 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**83 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**968.4KB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 5, 2024 8:10 AM EST**

FECHA DEL INFORME

**Nov 5, 2024 8:12 AM EST**

● **18% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 18% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



Firmado digitalmente por COILA  
ANASCO Pedro Ubaldo FAU  
20145496170 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 05.11.2024 08:19:05:00

Universidad  
Nacional  
del Altiplano



Firmado digitalmente por RUELAS  
CALLIAPÁZA Domingo Alberto FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 05.11.2024 13:42:28 -05:00



## DEDICATORIA

*Esta dedicatoria de tesis es para DIOS, que me guio y me sostuvo en cada paso de este camino. Agradezco su amor y providencia, que me permitieron superar obstáculos y alcanzar esta meta. Esta tesis es el fruto de tu gracia y un testimonio de tu fidelidad. Que sea una ofrenda aceptable hacia ti y un instrumento para tu gloria. Que tu nombre sea exaltado y bendecido por siempre.*

*A mi padre Ricardo Ticona Ojeda, mi guía, mi amigo y mi inspiración. Gracias por estar siempre a mi lado, por creer en mí y empujarme a alcanzar mis sueños. Tu amor y apoyo me dieron la fuerza para superar los obstáculos y alcanzar esta meta. Esta tesis es un regalo para ti, un símbolo de gratitud y admiración. Que te haga sentir orgulloso de mi.*

*A mi madre Ignacia Mamani Sacachipana gracias por darme una infancia llena de amor, apoyo y estabilidad. Su dedicación y sacrificio me permitieron crecer y alcanzar mis metas. Me siento muy afortunado de haber tenido tu guía y orientación en mi vida. Este sueño, tanto mío como tuyo es un símbolo de gratitud y admiración. Gracias por costear mi carrera universitaria y por ser la madre más maravillosa del mundo, te amo y te admiro mamita linda.*

*A mi hermano Ramiro que me supo apoyar en todo este proceso.*

*A mi querido hijo Dominic que ilumina mi vida con su presencia. Esto es un regalo para ti. Un símbolo de mi amor y dedicación. Espero que cuando crezcas y puedas leer esto, te sientas orgulloso de la persona que soy y de lo que estoy logrando. Que esto sea un ejemplo de que todo es posible con amor y dedicación. Te amo más que ayer, pero menos que mañana mi peque.*

*A mi Director de tesis Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco a quien le tengo mucho respeto, admiración; quien supo apoyarme, dirigirme en todo este proyecto de tesis para la sustentación y optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista.*

*Quiero agradecer a cada una de las personas que estuvieron involucradas en todo este proceso para poder optar el título profesional de Médico Veterinario y Zootecnista.*

**Ruso Américo**



## AGRADECIMIENTOS

*Quiero extender mis agradecimientos principalmente a Dios, quien fue mi fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en este camino académico y brindarme el entendimiento y la sabiduría necesaria para alcanzar la meta.*

*Con profundo amor y gratitud, agradezco este logro a mis padres por su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor incondicional, han sido la luz que me ha guiado a lo largo de este camino académico. Cada éxito que alcanzo es también suyo, ya que su constante aliento y ejemplo han sido mi mayor inspiración. Gracias por ser mis pilares en los momentos más desafiantes y gracias por celebrar conmigo cada triunfo. Este logro lleva sus nombres y dedicación y es en honor a ustedes que continúo esforzándome por alcanzar mis metas. Con todo mi cariño esta tesis lleva grabado sus nombres en cada página.*

*Agradezco el haber llegado a mi vida querido hijo Domi, me diste fortaleza, ánimos y deseos de superación y que siempre serás mi motor y motivo en esta vida.*

*También quiero agradecer a mi asesor de tesis el Dr. Pedro Ubaldo Coila Añasco, el cual estuvo siempre atento a resolver mis dudas como también aconsejándome en todo este proceso; a Dicson, Elizabeth por darme todas las pautas, consejos y apoyo en todo este proceso, muchas gracias.*

*Gracias infinitas a mi casa de estudios UNAP, a la Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a todos mis docentes calificados para mi formación profesional que me fueron formando en todo este camino para poder llegar a ser un buen profesional.*

*Hoy que ha sido posible para mí, quiero agradecer este logro a todos(as) y cada una de las personas que estuvieron involucradas para mí en esta etapa, dándome aliento, fuerzas, y ánimo para continuar con mis estudios.*

**Ruso Américo**



# ÍNDICE GENERAL

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>DEDICATORIA</b>  |             |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>  |             |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>   |             |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>  |             |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>   |             |
| <b>INDICE DE ANEXOS</b>   |             |
| <b>ACRÓNIMOS</b>  |             |
| <b>RESUMEN</b> .....  | 12          |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | 13          |
| <b>CAPÍTULO I</b>   |             |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   |             |
| <b>1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....                           | <b>16</b>   |
| 1.1.1. Objetivo general.....  | 16          |
| 1.1.2. Objetivos específicos .....  | 16          |
| <b>CAPÍTULO II</b>  |             |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>   |             |
| <b>2.1. MARCO TEÓRICO</b> .....   | <b>17</b>   |
| 2.1.1. El burro: Etimología y taxonomía .....                             | 17          |
| 2.1.2. Carne, la carne equina y su consumo.....                           | 18          |
| 2.1.3. Composición química de la carne de equinos.....                    | 20          |
| 2.1.4. Componentes químicos de la carne .....                             | 22          |
| 2.1.5. Factores que influyen en la composición y calidad de la carne..... | 30          |
| <b>2.2. ANTECEDENTES</b> .....  | <b>31</b>   |



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.1. UBICACIÓN .....</b>                   | <b>38</b> |
| <b>3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL .....</b>       | <b>38</b> |
| 3.2.1. Animales .....                         | 38        |
| 3.2.2. Materiales y equipos .....             | 39        |
| <b>3.3. MÉTODOS .....</b>                     | <b>40</b> |
| 3.3.1. Selección de animales .....            | 40        |
| 3.3.2. Faenado de los animales .....          | 40        |
| 3.3.3. Toma de muestras .....                 | 41        |
| 3.3.4. Análisis químico de las muestras ..... | 42        |
| 3.3.5. Análisis estadístico .....             | 47        |

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL .....</b>                   | <b>49</b> |
| <b>4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA SEGÚN CLASE ANIMAL Y CORTE .....</b> | <b>52</b> |
| 4.2.1. Humedad .....   | 52        |
| 4.2.2. Proteínas .....   | 55        |
| 4.2.3. Grasa .....   | 58        |
| 4.2.4. Cenizas .....   | 61        |
| <b>V. CONCLUSIONES .....</b>                                     | <b>65</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>                                 | <b>66</b> |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                     | <b>67</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>71</b> |



**Área:** Producción Animal.

**Tema:** Composición química de la carne de burro.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 07 DE NOVIEMBRE DE 2024



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Figura 1</b> Proceso de faenamiento de burros en el Matadero Felipe & María Fernanda SAC y actividades de investigación..... | 41          |
| <b>Figura 2</b> Contenido de humedad en carne de burros según clase.....  | 53          |
| <b>Figura 3</b> Contenido de humedad en carne de burros según cortes. ....  | 54          |
| <b>Figura 4</b> Contenido de proteínas en carne de burros según clase.....  | 56          |
| <b>Figura 5</b> Contenido de proteínas en carne de burros según corte.....  | 57          |
| <b>Figura 6</b> Contenido de grasas en carne de burros según clase. ....  | 59          |
| <b>Figura 7</b> Contenido de grasas en carne de burros según corte. ....  | 59          |
| <b>Figura 8</b> Contenido de grasas en carne de burros según clase. ....  | 62          |
| <b>Figura 9</b> Contenido de grasas en carne de burros según corte. ....  | 62          |





## ÍNDICE DE TABLAS

|                 | <b>Pág.</b>  |
|-----------------|--|
| <b>Tabla 1</b>  | Composición química y valor energético carne equino (por 100 g de carne) ..... 21                                |
| <b>Tabla 2</b>  | Características químicas del músculo Longissimus thoracis (media±SE) de carcasas machos de mula y burro..... 32  |
| <b>Tabla 3</b>  | Composición química de carne de equino y bovino de expendio. .... 33   |
| <b>Tabla 4</b>  | Características químicas (promedio ± EE) del músculo Longissimus thoracis de la carcasa de burros (n=15)..... 35 |
| <b>Tabla 5</b>  | Composición química (promedio) del músculo Longissimus lumborum del bovino, llama y caballo..... 36              |
| <b>Tabla 6</b>  | Músculos muestreados según región anatómica y corte al que representa ..... 41                                   |
| <b>Tabla 7</b>  | Composición química porcentual de la carne de burro según clase animal y corte. 49                               |
| <b>Tabla 8</b>  | Contenido de humedad en carne de burros según clase animal y corte. .... 53                                      |
| <b>Tabla 9</b>  | Contenido de proteínas en carne de burros según clase animal y corte. .... 56                                    |
| <b>Tabla 10</b> | Contenido de grasas en carne de burros según clase animal y corte. .... 58                                       |
| <b>Tabla 11</b> | Contenido de cenizas en carne de burros según clase animal y corte. .... 61                                      |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Anexo 1:</b> Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de humedad (Método gravimétrico, AOAC 930.15).....                                | 72          |
| <b>Anexo 2:</b> Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de proteínas (Método Kjeldahl, AOAC 981.10) .....                                 | 73          |
| <b>Anexo 3:</b> Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de grasa (Método del Soxhlet, AOAC 920.39A).....                                  | 75          |
| <b>Anexo 4:</b> Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de cenizas (Método de calcinación en mufla, AOAC 942.05).....                     | 76          |
| <b>Anexo 5:</b> Resultados del análisis químico proximal en las 30 muestras, según clase animal y corte (en g/100 g o %)......                             | 77          |
| <b>Anexo 6:</b> Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para humedad. ....   | 78          |
| <b>Anexo 7:</b> Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para proteínas. .... | 79          |
| <b>Anexo 8:</b> Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para grasa.....      | 80          |
| <b>Anexo 9:</b> Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para grasa.....      | 81          |
| <b>Anexo 10:</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....   | 82          |
| <b>Anexo 11:</b> Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional.....                                    | 83          |



## ACRÓNIMOS

|             |   |
|-------------|---|
| <b>SAC</b>  | : Sociedad Anónima Cerrada                                      |
| <b>DBCA</b> | : Diseño de Bloques Completo al Azar                            |
| <b>g</b>    | : gramos  |
| <b>UNA</b>  | : Universidad Nacional del Altiplano                            |
| <b>p</b>    | : Probabilidad  |
| <b>kDa</b>  | : kilodaltons   |
| <b>mL</b>   | : mililitros  |
| <b>mm</b>   | : milímetros  |
| <b>cm</b>   | : centímetros   |
| <b>kg</b>   | : kilogramos  |
| <b>LSD</b>  | : Diferencia menos significativa (Least significant difference) |
| <b>rpm</b>  | : revoluciones por minuto                                       |
| <b>EE</b>   | : Error estándar de la media                                    |
| <b>DS</b>   | : Desviación estándar   |



## RESUMEN

El presente estudio tuvo el objetivo de determinar la composición química proximal de la carne de burro considerando las variables clase animal (joven y adulto) y corte comercial (paleta, costilla y pierna). Se tomaron muestras de seis animales machos luego de su beneficio en el Matadero Inversiones Felipe & María Fernanda SAC de Canchi Grande-Caracoto, San Román, Puno. Los músculos muestreados fueron el deltoides, el *Longissimus dorsi* y el bíceps femoral en representación de la paleta, costillar y pierna, respectivamente. El análisis químico de las muestras se realizó siguiendo los protocolos establecidos para carne por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC), en laboratorios Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno. El análisis de datos se realizó en un diseño de bloques completo al azar y la prueba de significancia LSD ( $\alpha=0.05$ ). Resultados: la composición química proximal de la carne de burros es la siguiente: humedad 73.79%, proteínas 19.23%, grasa 4.53% y cenizas 1.20%. La clase animal (joven y adulto) y el corte comercial (paleta, costilla y pierna) tienen efecto significativo sobre el contenido de humedad y grasa ( $p\leq 0.05$ ), existiendo una relación inversa entre ambos; pero, no hay efecto sobre el contenido de proteínas y cenizas ( $p>0.05$ ). Se concluye que la carne de burros de la región Puno, tiene una composición similar a las carnes rojas de otras especies domésticas, por lo que puede ser una buena alternativa de sustitución.

**Palabras Clave:** Carne, Burro, Composición proximal, Puno.



## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the proximate chemical composition of donkey meat, considering the variables of animal class (young and adult) and commercial cut (shoulder, rib and leg). Samples were taken from six male animals after their processing at the Felipe & María Fernanda SAC Investments Slaughterhouse in Canchi Grande-Caracoto, San Román, and Puno. The muscles sampled were the deltoid, the longissimus dorsi and the biceps femoris representing the shoulder, rib and leg, respectively. The chemical analysis of the samples was performed following the protocols established for meat by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), in the Veterinary Medicine and Zootechnics laboratories of UNA-Puno. The data analysis was performed in a randomized complete block design and the LSD significance test ( $\alpha = 0.05$ ). Results: The proximate chemical composition of donkey meat is as follows: moisture 73.79%, protein 19.23%, fat 4.53% and ash 1.20%. The animal class (young and adult) and the commercial cut (shoulder, rib and leg) have a significant effect on the moisture and fat content ( $p \leq 0.05$ ), there being an inverse relationship between both; but, there is no effect on the protein and ash content ( $p > 0.05$ ). It is concluded that donkey meat from the Puno region has a similar composition to red meat from other domestic species, so it can be a good substitute alternative.

**Keywords:** Meat, Donkey, Proximal composition, Puno.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El burro ha sido domesticado durante miles de años y ha contribuido al desarrollo de varias civilizaciones, incluso hoy en día, en muchos países del Oriente Medio y Asia, siguen siendo un importante medio de transporte. Sin embargo, a principios del siglo XXI, el número de burros en el sur de Europa está aumentando debido al gran interés por la leche de burra, cuya composición se asemeja más a la de la leche humana, y a la carne de machos jóvenes que tiene buenas características nutricionales en comparación a la de animales viejos que es dura y destinada a ser transformada en salami u otros productos salados (Polidori et al., 2009).

Históricamente, la carne de burro se ha obtenido de animales sacrificados al final de su vida laboral. Por esta razón, la carne no solía tener buenas características sensoriales y nutricionales por lo que no se la consumía en forma fresca. Hoy en día, en los países occidentales, los burros machos, enteros o castrados, ya no se utilizan para el transporte y el trabajo, sino para la producción de carne como fuente interesante de proteínas e incrementar los ingresos de los productores locales (Polidori et al., 2011)

La carne, es una de las principales fuentes de nutrientes en la alimentación humana, sobre todo, por su aporte de proteínas de alto valor biológico, su aporte de minerales, vitaminas y otros nutrientes esenciales (Reséndiz et al., 2021). En muchos países, el burro es una de los más importantes animales domésticos, sobre todo del norte del África y Este Medio, debido a que este mamífero doméstico puede sobrevivir, reproducir y producir carne y leche bajo condiciones ambientales difíciles. Los burros son fáciles de manejar y no son demasiado exigentes en términos de alimentación, pueden



casi sobrevivir con alimentos de baja calidad y prosperar bajo condiciones climáticas adversas (Aganga et al., 2003).

A pesar que la carne de burros y equinos tienen muy buenas propiedades físicas y químicas, su consumo no se asemeja al de otros tipos de carne, debido a razones socio-culturales. Sin embargo, esta tendencia está cambiando por ser una alternativa frente a la gran demanda de carnes rojas en el mundo entero, hay en la actualidad explotaciones que se dedican a la producción de carne de equinos (burros y caballos) para el consumo humano, sobre todo de animales jóvenes (Reséndiz et al., 2021). Por esta razón, en la actualidad, muchos países, están tomando interés en la crianza de burros por sus propiedades nutricionales.

En el Perú el consumo de carne de burros es muy limitado, destinándose más bien, a producción de embutidos y en el caso del Matadero de Canchi Grande, a exportación. El bajo consumo se debe sobre todo a factores sociales y culturales, ya que los burros son considerados como animales domésticos destinados a otras actividades, de carga fundamentalmente. Sin embargo, muchos estudios, como (Lorenzo et al., 2014) y (Polidori et al., 2022), consideran a la carne de burros como “saludable”, pudiendo constituirse como una alternativa de carnes rojas debido a su alto valor nutricional y bajo contenido graso comparado con otras especies como el bovino, ovino y porcino.

No existen datos precisos de la producción de carne equina en el Perú, debido a que gran parte del sacrificio de equinos se realiza de manera clandestina. Por otro lado, son pocos los estudios referidos a su composición química y valor nutricional de la carne de burro, siendo estos problemas que requieren investigar. En la región de Puno, la crianza de burros está limitada a la actividad de carga, pero debido a que la demanda de su carne en otros países es creciente, asiáticos fundamentalmente, a la fecha se viene exportando



la carne de burro y sus otros componentes no cárnicos, habiéndose implementado para ello, mataderos con las debidas autorizaciones sanitarias, como el Matadero de Canchi Grande, Caracoto.

En ese sentido, el presente estudio se diseñó con el propósito de evaluar la composición química de la carne de burros machos de dos clases (jóvenes y adultos) que son beneficiados en el Matadero de Canchi Grande de Caracoto. Los resultados, además de llenar un vacío en el conocimiento, proporcionan información útil para la ciencia nutricional y alientan a la cría de burros con fines de producción de carne a fin de aumentar los ingresos en sus criadores.

El consumo de carne y leche de burro está aumentando tanto en los países en desarrollo como en los menos desarrollados, aunque el burro no se considera en muchos países del mundo como un animal de alimentación (Vanegas & Gutiérrez, 2016).

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Analizar la composición química proximal de la carne de burros beneficiados en el Matadero Canchi Grande-Caracoto considerando los factores clase animal (edad) y corte comercial (región anatómica).

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar la composición química proximal de la carne de burros a través de la valoración porcentual de los siguientes parámetros químicos: humedad, proteína, grasa y cenizas.
- Determinar el efecto de la clase animal (joven y adulto) y los cortes comerciales (paleta, costilla y pierna) en la composición química proximal.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. El burro: Etimología y taxonomía

El burro o asno doméstico (*Equus asinus*) procede del *Equus africanus* es un mamífero doméstico de la familia de los équidos, fueron domesticados a principios del V milenio a. C., desde entonces han sido utilizados como animales de carga y como cabalgadura en terrenos montañosos y desérticos, trasladando así, a personas o mercancía por distancias largas. La palabra “asno” deriva del latín: “*asinus*”. La palabra “burro” también deriva del latín “*burricus*” que significa “caballo pequeño” (Alvarez & Medellín, 2005).

La taxonómica del burro es la siguiente: (Linnaeus, 1758)

- Reino: Animalia
- Phylum: Craniata
- Clase: Mammalia
- Orden: Perissodactyla
- Familia: Equidae
- Género: *Equus*
- Especie: *asinus*
- Nombre científico: *Equus asinus*

Los burros han sido domesticados hace más de 4000 años esencialmente para transportar o labrar. Tienen arios colores de pelaje y tamaños de cuerpo, son



animal muy resistentes y tolerantes. Se encuentran en varias zonas ecológicas de todo el mundo, pero no se ha prestado mucha atención a ellos a pesar de su importante papel en la vida socioeconómica de muchos sistemas agrícolas de pequeños propietarios y sus familias. Los burros son una fuente de energía infravalorada en gran parte del mundo (Oudman, 2004). Son resistentes y se manejan fácilmente y pueden sobrevivir con alimentos de baja calidad y prosperar en condiciones climáticas adversas (Aganga et al., 2003).

Según el IV Censo Nacional Agropecuario, en el Perú existía, hasta el 2012 existía una población de 1'260,219 equinos, entre caballos, potros, yeguas, burros, burras y mulas. El grupo conformado por burros, burras y mulas presenta un mayor número de ejemplares (662,250) frente al de caballos, potros y yeguas (597,967). Los departamentos que poseen mayor cantidad de equinos son Cajamarca (167,847), Ancash (129,278) y Cusco (115,087) mientras que los departamentos con menor número de ejemplares son Madre de Dios (466), Tacna (2516) y Ucayali (2295) (INEI, 2012).

### **2.1.2. Carne, la carne equina y su consumo**

Carne es el conjunto de músculos obtenidos de animales sacrificados higiénicamente, bajo supervisión de un veterinario y para consumo humano. Las carnes son los alimentos que proporcionan de 16 a 20 g de proteínas por 100 g de alimento crudo o hervido, algo más si son asados, fritos u horneados, por la parcial deshidratación que sufren (Alvarado & Blanco, 2008).

Fundamentalmente la carne está constituida por la parte muscular de los animales de abasto; después del sacrificio de los animales, la porción muscular (constituida mayormente por fibras musculares, colágeno y grasa) sufre una serie



de cambios que conducen a la transformación del músculo en carne. La carne contribuye de manera importante a satisfacer las necesidades nutritivas del hombre. Sus componentes mayoritarios, variables según la especie de origen, son agua (65-80%), proteína (16-22%) y grasa (1 a 15%). También estos componentes pueden variar en función, de la raza, del sexo, de la edad del animal e incluso del alimento administrado al animal (Horcada & Polvillo, 2010).

La carne es considerada una de las principales fuentes de nutrientes en la alimentación humana debido a su alto contenido de proteína de elevado valor biológico, de importantes minerales (hierro, fósforo, selenio, zinc, cobre y manganeso), y de vitaminas del grupo B, especialmente B<sub>12</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>6</sub>. Adicionalmente, la fracción lipídica de la carne proporciona biomoléculas requeridas en todas las etapas de la vida, como ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles (de Castro Cardoso & dos Reis Baltazar, 2013).

Los principales constituyentes y sus cantidades que se encuentran en el músculo esquelético de los mamíferos son agua 75%, proteínas 18-20%, carbohidratos 1%, grasa (mínimo) 0,5-1% y otro material soluble (no proteico y no carbohidrato) 3-5%. Sin embargo, estos valores son solo aproximados, principalmente como consecuencia de la variación en los contenidos de lípidos y agua (Dukes, 2015).

En el mundo, la producción de carne para consumo humano proviene principalmente de las especies bovina, porcina y aviar y, en una menor proporción, de otras como la ovina, caprina, piscícola y algunas especies silvestres. Sin embargo, factores sociológicos, económicos, ambientales y/o nutricionales, han



generado en los últimos años un creciente interés en fuentes alternativas de carne (Polawska et al., 2013).

La especie equina, caballos y burros fundamentalmente, abastece el 0,25% de la producción mundial de carne, siendo los principales países China, Kazajistán, México, Rusia y Argentina, mientras que Mongolia, Suiza, Italia, Kazajistán y Rusia son los mayores consumidores. La carne equina a pesar de ser muy nutritiva, por razones culturales y sociales, y por la desconfianza que han generado las prácticas ilegales en las actividades de sacrificio y comercialización, su consumo ha sido cuestionado en muchos países. Por ello es necesario implementar estrategias que permitan estandarizar la cadena productiva de este tipo de carne, para obtener un alimento con los estándares de calidad requeridos por el mercado y los consumidores. Los principales países productores de carne equina son China, Kazajistán, México, Rusia y Argentina, con el 58% de la producción mundial, mientras que Mongolia, Suiza, Italia, Kazajistán y Rusia son los mayores consumidores. Sin embargo, aunque la producción de carne de equino haya aumentado, en comparación a las producciones de carne de aves, bovina o porcina, ésta sigue siendo muy baja, tan solo representa el 0.25% de la producción total mundial (Vanegas & Gutiérrez, 2016).

### **2.1.3. Composición química de la carne de equinos**

El mayor componente del tejido muscular del equino es el agua (70-78%). La humedad se divide en agua libre y agua retenida. El valor biológico de las proteínas de la carne de equino es alto, por contener todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Asimismo, además de contener ácidos grasos saturados y monoinsaturados, contiene ácidos grasos polinsaturados (esenciales) como el

linoleico y linolénico. Con respecto a las cenizas totales en la carne de equino, éstas representan el 1% en los tejidos musculares. Entre los macro y microelementos principales de la carne de equino se encuentran Ca, P, Na, K, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Cl y B. También es rica en vitaminas hidrosolubles, especialmente en vitaminas del complejo B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>), vitamina C y vitaminas liposolubles (A, D, E y K). La Tabla 1, muestra la composición química de la carne de equinos (Buxadé, 1996).

**Tabla 1**

*Composición química y valor energético carne equino (por 100 g de carne)*

| <b>Componente</b> | <b>Contenido</b> |
|-------------------|------------------|
| Humedad           | 71%              |
| Proteína          | 20%              |
| Lípidos           | 6.83%            |
| Cenizas totales   | 1%               |
| Glucógeno         | 2.41%            |
| Valor energético  | 140 kcal         |

Fuente: Buxadé (1996).

La carne equina (caballos y burros) está compuesta principalmente por agua, proteínas, grasa, carbohidratos, minerales y otras sustancias, que en conjunto representan su valor nutricional. La concentración de estos componentes puede verse afectada por varios factores como la edad y peso al sacrificio, el sistema de producción, el tipo de musculo y la raza. Su composición es similar a la de la carne bovina, a excepción del contenido de grasa intramuscular. La humedad constituye cerca del 70%, la proteína 22%, la grasa intramuscular oscila entre 0,5 y 6%, y los minerales representan cerca del 1,5%. El contenido de carbohidratos generalmente no es reportado debido a que se encuentra en cantidades traza (Lorenzo et al., 2014).



En comparación otros tipos de carne como la de cordero, vacuno o cerdo, la carne de equinos tiene altos niveles de hierro y magnesio. La carne de potro tiene tres veces más hierro que la carne de vacuno. Además, es un hierro de alto contenido de absorción (hasta del 20% o más) lo que, unido a la alta digestibilidad de sus proteínas, ha hecho que durante mucho tiempo se recomendara carne de equinos en el tratamiento de anemias nutricionales (Sarriés et al., 2014).

Una característica de la canal equina es su color oscuro, baja cantidad de tejido adiposo y el marcado color amarillo de su grasa. El color oscuro de la carne se debe al alto contenido de mioglobina, y a la rápida oxidación de oximioglobina a metamioglobina lo que reduce la estabilidad del color rojo brillante (Vanegas & Gutiérrez, 2016).

#### **2.1.4. Componentes químicos de la carne**

##### **a) Humedad**

El agua es el componente mayoritario, puede ser intracelular o extracelular y su contenido varía de un alimento a otro. El contenido de agua en carnes, puede variar desde 50 hasta 82%), El agua en la cantidad, ubicación y orientación adecuadas influye profundamente en la estructura, apariencia y sabor de los alimentos y su susceptibilidad al deterioro (Cheung, 2015).

La humedad de la carne equina oscila normalmente entre 68 y 77%. Este componente varía principalmente según el tipo de músculo, la edad al sacrificio y el sexo de los animales. El tipo de músculo influye significativamente en el contenido de humedad de la carne equina, siendo mayor en el semimembranoso comparado con el bíceps femoral, longísimo dorsal, semitendinoso y recto femoral, por ejemplo. Contenidos de humedad entre 68,3 y 71,4% en animales



sacrificados a los 16 y 24 meses de edad han sido reportados para el músculo longísimo dorsal (Sarriés et al., 2014).

El agua corporal es el total de agua que se encuentra en órganos, tejidos y otras estructuras del cuerpo humano, incluyendo el líquido en diferentes compartimentos, cuyo porcentaje varía por múltiples causas, como la edad, pérdidas y ganancias fisiológicas o patológicas de líquidos, el sexo y la adiposidad; sin embargo, no existe una cifra exacta de la cantidad de agua corporal ni de su porcentaje, debido a la heterogeneidad de las características de la población en diferentes regiones del mundo, las cuales pueden ser genotípicas, fenotípicas y ambientales, así como la metodología y tipo de medición (directa e indirecta), por lo que no existe una cifra o intervalo exacto para todas las personas del planeta. La disminución del agua corporal conforme aumenta la edad tiene múltiples causas: se ha asociado con la disminución de la función renal, lo que en consecuencia provocaría una orina menos concentrada. Asimismo, entre 60 a 70% de agua corporal se encuentra en el compartimiento intracelular, concretamente en los tejidos magros, como el tejido de las células musculares, que van reduciendo su volumen, número de células y, por tanto, reduciéndose el volumen de líquido intracelular. También existe una disminución de la sensación de sed, por lo que estos y otros factores afectan el volumen de agua en condiciones fisiológicas (Guevara Tirado, 2023).

Las proteínas musculares tienden a ser hidrófilas y fijan entre 300 y 360 g de agua por cada 100 g de proteína. La mayor parte de esta agua está presente en forma de moléculas libres dentro de las fibras musculares y el tejido conectivo asociado. Se ha estimado que el 70% del contenido de agua de la carne fresca está fijado por las miofibrillas, el 20% por el sarcoplasma y el 10% por los tejidos



conectivos. Por tanto, las proteínas miofibrilares parecen ser los principales componentes fijadores de agua en el músculo. El contenido de agua y grasa del músculo está inversamente; es decir, a medida que aumenta el contenido de grasa, el contenido de agua disminuye y viceversa (Pearson & Young, 1989).

## **b) Proteínas**

Las proteínas desempeñan un papel central en los sistemas biológicos, se utilizan en la formación y regeneración de los músculos del cuerpo. Algunas proteínas específicas sirven como enzimas, mientras que otras sirven para proporcionar funciones en las regulaciones metabólicas. La energía proporcionada por las proteínas es de 4 kcal/g. Las proteínas son polímeros de diferentes aminoácidos unidos entre sí por enlaces peptídicos. Las proteínas de los alimentos pueden definirse como aquellas que son fácilmente digeribles, no tóxicas, nutricionalmente adecuadas, funcionalmente utilizables en productos alimenticios y están disponibles en abundancia. Tradicionalmente, la leche, las carnes (incluidos el pescado y las aves de corral), los huevos, los cereales, las legumbres y las semillas oleaginosas han sido las principales fuentes de proteínas alimentarias. Las proteínas de origen animal, como la leche (caseínas), el huevo y las proteínas de la carne, se utilizan ampliamente en alimentos elaborados. Estas proteínas son mezclas de varias proteínas con propiedades fisicoquímicas de amplio espectro y son capaces de realizar múltiples funciones (Cheung, 2015).

Las proteínas musculares se pueden dividir en tres grupos principales, según su solubilidad: 1) proteínas sarcoplásmicas, 2) miofibrilares y 3) proteínas del tejido conectivo. Las *proteínas sarcoplásmicas* son solubles en agua o soluciones salinas diluidas (<50 mM), se encuentran en el sarcoplasma, el líquido





que baña las células o fibras musculares; y, comprenden alrededor del 5,5% del músculo típico de los mamíferos adultos y son algo más altas en los músculos de animales jóvenes inmaduros. Esta fracción incluye un grupo diverso de proteínas, con entre 100 y 200 proteínas diferentes presentes en el sarcoplasma del músculo. Las *proteínas miofibrilares* son proteínas musculares solubles en soluciones salinas concentradas, especialmente en KCl 0,6. Constituyen casi el 11,5% de la proteína total en los músculos. Estas proteínas incluyen aquellas que son responsables de la contracción muscular y, por lo tanto, proporcionan movimiento o locomoción. Las proteínas miofibrilares se dividen en tres clases distintas según sus funciones: las proteínas contráctiles, las proteínas reguladoras y las proteínas del citoesqueleto. Las *proteínas del tejido conectivo* son componentes estructurales que varían en abundancia y densidad, proporcionan soporte estructural en forma de huesos, dientes, ligamentos y tendones, que forman el esqueleto, cumplen una función protectora al sostener los órganos y glándulas vitales y también proporcionan un marco para el almacenamiento de energía en forma de tejido adiposo, que se localiza en gran medida inmediatamente debajo de la piel (epidermis) y alrededor de los órganos vitales (Pearson & Young, 1989)

La carne de equino es una excelente fuente de proteína con niveles que varían entre 20 y 22%. En promedio, una porción de 100 g de esta carne puede suministrar el 40% del requerimiento diario de proteína de una persona adulta. El contenido de proteína de la carne equina, puede variar principalmente por factores como el sexo, tipo de músculo y sistema de producción. La raza parece no influir significativamente en la concentración de proteína. Algunos estudios han reportado diferencias significativas en la concentración de proteína de diferentes músculos, mientras que otros no (Sarriés et al., 2014).



### c) Grasas (lípidos)

Los lípidos alimentarios son un grupo heterogéneo de sustancias naturales que son poco solubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos, casi el 99% de los lípidos están constituidos por triglicéridos. A temperatura ambiente, las grasas son sólidas mientras que los aceites son líquidos. Los ácidos grasos de los triglicéridos pueden ser saturados e insaturados. Los lípidos son fuente y reserva de energía que proporciona (9 kcal/g) de energía. El contenido de lípidos de los alimentos puede variar de muy bajo a muy alto en productos vegetales y animales. Los lípidos también incluyen las vitaminas liposolubles A, D, E y K. Aparte de sus valores energéticos y nutricionales, los lípidos desempeñan un papel funcional importante en los alimentos al proporcionar sensación en boca, palatabilidad, textura y aroma. Sin embargo, los consumidores preocupados por la salud a menudo demandan productos alimenticios que tengan fórmulas reducidas en grasas, bajas en grasas o sin grasas producidas sustituyendo los lípidos con una variedad de sustitutos de grasas derivados de carbohidratos, proteínas o grasas (Cheung, 2015).

La carne equina se caracteriza por su bajo contenido de grasa intramuscular, debido a que los equinos tienen tendencia a almacenar más tejido adiposo de forma subcutánea, razón por la cual, algunos autores la denominan “carne saludable”. La cantidad de grasa intramuscular de la carne de equinos normalmente varía entre 0,1 y 6,6%. Las diferencias halladas pueden deberse no solamente al tipo de músculo, sino a otros factores como el sistema de alimentación, la raza y la edad al sacrificio. Adicionalmente, otros factores como la porción del músculo utilizada y la metodología para la extracción de la grasa, influyen también en los resultados (Sarriés et al., 2014).



Los lípidos cumplen una función cuádruple en el animal vivo: 1) como componentes estructurales de las membranas, 2) como reservorio o fuente de energía movilizable, 3) como componentes protectores en el cuerpo y 4) como componentes de la superficie celular involucrados en el reconocimiento celular, la especificidad de las especies y la inmunidad tisular. Las grasas animales se pueden combinar, de forma covalente o mediante enlaces débiles, con carbohidratos o proteínas para formar glucolípidos y lipoproteínas, respectivamente. Estos compuestos tienen propiedades físicas y químicas distintivas que se deben a una mezcla de las características de las moléculas originales para cumplir funciones especializadas. Tanto los glucolípidos como las glucoproteínas desempeñan funciones importantes en los músculos y los tejidos de sostén, donde son constituyentes de las membranas y de los tejidos conectivos (Pearson & Young, 1989).

#### **d) Carbohidratos**

Los carbohidratos en los animales existen como monosacáridos simples o como polisacáridos. Los monosacáridos comunes incluyen glucosa, fructosa, galactosa y ribosa, siendo la glucosa la que está presente en mayor cantidad. La fructosa, la galactosa y la ribosa están presentes en cantidades muchos menores en el músculo de los mamíferos, aunque la ribosa se encuentra en mayores cantidades en la carne de los peces. La glucosa y la ribosa libres pueden reaccionar a través de sus grupos carbonilo con los grupos amino libres presentes en las proteínas y aminoácidos del músculo post mortem para formar productos de Maillard o de coloración amarronada. La reacción de Maillard en los alimentos es importante para desarrollar sabores y aromas deseables en los alimentos cocinados, pero también puede producir componentes indeseables y tóxicos. Otros



monosacáridos también se encuentran en el músculo, principalmente como intermediarios en el metabolismo. Estos incluyen gliceraldehído y dihidroxiacetona. Otros son componentes importantes de los ácidos nucleicos. En el músculo, es común la existencia de carbohidratos como componentes de los glicolípidos y las glicoproteínas (Pearson & Young, 1989).

#### **e) Cenizas (minerales)**

Los minerales suelen ser elementos distintos de C, H, O y N que están presentes en los alimentos. El material mineral puede estar presente en forma de sales inorgánicas u orgánicas o puede estar combinado con material orgánico. Los principales minerales son el calcio, el fósforo, el magnesio, el sodio, el potasio y el cloruro. Los oligoelementos son el hierro, el yodo, el zinc, el selenio, el cromo, el cobre, el flúor, el plomo y el estaño. Los minerales desempeñan papeles importantes tanto en los organismos vivos como en los alimentos. Los minerales son químicamente inertes al calor, la luz, los agentes oxidantes y el pH extremo (Cheung, 2015).

El contenido de cenizas de la carne equina presenta alta variabilidad, con valores que oscilan normalmente entre 0,98 y 4,03%. La concentración de cenizas se ve afectada principalmente por el contenido de minerales presente en la dieta suministrada a los animales, por lo que ni el tipo de músculo ni la raza lo afectan significativamente. Sin embargo, algunos estudios indican que la cantidad de cenizas puede disminuir con la edad de los animales. El tipo de músculo es uno de los factores con mayor influencia en la composición mineral de la carne equina, hay estudios que indican que el contenido de Ca, K, Mg, Na, P, Cu, Fe, Mn y Zn



puede variar según el tipo de músculo, siendo el K y el Na los minerales que presentan mayores diferencias (Sarriés et al., 2014).

El organismo animal entero está compuesto por un 2% de elementos inorgánicos, y los huesos y los dientes contienen la mayor parte de ellos. Los músculos esqueléticos, cardíacos y no estriados contienen cantidades menores de constituyentes inorgánicos, aunque esto no minimiza la importancia de los constituyentes minerales en el músculo. Los órganos internos, incluidos el corazón (músculo cardíaco), los riñones y el hígado, también tienen concentraciones bajas de minerales pero cumplen funciones importantes. El calcio y el fósforo son los principales constituyentes del esqueleto, que contiene cantidades menores de potasio, cloro, magnesio y azufre, así como trazas de una gran cantidad de otros minerales (Pearson & Young, 1989).

#### **f) Vitaminas**

Aunque las vitaminas son sólo un componente menor de los alimentos, desempeñan un papel esencial en la nutrición humana. Algunas vitaminas funcionan como parte de una coenzima, mientras que otras se encuentran en los alimentos como provitaminas. Se dividen en dos grupos: vitaminas hidrosolubles y vitaminas liposolubles. Las fuentes de vitaminas proceden tanto de productos animales como vegetales. Las carnes proporcionan riboflavina, niacina, biotina, tiamina, vitamina B<sub>12</sub> y piridoxina. Químicamente, muchas vitaminas son inestables durante el procesamiento térmico y el almacenamiento. La vitamina A y los carotenoides son relativamente estables al calor en ausencia de oxígeno, pero bastante susceptibles a la oxidación en presencia de luz debido a su insaturación. La vitamina D también es susceptible a la degradación por la luz (Cheung, 2015).



Todas las vitaminas son importantes para la salud y el bienestar del hombre. Funcionan de diversas maneras en el cuerpo, dependiendo de la vitamina en particular. De las vitaminas liposolubles, solo la vitamina A se encuentra en cantidades apreciables en la carne, y la que está presente se localiza además en los tejidos grasos debido a su solubilidad preferencial. La carne hace importantes contribuciones dietéticas a la ingesta de tiamina, riboflavina y niacina. La vitamina B6, el ácido pantoténico, el ácido fólico, la biotina y la vitamina B12 son todos componentes dietéticos importantes proporcionados por la carne. Estas vitaminas complejas también desempeñan papeles importantes en el músculo vivo, donde participan en una variedad de conversiones metabólicas y reacciones tisulares que son vitales para la vida (Pearson & Young, 1989).

#### **2.1.5. Factores que influyen en la composición y calidad de la carne**

Durante todo el proceso de la producción de la carne existen una serie de factores que pueden afectar a la calidad del producto. Estos factores pueden ser factores intrínsecos o dependientes del animal y factores extrínsecos o ajenos al animal. Todos ellos influyen en mayor o menor medida sobre los atributos determinantes de la calidad tales como: la composición química, el pH, el color, la textura y la capacidad de retención de agua. Entre los factores intrínsecos se encuentran el tipo de músculo, la raza, el sexo, la susceptibilidad al estrés y el peso de sacrificio de los animales. Respecto al tipo de músculo, la actividad metabólica (por ejemplo, degradación del glucógeno) depende del tipo de músculo y localización del mismo. Entre los factores extrínsecos al animal, se pueden mencionar al tipo de alimentación de los animales y el estrés ocasionado fundamentalmente durante el transporte de los animales al matadero o el ocasionado durante el sacrificio de los mismos. También las condiciones propias



del sistema de producción (sistemas en extensivo o intensificados) pueden afectar a las características de la carne. Las situaciones de estrés previas al sacrificio, fundamentalmente las que se ocasionan durante el transporte de los animales pueden afectar al metabolismo muscular y en consecuencia la calidad de la carne (Horcada & Polvillo, 2010)

Entre los factores que afectan la composición química y calidad de la carne se encuentran: la edad (los animales jóvenes tienen más agua, menos grasa, igual proteínas y minerales que los adultos, el sexo (las hembras tienen más grasa, diferencia que desaparece al castrar los animales), la alimentación (los pastos húmedos, viejos, gastados, con hongo, influyen negativamente; en cambio, ayudan mucho los pastos frescos con nitratos, fosfatos y fertilizantes naturales) y el hábitat (Alvarado & Blanco, 2008).

## 2.2. ANTECEDENTES

Se estudió el efecto de la edad sobre la composición química y la terneza de la carne de burro en muestras de *Longissimus thoracis* de 40 burros machos jóvenes enteros de raza Martina Franca sacrificados a los 12 y a los 18 meses de edad. La composición química mostró un aumento significativo en el contenido de proteína ( $P < 0,05$ ) en la carne de burros sacrificados a los 18 meses de edad (22,3 g/100 g) en comparación con la carne de animales más jóvenes (21,4 g/100 g). El contenido de grasa intramuscular fue significativamente menor ( $P < 0,05$ ) en los animales de 12 meses (2,41 g/100 g) que en los de 18 meses (3,71 g/100 g) (Polidori et al., 2011).

Se analizaron muestras de carne de burro obtenidas del músculo *Longissimus Thoracis lumborum* de 14 burros machos enteros sacrificados a los 20 meses de edad con el objetivo de determinar la composición química y otras propiedades físicas y químicas.

Los resultados obtenidos fueron de 73.28% de humedad, 22.14% de proteínas, 3.12% de grasa y 1.45% de cenizas (Polidori et al., 2022).

Se comparó las características de la canal y los parámetros químicos y físicos de la carne producida por 10 burros machos mestizos y 10 mulos machos sacrificados a los  $16 \pm 1$  años de edad. En cuanto a la composición química, la carne de burro presentó un mayor contenido de grasa. Analizando el músculo *Longissimus thoracis* de ambas especies se determinó que el contenido total de colágeno es mayor en el mulo; asimismo, el burro presentó un mayor contenido de aminoácidos esenciales (52,2%) en comparación con el LT de mula (50,1%). Los resultados obtenidos demostraron que las características químicas y físicas de la carne de mula y burro fueron similares a las de otros tipos de carne de équidos. En la Tabla 2 se presentan los resultados (Polidori et al., 2020).

## Tabla 2

*Características químicas del músculo Longissimus thoracis (media $\pm$ SE) de carcasas machos de mula y burro.*

| Composición química | Mula (n=10)                  | Burro (n=10)                 |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| Humedad (%)         | 74.3 $\pm$ 3.18              | 74.2 $\pm$ 2.94              |
| Proteína (%)        | 20.1 $\pm$ 1.04              | 19.9 $\pm$ 1.05              |
| Grasa (%)           | 2.64 $\pm$ 0.77 <sup>a</sup> | 3.30 $\pm$ 0.56 <sup>b</sup> |
| Ceniza (%)          | 0.95 $\pm$ 0.06              | 1.03 $\pm$ 0.04              |

Fuente: Polidori et al (2020).

Se determinó la composición centesimal de diferentes cortes cárnicos de equinos machos. Las muestras de los músculos deltoides (paleta), *Longissimus dorsi* (lomo) y *Biceps femoris* fueron recolectadas en un matadero del Estado de Minas Gerais, Brasil. Se realizaron los análisis de humedad, lípidos, proteína y cenizas. Las medias encontradas variaron de 77,90 a 78,54% para humedad, de 1,07 a 1,19% para lípidos, de 18,39 a 20,64% para proteína y de 1,12 a 1,77% para las cenizas. No se observaron diferencias significativas entre los diferentes cortes cárnicos,



concluyéndose que la carne de los equinos presentó bajo contenido de lípidos y alto contenido de humedad y proteína, siendo considerada una carne magra (Nogueira et al., 2018).

Se evaluó el grado de sustitución de carne bovina por carne equina en distintos puntos de venta de las diferentes Alcaldías de la Ciudad de México, y se identificó las bondades o similitudes con la carne bovina como una fuerte alternativa de nutrientes. Por espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIR's) en el Foodscan Meat Analyzer (FOSS®, Dinamarca), se determinó la composición nutricional (contenido de humedad, proteína, grasa y colágeno). Los resultados muestran que la carne de bovino fue sustituida el 5.59% por carne equina en los centros de comercialización en la Ciudad de México. Asimismo, el contenido de humedad, proteína, grasa y colágeno fluctuó entre las muestras de 73.1 a 75.1%, de 22.0 a 23.5%, de 2.0 a 2.3%, y de 1.3 a 1.4 mg/g, respectivamente; observando un ligero incremento ( $P<0.05$ ) en la concentración de humedad y proteína en la carne de bovino respecto a la carne equina (Tabla 3). Se concluye que el porcentaje de sustitución de la carne de bovino por carne equina (5.59%) se considera bajo y constituye un fraude al consumidor. Sin embargo, la carne equina tiene un potencial de ser una alternativa viable para el consumo humano, ya que la composición nutricional fue similar a la carne de bovino (Reséndiz et al., 2021).

**Tabla 3**

*Composición química de carne de equino y bovino de expendio.*

| <b>Especie</b> | <b>Proteína (%)</b> | <b>Grasa (%)</b> | <b>Humedad (%)</b> |
|----------------|---------------------|------------------|--------------------|
| Bovino         | 23.51 ± 0.11        | 2.3 ± 0.05       | 75.13 ± 0.19       |
| Equino         | 22.00 ± 0.50        | 2.0 ± 0.44       | 73.16 ± 0.69       |
| p>F            | 0.001               | 0.25             | 0.01               |

Fuente: Reséndiz et al (2021).

La composición nutricional de la carne de caballo en comparación con la de cerdo, vacuno o aves de corral se caracteriza por niveles bajos de grasa y colesterol (alrededor



de un 20% menos), concentraciones relativamente altas de ácidos grasos n-3 y hierro hemo indicando que su consumo puede ser beneficioso para la salud. Por lo tanto, la carne de caballo puede complementar el mercado de la carne con productos de buena calidad, aunque como en otros componentes de la dieta es aconsejable la moderación (Lorenzo et al., 2014).

Se estudió las propiedades físico-químicas de la carne de potros, los resultados obtenidos confirman que la carne de potro posee un elevado contenido proteico (> 23 %), un bajo contenido en grasa (< 5,5 %) y un elevado contenido en hierro total (20 mg/kg carne) y mioglobina (> 5 mg/g músculo) (Sarriés et al., 2014).

Se evaluaron la composición centesimal y los perfiles de aminoácidos y ácidos grasos en carne y grasa equina. Se tomaron muestras del cuarto delantero (músculo y grasa) de 10 animales en el día de la faena. Los resultados obtenidos indican que la carne equina posee un nivel de lípidos totales considerablemente bajo, elevados valores de AA totales, elevada proporción de AA esenciales y elevados valores de ácidos grasos esenciales (ácido linoleico y linolénico). Los porcentajes que se encontraron fueron 78.85, 18.89, 0.76 y 0.84% para humedad, proteínas, grasa y cenizas, respectivamente (Cunzolo et al., 2011).

Se determinó el valor nutricional de la carne de burro a través del análisis proximal de la carcasa picada (humedad, materia seca, proteína cruda, cenizas totales y materia orgánica). El contenido de humedad fue 68.35-74.72% y el contenido de materia seca fue 23.68-30.68%. El contenido total de cenizas fue mayor en burros (5.10-8.19%) en comparación con 1.5% en carne de res; sin embargo, el contenido de materia orgánica fue ligeramente menor en burros (91.81-94.90%) en comparación con 98.5% reportado en carne de res. En contenido de proteína cruda en base a materia seca fue de 55.05-62.27%.

El análisis mineral reveló que la carne de burro es rica en Fe, P, K y Zn. Para Ca, P, Mg, Cu y Mn, no hubo diferencias significativas entre los cortes ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, se observó una diferencia significativa en K, N, Zn y Fe ( $P \leq 0.05$ ). Se concluye que la carne de burro es una carne de buena calidad, es muy rica en proteínas crudas en comparación con la carne de res y alta en minerales importantes como Fe, Zn, K y P. Por lo tanto, se debe alentar el consumo de carne de burro (Nwokwa, 2011).

Se estudió las características cualitativas y nutricionales de la carne de 15 burros machos enteros con promedios de 15 meses de edad y 181 kg. Los resultados (Tabla 4) indican que la carne contiene un bajo contenido en grasa y buen contenido de proteínas y de colesterol. Concluyéndose que la carne de burros jóvenes puede ser considerada como una buena alternativa para otras carnes rojas y no solamente para la producción de salami y otros productos de carne fermentada. Los resultados de análisis químico se muestran en la Tabla (Polidori et al., 2008).

**Tabla 4**

*Características químicas (promedio  $\pm$  EE) del músculo Longissimus thoracis de la carcasa de burros (n=15)*

| <b>Componente</b>             | <b>Promedio</b> | <b>E.E.</b> | <b>Mínimo</b> | <b>Máximo</b> |
|-------------------------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|
| Humedad (%)                   | 73,7            | 3,26        | 70,1          | 77,8          |
| Grasa (%)                     | 2,02            | 0,61        | 1,18          | 2,81          |
| Proteína (%)                  | 22,8            | 0,61        | 1,18          | 2,81          |
| Cenizas (%)                   | 1,01            | 0,22        | 0,89          | 1,23          |
| Glucógeno (%)                 | 0,46            | 0,08        | 0,38          | 0,66          |
| Valor energético (Kcal/100 g) | 116             | 10,2        | 96,5          | 125,3         |
| Colesterol (mg/100 g)         | 68,7            | 3,44        | 64,2          | 72,8          |

Fuente: Polidori et al (2008).

Se determinó la composición proximal y mineral de la carcasa de burros de 5 a 8 años. El contenido de humedad fue entre 68,35-74,72% y el contenido de materia seca

fue de 23,68-30,68%. El contenido de cenizas fue más alto en burros (5,10-8,19%) que en ovinos (1,5-1,09%); sin embargo, el contenido de materia orgánica fue significativamente más bajo en burros (91,81-94,90%) que en ovinos (98,5-98,91%). El contenido de proteína cruda fue de 55,05 a 62,27 en base a materia seca. El análisis mineral reveló que la carne de burros es rica en Fe, P, K y Zn, no habiendo diferencia entre cortes ( $P>0,05$ ) (Aganga et al., 2003).

Se ha determinado la composición química de la carne de bovino, llama y caballo finalizado bajo pastoreo. Los animales fueron faenados bajo procedimientos estándares de Chile. Las canales fueron refrigeradas durante 24 horas a 4°C. El músculo utilizado fue el *Longissimus lumborum*, determinándose la composición proximal, el contenido de colesterol y colágeno. Los resultados se muestran en la Tabla 5, concluyéndose que la carne de llama tiene alto contenido de proteína y bajo contenido de grasa y colesterol comparado a la carne de bovino y de caballo (Mamani-Linares & Gallo, 2011).

**Tabla 5**

*Composición química (promedio) del músculo Longissimus lumborum del bovino, llama y caballo*

| <b>Características</b> | <b>Bovina</b> | <b>Llama</b> | <b>Caballo</b> |
|------------------------|---------------|--------------|----------------|
| Humedad (%)            | 73,72         | 73,34        | 72,41          |
| Grasa (%)              | 2,27 ab       | 1,56 b       | 3,80 a         |
| Proteína (%)           | 22,46 b       | 23,88 a      | 21,41 c        |
| Ceniza (%)             | 1,19          | 1,21         | 1,25           |
| Colesterol (mg/100 g)  | 49,85 b       | 39,04 c      | 66,80 a        |
| Colágeno total (mg/g)  | 3,43          | 1,28         | 0,60           |

Fuente: Mamani-Linares & Gallo (2011).

Se ha determinado la composición química y el perfil de ácidos grasos de carne de caballo de distintas regiones del norte de España, se colectaron 41 muestras en primavera y 41 en invierno. Los resultados muestran que el efecto de la estación del año



no tiene efecto significativo; en cambio, la región sí tiene efecto significativo en el contenido de grasa muscular. Por ejemplo, en el contenido de humedad es de 73,9 y 72,9%, proteína 23,2 y 23,7%, grasa 1,99 y 1,97% y cenizas 1,63 y 1,31% para las épocas de primavera e invierno, respectivamente (Belaunzaran et al., 2015).



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN

Los animales para el estudio proceden de distintas zonas de la Región Puno, sobre todo de las ferias ganaderas de Acora, Taraco, Huancané, Azángaro, Cabanillas, Ilave, entre otros; y, que son conducidos al Matadero de Equinos Inversiones Felipe & María Fernanda S.A.C. con Autorización Sanitaria del SENASA. El camal se encuentra ubicado en la Comunidad Campesina de Canchi Grande del distrito de Caracoto, Provincia de San Román, Departamento de Puno, a una altitud de 3824 m y en las coordenadas 15°29'47" S y 70°02'30" O (Google Earth, n.d.).

El análisis químico de las muestras se realizó en el Laboratorios de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA-Puno.

#### 3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

##### 3.2.1. Animales

Para el estudio se utilizaron 10 burros machos enteros, considerando el muestreo por criterio, los cuales estuvieron distribuidos en dos grupos etarios: 05 jóvenes (menores a 6 años) y 05 adultos (mayores de 6 años), tomando en consideración los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Aparente buen estado de salud del animal.
- De regular a buen estado corporal.



**Criterios de exclusión:**

- Animales con defectos hereditarios y enfermos
- Animales con un estado corporal muy deficiente (caquéuticos)

**3.2.2. Materiales y equipos**

**De muestreo**

- Equipo mínimo de disección
- Envases de muestreo de polietileno
- Balanzas tipo reloj
- Caja de tecnoport con hielo
- Registros

**De laboratorio**

- Congeladora
- Mufla
- Balanza analítica
- Equipo de Kjehldal
- Extractor Soxhlet
- Hornilla eléctrica
- Equipo Baño María
- Mortero de 5 cm de diámetro
- Beakers de 10 y 25 mL.
- Probetas de 10 y 25 mL.
- Gradillas



### **3.3. MÉTODOS**

#### **3.3.1. Selección de animales**

En el corral de descanso de la zona de abastecimiento del matadero de equinos, se hizo la elección de los animales en forma aleatoria tomando en consideración los criterios de inclusión y exclusión establecidos en el proyecto. La edad de los animales fue hecha por cronología dentaria, tomando como referencia el artículo de Rusz (2007).

#### **3.3.2. Faenado de los animales**

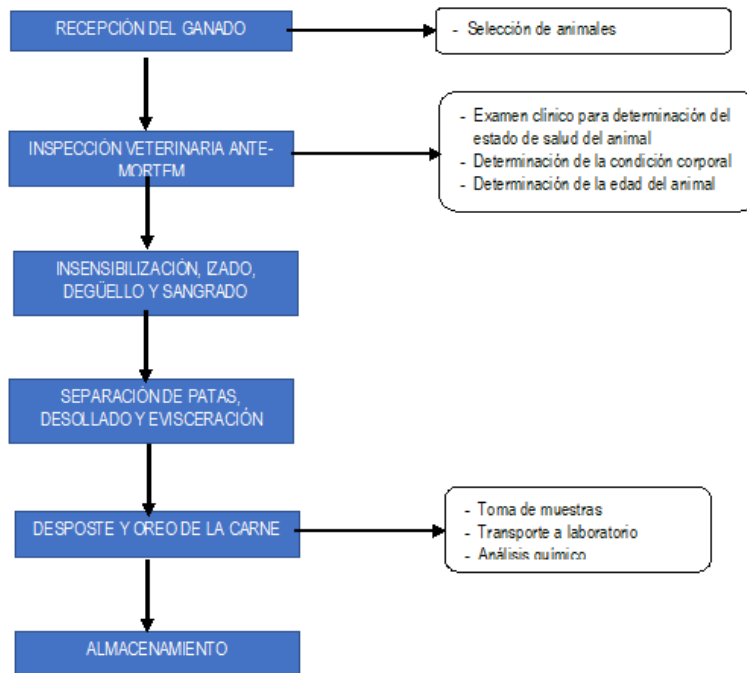
Todos los animales fueron transportados al matadero un día antes de su sacrificio, disponiendo sólo de agua en los abrevaderos, de modo que los animales son faenados estando en ayunas y obedeciendo al Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto vigente en el Perú (SENASA, 2012).

En la Figura 1 se ilustra del proceso de faenamamiento de ganado y las actividades de investigación del presente estudio.



**Figura 1**

*Proceso de faenamiento de burros en el Matadero Felipe & María Fernanda SAC y actividades de investigación*



### 3.3.3. Toma de muestras

Se tomaron muestras en función a los cortes comerciales que realiza la empresa para su exportación. Los cortes y músculos que se muestrearon se detallan en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Músculos muestreados según región anatómica y corte al que representa*

| Músculo   | Región anatómica | Corte     |
|---|------------------|-----------|
| Deltoides   | Hombro           | Paleta    |
| Dorsal mayor o gran dorsal<br>( <i>Longísimus dorsi</i> ) | Dorso            | Costillar |
| Bíceps femoral  | Muslo            | Pierna    |



Las muestras se tomaron después de aproximadamente 30 minutos de oreo de la carcasa en una cantidad aproximada de 100 g, colocándose en bolsas de polietileno con cierre y éstos en una caja refrigerada con hielo, para su transporte al laboratorio y análisis químico inmediato.

### **3.3.4. Análisis químico de las muestras**

La composición química en cada muestra se determinó siguiendo los métodos estandarizados de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1990), por duplicado, en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

#### **a) Humedad: Método gravimétrico secado a la estufa, AOAC 930.15**

##### **Principio**

El método gravimétrico para la determinación del contenido de humedad en muestras sólidas se basa en la medición o determinación de la cantidad de agua que contiene una muestra sólida. La determinación de la masa del agua se realiza por la diferencia en peso entre la masa de la muestra sólida húmeda y la masa de la muestra sólida seca. Se considera como muestra sólida seca aquella que ha sido colocada en la estufa a 105°C hasta obtener peso constante.

Los equipos, materiales y procedimiento seguido se encuentran en el Anexo A.

##### **Datos obtenidos**

- Peso del crisol vacío (g)



- Peso del crisol + muestra húmeda (g)
- Peso del crisol + muestra seca (g)

### **Cálculos**

El contenido materia seca y humedad se calculó por diferencia de pesada antes y después del tratamiento, utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Materia seca (\%)} = \frac{\text{Peso crisol con materia seca}}{\text{Peso crisol con muestra húmeda}} \times 100$$
$$\text{Humedad (\%)} = 100 - \text{Materia seca (\%)}$$

### **b) Proteínas: Método Kjeldahl, AOAC 981.10**

#### **Principio**

El método de Kjeldahl cuantifica el contenido de nitrógeno total en una muestra y estima indirectamente el contenido de proteínas de los alimentos. Se basa en la destrucción de la materia orgánica de la muestra por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y sulfato de potasio y en presencia de un catalizador. El nitrógeno se destila bajo la forma de amoníaco, recolectándose en una solución ácida para su valoración posterior. De este modo, el método Kjeldahl consta de tres etapas: digestión, destilación, y titulación.

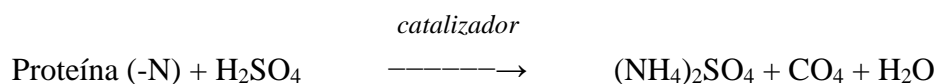
#### **Digestión: Primera etapa**

Su objetivo es romper todos los enlaces de nitrógeno de la muestra y convertir todo el nitrógeno unido orgánicamente en iones amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). El carbono orgánico y el hidrógeno forman  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ . En este proceso la materia orgánica se carboniza dando lugar a la formación de una espuma negra. Durante la digestión, la espuma se descompone y finalmente se convierte en un líquido claro que indica que la reacción química ha terminado. La digestión, se realiza por



ebullición de una muestra homogénea de alimento en ácido sulfúrico concentrado. En este proceso, el carbono se convierte en tetróxido de carbono ( $\text{CO}_4$ ), el hidrógeno en agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y el nitrógeno en sulfato de amonio  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ . La digestión también se puede acelerar con la adición de sales y catalizadores. Se añade sulfato de potasio para aumentar el punto de ebullición del ácido sulfúrico y se añaden catalizadores para aumentar la velocidad y la eficiencia del procedimiento de digestión. También se pueden añadir agentes oxidantes para mejorar aún más la velocidad. Una vez la digestión ha finalizado, se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente.

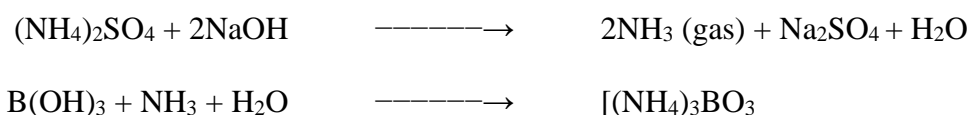
La reacción es la siguiente:



### **Destilación: Segunda etapa**

La destilación es la separación del amonio capturado en el sulfato, por adición de un exceso de una base fuerte ( $\text{NaOH}$ ), con ayuda de calor. En este proceso el amonio ( $\text{NH}_4$ ) se convierte en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) gas libre, y el sodio se combina con el sulfato, formándose sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). El gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) se recupera por destilación a vapor, donde el  $\text{NH}_3$  es arrastrado por el vapor de agua (hidrato de amonio) hacia el receptor. Se utiliza una solución de ácido bórico al 2% para la recepción de  $\text{NH}_3$ , formándose borato de amonio  $[(\text{NH}_4)_3\text{BO}_3]$  como producto final de la destilación. A medida que se colecta amoníaco, la solución de recepción cambia el color.

El esquema de reacción es el siguiente:





### **Titulación (valoración): Tercera etapa**

La titulación mide la cantidad de amoníaco colectado en la solución de destilación.

Los equipos, materiales y procedimiento seguido se encuentran en el Anexo B.

### **Cálculos**

El contenido de proteínas totales se calculó utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Nitrógeno total (\%)} = \frac{\text{Vol (mL)} \times N \times \text{mEq del N}}{\text{Muestra analizada (g)}} \times 100$$

$$\text{Proteína total (\%)} = \text{Nitrógeno total} \times 6.25$$

6.25 es el factor que derivado del contenido de nitrógeno de las proteínas (16%).

### **c) Grasa: Método del Soxhlet, AOAC 920.39A**

#### **Principio**

La extracción Soxhlet, un método de reflujo continuo, consiste en que se utiliza un solvente para lavar en forma sucesiva una muestra de alimento. El solvente cicla y extrae los compuestos lípidos (grasas, aceites, ceras, pigmentos y otros). El porcentaje de grasa bruta se obtiene indirectamente por la diferencia de pesos entre la muestra inicial y final, lo cual mide la cantidad de la grasa perdida en el proceso de extracción.

La extracción implica múltiples etapas que se repiten de manera cíclica hasta que se logra con éxito la extracción deseada.

**Carga:** el matraz de extracción se llena con la sustancia madre y el disolvente de extracción adecuado.

**Extracción:** se aplica calor al matraz extractor, lo que hace que el disolvente se evapore y ascienda por el tubo de extracción. A medida que el disolvente calentado sube por el tubo, encuentra la sustancia original y disuelve eficazmente



los compuestos buscados. Aquellos compuestos que son solubles en el disolvente se mezclan y se disuelven, dando como resultado la formación de una solución.

**Condensación:** los vapores del disolvente calentado son guiados hacia el condensador, donde sufren una transformación de enfriamiento y vuelven a su estado líquido. Este líquido recién condensado gotea al matraz de destilación.

**Recirculación:** El líquido condensado del matraz de destilación se recircula continuamente de regreso al matraz extractor, donde disuelve aún más compuestos adicionales de la sustancia original. Este ciclo continuo de extracción garantiza un proceso de extracción exhaustivo y eficaz.

Los equipos, materiales y procedimiento seguido se encuentran en el Anexo C.

**Datos obtenidos:**

- Peso de papel filtro
- Peso de papel + materia seca con grasa
- Peso de papel + materia seca sin grasa

**Cálculos**

El contenido grasa o extracto etéreo, se determinó con la siguiente fórmula:

$$Grasa (\%) = \frac{Grasa\ perdida\ (g)}{Muestra\ analizada\ (g)} \times 100$$

**d) Cenizas: Método de calcinación en mufla, AOAC 942.05**

**Principio**

Una muestra seca y finamente molida se incinera en una mufla a una alta temperatura (550-600°C) por un determinado tiempo para volatilizar todos los

materiales orgánicos del alimento (proteínas, carbohidratos, grasas y vitaminas). La ignición completa se puede observar por la ausencia de color negro (debido al material carbonoso residual) en el residuo de ceniza. El residuo inorgánico resultante se cuantifica como el contenido de ceniza del alimento.

Los equipos, materiales y procedimiento seguido se encuentran en el Anexo D.

Datos obtenidos

- Peso de crisol
- Peso de crisol + materia seca
- Peso de crisol + ceniza

### Cálculos

El contenido de cenizas se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{\text{Ceniza obtenida (g)}}{\text{Muestra analizada (g)}} \times 100$$

### 3.3.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados en un Diseño Bloques Completo al Azar (DBCA), cuyo modelo estadístico corresponde al aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Variable de respuesta

$\mu$  : Media general

$\alpha_i$  : Efecto de la clase animal (jóvenes y adultos) ( $i = 1$  y  $2$ ) (Bloque)



$\delta_j$  : Efecto del corte comercial (paleta, costillar y pierna) ( $j = 1, 2, 3$ )

$\varepsilon_{ijk}$  : Error experimental ( $k = 1, 2, 3, 4, 5$ )

Para establecer las diferencias estadísticas entre regiones anatómicas se utilizó la Prueba de Significancia de LSD a un nivel de significancia de 0.05.

Se reportan los estadísticos descriptivos para cada variable de respuesta: promedio, desviación estándar, coeficiente de variación y valores extremos.

Para el procesamiento de datos y análisis estadístico se utilizó hoja Excel e InfoStat 2020c.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL

Los resultados de composición química obtenidos en la presente investigación se encuentran en el Anexo E y en la Tabla 7 se presentan los promedios de humedad, proteínas, grasa y ceniza en la carne de burros obtenido en el presente estudio.

**Tabla 7**

*Composición química porcentual de la carne de burro según clase animal y corte.*

| CLASE  | CORTE        | n         | Humedad                  | Proteína                 | Grasa                   | Ceniza                  |
|--------|--------------|-----------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ADULTO | Costillar    | 5         | 72.52                    | 19.70                    | 5.76                    | 1.25                    |
|        | Paleta       | 5         | 72.21                    | 19.72                    | 5.49                    | 1.23                    |
|        | Pierna       | 5         | 74.34                    | 19.66                    | 4.19                    | 1.18                    |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>73.03<sup>b</sup></b> | <b>19.69<sup>a</sup></b> | <b>5.15<sup>a</sup></b> | <b>1.22<sup>a</sup></b> |
| JOVEN  | Costillar    | 5         | 74.84                    | 19.20                    | 3.99                    | 1.17                    |
|        | Paleta       | 5         | 74.70                    | 18.89                    | 4.50                    | 1.20                    |
|        | Pierna       | 5         | 75.32                    | 19.60                    | 3.24                    | 1.18                    |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>74.96<sup>a</sup></b> | <b>19.23<sup>a</sup></b> | <b>3.91<sup>b</sup></b> | <b>1.18<sup>a</sup></b> |
|        | Costillar    | 10        | 73.68 <sup>b</sup>       | 19.45                    | 4.88 <sup>a</sup>       | 1.21                    |
|        | Paleta       | 10        | 73.46 <sup>b</sup>       | 19.31                    | 4.99 <sup>a</sup>       | 1.22                    |
|        | Pierna       | 10        | 74.83 <sup>a</sup>       | 19.63                    | 3.72 <sup>b</sup>       | 1.18                    |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>30</b> | <b>73.99</b>             | <b>19.46</b>             | <b>4.53</b>             | <b>1.20</b>             |

El análisis de varianza indica que el contenido de humedad y grasa es diferente entre clases (jóvenes y adultos) y entre cortes ( $P \leq 0.05$ ); pero, es similar en proteínas y cenizas ( $P > 0.05$ ).

Los promedios encontrados en el estudio son parecidos al de Polidori et al. (2022) quienes al analizar muestras de carne de burro obtenidas del músculo *Longissimus Thoracis Lumborum* de 14 burros machos enteros sacrificados a los 20 meses de edad,



obtuvieron 73.28% de humedad, 22.14% de proteínas, 3.12% de grasa y 1.45% de cenizas. También son concordantes al de Polidori et al. (2020), quienes analizando el músculo *Longissimus thoracis* de burros obtuvieron 74.2% de humedad, 19.9% de proteínas, 3.30% de grasa y 1.03% de cenizas.

Por su parte, Nwokwa (2011) al determinar el valor nutricional de la carne de burro a través del análisis proximal de la carcasa picada encontró un contenido de humedad de 68.35-74.72%, proteína cruda de 55.05-62.27% y un contenido de cenizas de 5.10-8.19%, resultados que difieren ligeramente al del presente estudio, sobre todo en el contenido de proteínas y cenizas. El autor termina indicando que la carne de burro es una carne de buena calidad, es rica en proteínas y alta en minerales, debiéndose alentar su consumo, con el cual concordamos.

Polidori et al. (2008) Estudió las características nutricionales de la carne (músculo *Longissimus thoracis*) de 15 burros machos enteros con promedios de 15 meses de edad, encontrando resultados algo similares al del presente estudio: 73.7% de humedad, 22.8% de proteínas, 2.02% de grasas y 1.01% de cenizas, concluyendo que la carne de burros contiene un bajo contenido en grasa y buen contenido de proteínas y que puede ser considerada como una buena alternativa para otras carnes rojas.

Debido a que son pocos los estudios en carne de burros; y, considerando que el burro es una especie que pertenece al género equinos, se realizan algunas comparaciones con estudios realizados en equinos. Por ejemplo, los promedios del estudio se encuentran dentro del rango encontrado por Reséndiz et al. (2021), quienes compararon la composición química de la carne bovina con la carne de equinos, como una alternativa de sustitución de carne bovina por carne equina. Los resultados en carne de equinos para humedad, proteína y grasa fluctuaron de 73.1 a 75.1%, 22.0 a 23.5% y 2.0 a 2.3%,



respectivamente; observando un ligero incremento ( $P \leq 0.05$ ) en la concentración de humedad y proteína en la carne de bovino respecto a la carne equina; y, concluyen indicando que la carne equina tiene un potencial de ser una alternativa viable para el consumo humano, ya que la composición nutricional fue similar a la carne de bovino.

Mamani-Linares & Gallo (2011), compararon la composición química de la carne de bovino, llama y caballo en el músculo *Longissimus lumborum*. En lo que respecta a la carne de equinos hallaron una humedad de 72.41%, proteínas 21.41%, grasa 3.80% y cenizas 1.25%, resultados similares al de carne de burros encontrado en el presente estudio. Estos investigadores concluyen diciendo que la carne de llama tiene alto contenido de proteína y bajo contenido de grasa y colesterol comparado a la carne de bovino y equino.

El estudio de composición química de Belaunzaran et al. (2015) en carne de caballo de distintas regiones del norte de España, demostraron que el contenido de humedad es de 73.9 y 72.9%, proteína 23.2 y 23.7%, grasa 1.99 y 1.97% y cenizas 1.63 y 1.31%, no influyendo ni las estaciones del año (primavera e invierno) pero sí la región de procedencia del animal. Estos resultados difieren levemente del presente estudio, atribuido a los diferentes factores de variación de la composición y calidad de la carne señalados por Horcada & Polvillo (2010) Pearson & Young (1989) y Alvarado & Blanco (2008).

El presente estudio confirma lo señalado por Vanegas & Gutiérrez (2016), que la carne equina es similar a la carne bovina en cuanto a composición química y que una característica de la carne de burros es su color oscuro debido al mayor contenido de mioglobina.



En general, la composición química de la carne de burros del presente estudio, son muy próximos al de Buxadé (1996), quien señala que el contenido de agua en equinos oscila entre 70 y 76%, proteínas 20%, grasas 6.8% y cenizas 1%. De igual forma, con los de Lorenzo et al. (2014), quienes indican que la carne equina tiene 70% de humedad, proteína 22%, grasa entre 0.5 y 6% y cenizas cerca del 1.5%. Estos últimos autores indican que la concentración de estos componentes puede verse afectada por diversos factores como la edad y peso al sacrificio, el sistema de producción, el tipo de musculo y la raza. Tal como se puede apreciar en la Tabla 7, en el presente estudio se encontró variaciones por efecto de la edad y la región anatómica (corte) en algunos de los componentes químicos.

Por los resultados encontrados, se puede afirmar que la composición química de la carne de burros se encuentra dentro del rango de otras carnes rojas, como el de Horcada & Polvillo (2010) que indican un contenido de humedad (65-80%), proteína (16-22%) y grasa (1 a 15%) o el de Dukes (2015) que señala que los principales constituyentes que se encuentran en el músculo esquelético de los mamíferos son agua 75%, proteínas 18-20%, carbohidratos 1%, grasa (mínimo) 0,5-1% y otro material soluble (no proteico y no carbohidrato) 3-5%. Ambos mencionan que estos valores son solo aproximados ya que existen factores que lo hacen variar tales como la raza, el sexo, la edad e incluso el tipo de alimento administrado al animal.

## **4.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA SEGÚN CLASE ANIMAL Y CORTE**

### **4.2.1. Humedad**

En la Tabla 8 se presentan los estadísticos descriptivos contenido de humedad en carne de burros según clase y corte.

**Tabla 8**

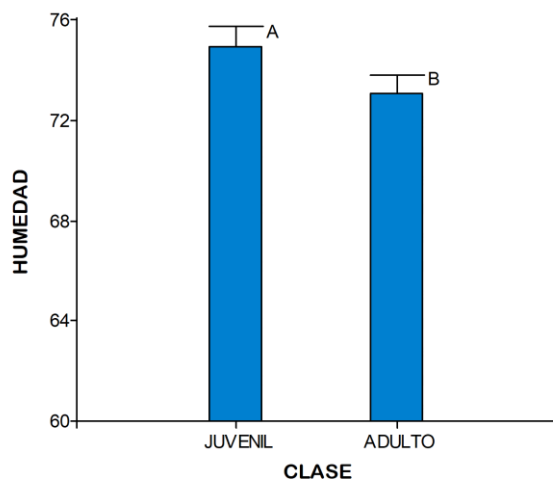
*Contenido de humedad en carne de burros según clase animal y corte.*

| CLASE  | CORTE        | n         | ±                               |      | CV (%)      | Mín          | Máx          |
|--------|--------------|-----------|---------------------------------|------|-------------|--------------|--------------|
|        |              |           | Promedio                        | D.E. |             |              |              |
| ADULTO | Costillar    | 5         | 72.52 ± 0.45                    |      | 0.63        | 71.90        | 72.97        |
|        | Paleta       | 5         | 72.21 ± 1.90                    |      | 2.63        | 69.36        | 73.67        |
|        | Pierna       | 5         | 74.34 ± 0.38                    |      | 0.51        | 74.00        | 74.75        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>73.03 ± 1.44<sup>b</sup></b> |      | <b>1.98</b> | <b>69.36</b> | <b>74.75</b> |
| JOVEN  | Costillar    | 5         | 74.84 ± 0.90                    |      | 1.20        | 74.03        | 75.82        |
|        | Paleta       | 5         | 74.70 ± 0.69                    |      | 0.92        | 73.73        | 75.38        |
|        | Pierna       | 5         | 75.32 ± 1.00                    |      | 1.33        | 74.69        | 77.07        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>74.96 ± 0.85<sup>a</sup></b> |      | <b>1.14</b> | <b>73.73</b> | <b>77.07</b> |
|        | Costillar    | 10        | 73.68 ± 1.40 <sup>b</sup>       |      | 1.89        | 71.90        | 75.82        |
|        | Paleta       | 10        | 73.46 ± 1.88 <sup>b</sup>       |      | 2.56        | 69.36        | 75.38        |
|        | Pierna       | 10        | 74.83 ± 0.88 <sup>a</sup>       |      | 1.18        | 74.00        | 77.07        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>30</b> | <b>73.99 ± 1.52</b>             |      | <b>2.06</b> | <b>69.36</b> | <b>77.07</b> |

El análisis de varianza (Anexo f) muestra que existe diferencia significativa en el contenido de humedad entre animales jóvenes y adultos ( $P \leq 0.05$ ), siendo superior en jóvenes (74.96%) que en adultos (73.03%), pero no se encontró diferencias entre los cortes comerciales ( $P > 0.05$ ), siendo el promedio general de 73.99%. Las Figuras 2 y 3 ilustran estos resultados.

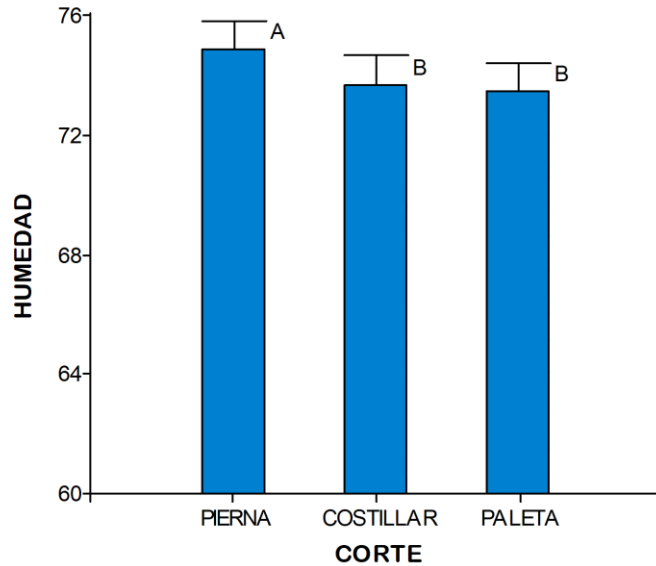
**Figura 2**

*Contenido de humedad en carne de burros según clase.*



**Figura 3**

*Contenido de humedad en carne de burros según cortes.*



Los resultados encontrados concuerdan con los de Polidori et al. (2011) quienes al estudiar el contenido de humedad en carne (*Longissimus thoracis*) de burro de dos edades diferentes, encontraron que es mayor en animales de 12 meses (74.8%) que los de 18 meses (72.5%) ( $p \leq 0.05$ ), esto se debería al aumento de grasa y proteínas en animales de mayor edad, tal como lo precisan Alvarado & Blanco (2008) y Nogueira et al. (2018).

Nogueira et al. (2018) determinaron la composición centesimal de diferentes cortes cárnicos de equinos machos, las muestras utilizadas son procedentes de los músculos deltoides (paleta), *Longissimus dorsi* (lomo) y *Biceps femoris* (pierna) recolectadas en un matadero del Estado de Minas Gerais, Brasil; hallando un contenido de humedad de 77,90 a 78,54%, no habiendo diferencias entre los diferentes cortes cárnicos. Estos resultados difieren al del presente estudio, donde se encontró una media de 73.99% y, sí hay diferencias entre cortes analizados.



Las diferencias en el contenido de humedad entre animales de distinta edad y entre cortes comerciales encontrados en el estudio son atribuidos a diferentes factores. Por ejemplo, Guevara Tirado (2023) menciona que el contenido de agua corporal varía por causas, como la edad, pérdidas y ganancias fisiológicas o patológicas de líquidos, el sexo, la adiposidad y a la heterogeneidad de las características de la población en diferentes regiones del mundo, las cuales pueden ser genotípicas, fenotípicas y ambientales; también influye la metodología y tipo de medición realizado (directa e indirecta), por lo que no existe una cifra o intervalo exacto para todos los animales del planeta. El mismo autor, señala que existen múltiples causas para la disminución del agua con el aumento de la edad del animal, entre ellas: 1) la disminución de la función renal, lo que provoca una orina menos concentrada; 2) reducción del volumen del tejido muscular y número de células musculares, con lo que se reduce el volumen de líquido intracelular; y, 3) la disminución de la sed.

Asimismo, Nogueira et al. (2018), también indican que las variaciones de humedad están relacionadas con la edad de los animales, indicando que el mayor contenido de agua y la mayor actividad acuosa de la carne, se encuentran en animales más jóvenes que en animales adultos. Indica, además, que el porcentaje de agua en los músculos disminuye con la edad debido al aumento de la concentración de proteínas y grasas que caracteriza el crecimiento del animal.

#### **4.2.2. Proteínas**

Las medidas descriptivas del contenido de proteínas obtenidas en el presente estudio, se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9**

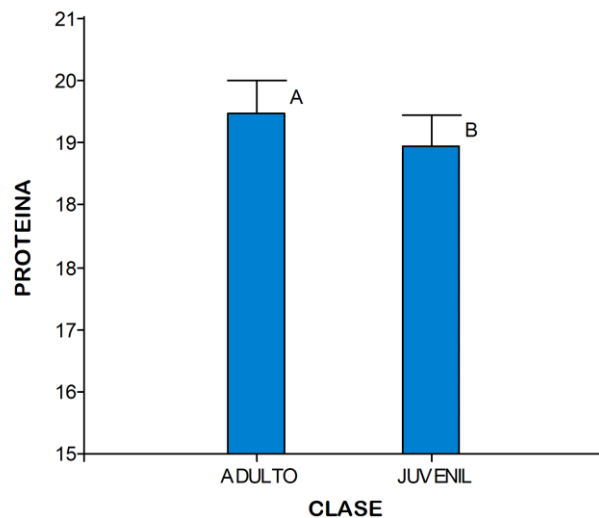
*Contenido de proteínas en carne de burros según clase animal y corte.*

| CLASE  | CORTE        | n         | Promedio ± D.E.                 | CV (%)      | Mín          | Máx          |
|--------|--------------|-----------|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| ADULTO | Costillar    | 5         | 19.70 ± 0.29                    | 1.49        | 19.40        | 20.07        |
|        | Paleta       | 5         | 19.72 ± 0.61                    | 3.09        | 19.08        | 20.66        |
|        | Pierna       | 5         | 19.66 ± 0.29                    | 1.46        | 19.41        | 19.97        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>19.69 ± 0.39<sup>a</sup></b> | <b>2.00</b> | <b>19.08</b> | <b>20.66</b> |
| JOVEN  | Costillar    | 5         | 19.20 ± 0.70                    | 3.65        | 18.01        | 19.87        |
|        | Paleta       | 5         | 18.89 ± 0.95                    | 5.04        | 17.76        | 19.93        |
|        | Pierna       | 5         | 19.60 ± 0.44                    | 2.24        | 18.82        | 19.84        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>19.23 ± 0.74<sup>b</sup></b> | <b>3.84</b> | <b>17.76</b> | <b>19.93</b> |
|        | Costillar    | 10        | 19.45 ± 0.57                    | 2.94        | 18.01        | 20.07        |
|        | Paleta       | 10        | 19.31 ± 0.87                    | 4.51        | 17.76        | 20.66        |
|        | Pierna       | 10        | 19.63 ± 0.35                    | 1.79        | 18.82        | 19.97        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>30</b> | <b>19.46 ± 0.63</b>             | <b>3.22</b> | <b>17.76</b> | <b>20.66</b> |

El análisis de varianza (Anexo G) demuestra que existe diferencia significativa en el contenido de proteínas entre animales jóvenes y adultos ( $P \leq 0.05$ ), siendo mayor en adultos (19.69%) que en jóvenes (19.23%); pero, no hay diferencias entre los cortes comerciales ( $P > 0.05$ ). Las Figuras 4 y 5 ilustran estos resultados.

**Figura 4**

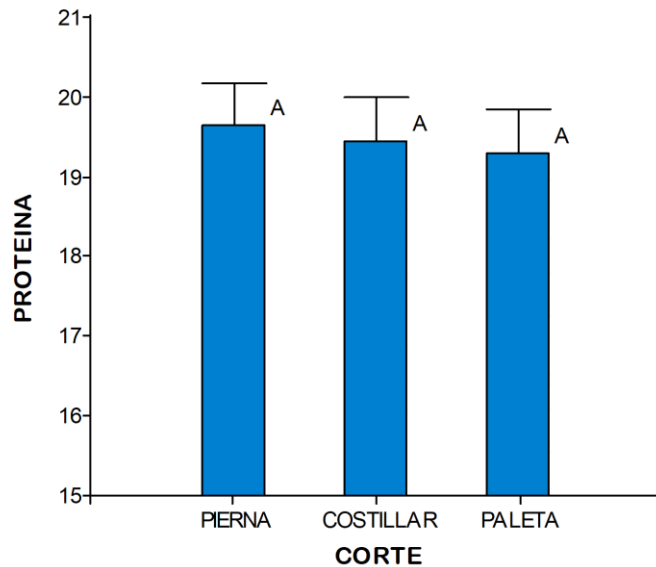
*Contenido de proteínas en carne de burros según clase.*





**Figura 5**

*Contenido de proteínas en carne de burros según corte.*



El promedio de proteínas del estudio fue de 19.46%, resultado que se encuentra dentro del rango establecido por Nogueira et al. (2018) quienes determinaron la composición centesimal de diferentes cortes cárnicos de equinos machos, utilizando muestras de diferentes músculos: deltoides (paleta), *Longissimus dorsi* (lomo) y *Biceps femoris*, determinándose un contenido de proteínas entre 18.39 a 20.64%, no habiendo diferencias entre los diferentes cortes cárnicos, similar al del presente estudio. Sin embargo, es ligeramente inferior al encontrado por Polidori et al (2011) quienes al estudiar el contenido de proteínas en carne de burro (*Longissimus thoracis*) de dos edades diferentes, encontraron que es menor en animales de 12 meses (21.4%) que los de 18 meses (22.3%) ( $p \leq 0.05$ ), coincidente al presente estudio, donde los animales adultos presentan un mayor contenido de proteínas (19.69%) que los burros juveniles (19.23%).

Es importante resaltar lo mencionado por Horcada & Polvillo (2010) quienes señalan que casi el 40% de los aminoácidos que componen las proteínas

de la carne de burro son esenciales, por lo es considerado un alimento de alto valor biológico. A esto hay que agregar el alto contenido de mioglobina de la carne de equinos, por lo que también su contenido en hierro es alto, tal como lo señala Lorenzo et al. (2014), hecho que también pudimos comprobar en el mayor tono rojo-pardo de la carne de burros durante la toma de muestras.

En el estudio, se encontró que las diferencias en el porcentaje de proteínas en los tres cortes analizados son sólo aritméticas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que Horcada & Polvillo (2010) indican que el contenido de agua, proteína, grasa y cenizas dependen de la especie, la raza, alimentación de los animales y localización del corte.

#### 4.2.3. Grasa

En la Tabla 10, se reportan los estadísticos descriptivos del contenido de grasas obtenidos en el estudio.

**Tabla 10**

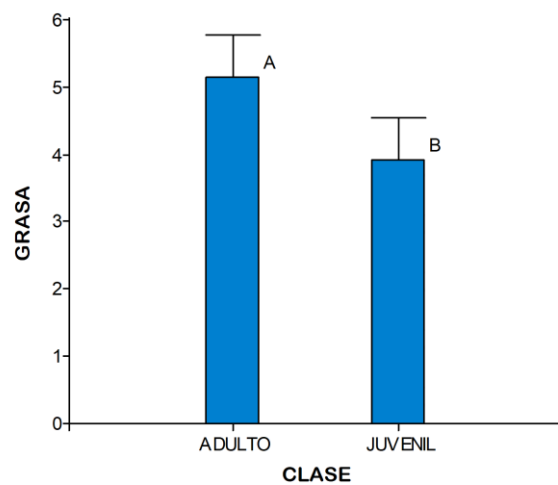
*Contenido de grasas en carne de burros según clase animal y corte.*

| CLASE  | CORTE        | n         | Promedio ± D.E.                | CV (%)       | Mín         | Máx         |
|--------|--------------|-----------|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|
| ADULTO | Costillar    | 5         | 5.76 ± 0.32                    | 5.60         | 5.43        | 6.16        |
|        | Paleta       | 5         | 5.49 ± 0.49                    | 8.99         | 4.87        | 6.12        |
|        | Pierna       | 5         | 4.19 ± 0.31                    | 7.29         | 3.91        | 4.71        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>5.15 ± 0.79<sup>a</sup></b> | <b>15.41</b> | <b>3.91</b> | <b>6.16</b> |
| JOVEN  | Costillar    | 5         | 3.99 ± 0.99                    | 24.73        | 2.90        | 5.18        |
|        | Paleta       | 5         | 4.50 ± 1.29                    | 28.71        | 3.06        | 5.81        |
|        | Pierna       | 5         | 3.24 ± 1.14                    | 35.00        | 1.31        | 4.18        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>3.91 ± 1.19<sup>b</sup></b> | <b>30.33</b> | <b>1.31</b> | <b>5.81</b> |
|        | Costillar    | 10        | 4.88 ± 1.16 <sup>a</sup>       | 23.85        | 2.90        | 6.16        |
|        | Paleta       | 10        | 4.99 ± 1.06 <sup>a</sup>       | 21.21        | 3.06        | 6.12        |
|        | Pierna       | 10        | 3.72 ± 0.93 <sup>b</sup>       | 25.00        | 1.31        | 4.71        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>30</b> | <b>4.53 ± 1.17</b>             | <b>25.93</b> | <b>1.31</b> | <b>6.16</b> |

El análisis de varianza (Anexo H) indica que existe diferencia significativa en el contenido de grasas entre animales jóvenes y adultos ( $P \leq 0.05$ ), siendo mayor en adultos (5.15%) que en jóvenes (3.91%); pero, no hay diferencias entre los cortes comerciales ( $P > 0.05$ ), siendo el promedio general de 4.53%. Las Figuras 6 y 7 muestran los resultados.

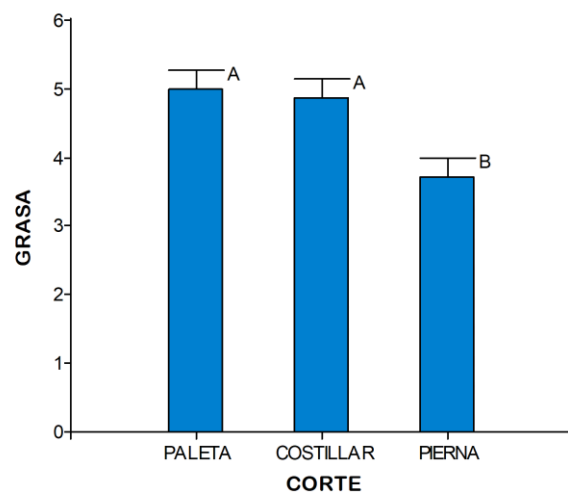
**Figura 6**

*Contenido de grasas en carne de burros según clase.*



**Figura 7**

*Contenido de grasas en carne de burros según corte.*





Los resultados concuerdan con los reportados por Polidori et al. (2011) que encontraron que el contenido de grasa es menor en animales de 12 meses (2.41%) que los de 18 meses (3.71%) ( $p \leq 0.05$ ). Al estudiar el músculo *Longissimus thoracis*. Sin embargo, Nogueira et al. (2018) al estudiar la composición centesimal de diferentes cortes cárnicos de equinos machos, en diferentes cortes encontraron un contenido de grasas de 1.07 a 1.19%, más bajo al del presente estudio, tampoco encontraron diferencias entre los diferentes cortes cárnicos analizados, diferente al presente estudio, donde la paleta presenta un mayor contenido graso, atribuido a las diferencias en la actividad muscular. A pesar de estas diferencias, se coincide con los autores mencionados, en el sentido de que la carne de equinos, puede ser considerada una carne magra por su bajo contenido graso.

Las diferencias en el contenido graso entre animales viejos y jóvenes, podría deberse a diferentes factores que han sido mencionados, siendo el más importante, el indicado por Alvarado & Blanco, (2008) que existe una relación inversa entre el contenido de agua y grasa, razón por la cual, los animales jóvenes tienen mayor contenido de agua y menor grasa, contrario a los animales viejos, esto debido a la mayor actividad física que realizan los jóvenes, lo que conduce a la mayor utilización de estos depósitos de reserva energética.

A decir de Horcada & Polvillo (2010), los lípidos son el componente químico más variable de los músculos y del organismo animal, ya que el aumento de lípidos no depende necesariamente del crecimiento muscular, sino más bien del ejercicio y de la dieta nutricional; estos factores también pueden variar dependiendo de la región donde se crían los animales y las prácticas culturales de cada región.

#### 4.2.4. Cenizas

Los estadísticos descriptivos del contenido de cenizas obtenidos en el estudio, se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11**

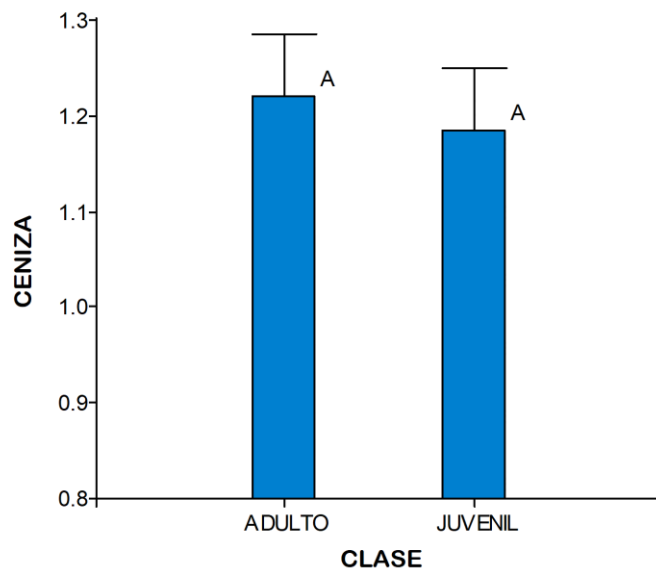
*Contenido de cenizas en carne de burros según clase animal y corte.*

| CLASE  | CORTE        | n         | Promedio $\pm$ D.E.                           | CV (%)      | Mín         | Máx         |
|--------|--------------|-----------|---|-------------|-------------|-------------|
| ADULTO | Costillar    | 5         | 1.25 $\pm$ 0.01                               | 0.98        | 1.23        | 1.26        |
|        | Paleta       | 5         | 1.23 $\pm$ 0.07                               | 5.97        | 1.15        | 1.29        |
|        | Pierna       | 5         | 1.18 $\pm$ 0.08                               | 6.43        | 1.11        | 1.26        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>1.22 <math>\pm</math> 0.06<sup>a</sup></b> | <b>5.28</b> | <b>1.11</b> | <b>1.29</b> |
| JOVEN  | Costillar    | 5         | 1.17 $\pm$ 0.13                               | 10.99       | 1.01        | 1.30        |
|        | Paleta       | 5         | 1.20 $\pm$ 0.07                               | 5.74        | 1.14        | 1.31        |
|        | Pierna       | 5         | 1.18 $\pm$ 0.12                               | 10.33       | 1.05        | 1.31        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>15</b> | <b>1.18 <math>\pm</math> 0.10<sup>a</sup></b> | <b>8.69</b> | <b>1.01</b> | <b>1.31</b> |
|        | Costillar    | 10        | 1.21 $\pm$ 0.10                               | 8.00        | 1.01        | 1.30        |
|        | Paleta       | 10        | 1.22 $\pm$ 0.07                               | 5.64        | 1.14        | 1.31        |
|        | Pierna       | 10        | 1.18 $\pm$ 0.10                               | 8.12        | 1.05        | 1.31        |
|        | <b>TOTAL</b> | <b>30</b> | <b>1.20 <math>\pm</math> 0.09</b>             | <b>7.18</b> | <b>1.01</b> | <b>1.31</b> |

El análisis de varianza (Anexo I) demuestra que las diferencias encontradas en el contenido de cenizas entre animales de las dos clases estudiadas y entre los tres cortes analizados son sólo aritméticas ( $P > 0.05$ ), tal como se precia en las Figuras 8 y 9.

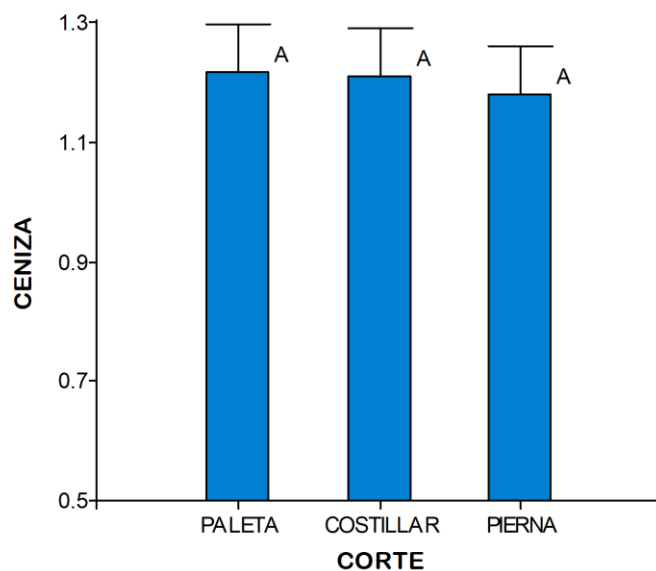
**Figura 8**

*Contenido de grasas en carne de burros según clase.*



**Figura 9**

*Contenido de grasas en carne de burros según corte.*



La media general de cenizas es de 1.20%, resultado que concuerdan con muchos autores. Por ejemplo, Polidori et al. (2011) al estudiar el contenido de cenizas en carne de burro (*Longissimus thoracis*) de dos edades diferentes,



encontraron valores entre 1.04% y 1.10%, no habiendo diferencia entre las dos edades estudiadas. Asimismo, Nogueira et al. (2018) determinaron la composición centesimal de diferentes cortes cárnicos de equinos machos, determinando un contenido de ceniza de 1.12 a 1.77%, no habiendo diferencias entre los diferentes cortes cárnicos, similar al del presente estudio. Sin embargo, hay también estudios como el de Nwokwa (2011) que reportan valores más altos en carne picada de burros (5.10-8.19%), no encontrando diferencias entre los cortes estudiados ( $P > 0.05$ ) e indican que la carne de burro es rica en Fe, P, K, Zn, Ca, P, Mg, Cu y Mn.

Con respecto a las cenizas totales en la carne de equino, Buxadé (1996) indica que representan el 1% en los tejidos musculares y que la carne equina contiene macro y microelementos, tales como: Ca, P, Na, K, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Cl y B. De igual forma, Lorenzo et al. (2014) indica que los minerales representan el 1.5%, aproximadamente, cifras próximas al del presente estudio.

Es importante considerar lo mencionado por Horcada & Polvillo (2010) que las cenizas son un indicador indirecto del contenido en minerales de un alimento; y, que las cantidades que se requieren son en mínimas proporciones, por lo que las concentraciones de minerales en un mismo tejido son casi constantes, pero variables entre los distintos tejidos. Para el caso del tejido muscular, por las funciones que cumple, las concentraciones son bajas, siendo casi constantes sus niveles de los distintos minerales, como el encontrado en el presente estudio.

Finalmente, por los resultados obtenidos en el presente estudio, se demostró que la composición química de la carne de burro de la región Puno, se asemeja a otras carnes por lo que puede considerarse adecuada para el consumo humano y una alternativa de sustitución de carnes rojas, tal como lo demuestran



los resultados de Mamani-Linares & Gallo (2011) y el presente estudio, donde comparando la composición química de carne de vacunos, llamas, caballos y burros, las diferencias no son tan marcadas.





## V. CONCLUSIONES

- La composición química proximal de la carne de burros beneficiados en el Matadero Canchi Grande, es la siguiente: humedad 73.79%, proteínas 19.23%, grasa 4.53 y cenizas 1.20%.
- La clase animal (joven y adulto) y el corte comercial (paleta, costilla y pierna) tienen efecto significativo sobre el contenido de humedad y grasa ( $p \leq 0.05$ ), existiendo una relación inversa entre ambos; pero, no hay efecto significativo sobre el contenido de proteínas y cenizas ( $p > 0.05$ ).



## VI. RECOMENDACIONES

- Proseguir estudios de composición nutricional de la carne de burros beneficiados de la región Puno, tales como, cuantificación de aminoácidos, cualificación de ácidos grasos, cuantificación de minerales, entre otros.
- Estudiar la composición de carne de caballos de la región Puno.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aganga, A. A., Aganga, A. =., Thema, T., & Obocheleng, K. (2003). Carcass Analysis and Meat Composition of the Donkey. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(3), 138–147. <https://doi.org/10.3923/pjn.2003.138.147>
- Alvarado, C., & Blanco, T. (2008). *Alimentos Bromatología* (Segunda). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas SAC.
- Alvarez, J., & Medellín, R. (2005). *Equus asinus. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales*.
- Association of Official Analytical Chemists, A. (1990). *Official Methods of Analysis* (K. Helrich (ed.); 15th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Belaunzaran, X., Lavin, P., Mantecón, A., & Aldai, N. (2015). Caracterización de la carne de caballo: composición química y perfil de ácidos grasos. *XVI Jornadas Sobre Producción Animal*, 645–647.
- Buxadé, C. (1996). . *Producciones equinas y de ganado de lidia*. Zootecnia Tomo XI. Mundiprensa.
- Cheung, P. (2015). *Handbook of Food Chemistry* (B. Mehta (ed.)). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36605-5>
- Cunzolo, S., Pazos, A., Pighin, D., & García, P. (2011). Caracterización de carne equina por su composición centesimal y perfil de aminoácidos. *Revista Argentina de Producción Animal*, 31(1), 71–78.
- de Castro Cardoso, P., & dos Reis Baltazar, A. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586–592. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>
- Dukes, H. H. (2015). *Physiology of Domestic Animals* (W. Reece (ed.); 13th Editi). John Wiley & Sons, Inc.
- Google Earth. (n.d.). *Matadero Felipe & María Fernanda S.A.C*. Retrieved September 1, 2024, from <https://earth.google.com/web/search/juliaca/@-15.49619211,-70.04184588,3824.04089042a,347.32673315d,34.99998505y,0h,0t,0r/data=Cigi>



JgokCQ5Zc-

kVi\_0\_EbiMwhdxL0TAGdDaCWBwNmRAIYgUuwlAX03AOgMKATA

- Guevara Tirado, A. (2023). Correlación del agua corporal total con la edad en pacientes con y sin diabetes mellitus tipo-2 en la población peruana TT - Correlation of total body water with age in patients with and without type-2 diabetes in the Peruvian population. *Rev. Cient. Cienc. Salud*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.53732/rccsalud/2023.e5122>
- Horcada, A., & Polvillo, O. (2010). Conceptos básicos sobre la carne. In C. de A. y Pesca (Ed.), *La producción de carne en Andalucía* (pp. 113–140). Jirones de Azul, S.L.
- INEI, I. N. de E. e I. (2012). *IV Censo nacional agropecuario*. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=iv-censo-nacionalagropecuario-2012/iv-cenagro-2012>
- Linnaeus, C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae, clases secundum, ordinus, géneros, especies, cum characteribus, differentiis, sinonimis, locis* (Editio déc). Impensis Directo. Laurentii Salvii, Holmiae.
- Lorenzo, J. M., Sarriés, M. V., Tateo, A., Polidori, P., Franco, D., & Lanza, M. (2014). Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Science*, 96(4), 1478–1488. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.006>
- Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. (2011). Composición química y calidad instrumental de carne de bovino, llama (*Lama glama*) y caballo bajo un sistema de crianza extensiva. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 22(4), 301–311. <https://doi.org/10.15381/rivep.v22i4.329>
- Nogueira, C., Duarte, C., Ramalho, M., & Aley, H. (2018). Caracterização físico-química de diferentes cortes cárneos de equinos machos. *Pubvet*, 12(6), 1–5. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n6a110.1-5>
- Nwokwa, M. (2011). Determination of nutritional value of donkey meat sold at Nkwo Ngbo Ebonyi State. *Continental J. Food Science and Technology*, 5(2), 1–5.
- Oudman, L. (2004). *Donkeys for traction and tillage* (2nd ed.). Digigrafi, Wageningen.
- Pearson, A. M., & Young, R. B. (1989). *Muscle and meat biochemistry*. Academic Press,



Inc.

- Polawska, E., Cooper, R. G., Jóźwik, A., & Pomianowski, J. (2013). Meat from alternative species - Nutritive and dietetic value, and its benefit for human health - A review. *CYTA - Journal of Food*, *11*(1), 37–42. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.680916>
- Polidori, P., Beghelli, D., Cavallucci, C., & Vincenzetti, S. (2011). Effects of Age on Chemical Composition and Tenderness of Muscle &Longissimus thoracis& of Martina Franca Donkey Breed. *Food and Nutrition Sciences*, *02*(03), 225–227. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.23031>
- Polidori, P., Cavallucci, C., Beghelli, D., & Vincenzetti, S. (2009). Physical and chemical characteristics of donkey meat from Martina Franca breed. *Meat Science*, *82*(4), 469–471. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.001>
- Polidori, P., Santini, G., Klimanova, Y., Zhang, J., & Vincenzetti, S. (2022). Effects of Ageing on Donkey Meat Chemical Composition, Fatty Acid Profile and Volatile Compounds. *Foods*, *11*(821), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11060821>
- Polidori, P., Vincenzetti, S., Cavallucci, C., & Beghelli, D. (2008). Quality of donkey meat and carcass characteristics. *Meat Science*, *80*(4), 1222–1224. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.05.027>
- Polidori, P., Vincenzetti, S., Pucciarelli, S., & Polzonetti, V. (2020). Comparison of Carcass and Meat Quality Obtained from Mule and Donkey. *Animals*, *10*(1620), 1–10. <https://doi.org/10.3390/ani10091620>
- Reséndiz, G., Alarcón, B., Villegas, I., Albores, S., & Aranda, G. (2021). Nutritional composition of equine meat and degree of substitution of bovine for equine meat in stores in Mexico City. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, *12*(3), 742–755. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5462>
- Rusz, L. (2007). Cronología dentaría en el equino. *Venezuela Equina*, *2*(38), 1–3. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_equinos/denticion\\_y\\_boca\\_equinos/10-dentaria.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_equinos/denticion_y_boca_equinos/10-dentaria.pdf)



- Sarriés, M. V., Ruiz, M., Beriain, M. J., & Pérez de Muniáin, A. (2014). Evolución de la calidad de la carne de potro con el tiempo de conservación. *Navarra Agraria, septiembre*, 37–42.
- SENASA. (2012). *Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto*. (p. 60).  
<https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2014/10/Reglamento-Sanitario-del-Faenado.pdf>
- Vanegas, A., & Gutiérrez, L. (2016). Carne equina: producción, consumo y valor nutricional. *Rev. CES Med. Zootec*, 11(3), 86–103.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/cmz/v11n3/v11n3a09.pdf>



## ANEXOS



**Anexo 1:** Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de humedad (Método gravimétrico, AOAC 930.15).

**Equipos**

- Estufa de secado a 100-105°C
- Balanza analítica

**Materiales**

- Mortero
- Tijeras
- Crisoles
- Pinzas
- Campana desecadora

**Procedimiento**

- Regular la temperatura de la estufa a 100-105°C.
- Sacar con pinzas un crisol de la estufa que esté a peso constante y enfriarlo en la campana desecadora por unos 20 min.
- Pesar el crisol en la balanza analítica rotulándolo apropiadamente.
- Colocar en el crisol, aproximadamente, 2 g de muestra previamente desmenuzada (picada y triturada) en mortero
- Pesar el crisol más la muestra
- Colocar en la estufa a 105°C por 24 horas.
- Sacar y enfriar en la campana desecadora por 20 min.
- Registrar el peso obtenido
- Calcular el contenido de humedad a partir de la pérdida de peso de la muestra

**Datos obtenidos**

- Peso del crisol vacío (g)
- Peso del crisol + muestra húmeda (g)
- Peso del crisol + muestra seca (g)





## **Anexo 2:** Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de proteínas (Método Kjeldahl, AOAC 981.10)

### **Equipos**

- Balanza analítica
- Equipo de digestión
- Destilador.

### **Materiales**

- Balones Kjeldahl de 100 mL
- Matraces de 100 mL
- Frasco lavador x 500 mL
- Tubos de digestión de 250 mL de capacidad.
- Matraz Erlemeyer de 250 mL.
- Baguetas.
- Bureta de 50 mL y de 25 mL.
- Probeta de 100 mL.

### **Reactivos**

- Ácido Sulfúrico,  $H_2SO_4$
- Sulfato de Sodio,  $Na_2SO_4$
- Sulfato de Potasio,  $K_2SO_4$
- Sulfato de Cobre,  $CuSO_4$
- Selenito de Sodio,  $Na_2SeO_3$
- Hidróxido de Sodio,  $NaOH$
- Ácido Bórico,  $H_3BO_3$
- Rojo de Metilo
- Azul de Metileno
- Alcohol Absoluto
- Solución catalizadora
- Solución digestora
- Solución desplazadora ( $NaOH$  al 40%)
- Solución indicadora (Tashiro, T)
- Solución receptora (ácido bórico al 2%)
- Solución tituladora ( $H_2SO_4$  0.1 N)



## Procedimiento

### *Digestión*

- En un papel de celulosa y libre de nitrógeno, pesar 0.2 g de muestra seca y finamente molida. Envolver la muestra en el papel a manera de un paquetito.
- Colocar el paquetito de la muestra en un balón Kjeldahl de 100 mL y se agregará 3.5 mL de la mezcla digestora.
- Colocar el balón Kjeldahl en la hornilla y hervir la muestra durante un máximo de 3 horas, girando el balón Kjeldahl cada media hora.
- Agitar con cuidado para lavar el material que se impregna en sus paredes, para garantizar una buena digestión.
- En forma paralela, correr un blanco, un análisis idéntico, pero sin muestra para corregir los resultados a causa de una posible contaminación de nitrógeno de los materiales y reactivos.
- El nitrógeno del blanco se descuenta al nitrógeno de la muestra.

### *Destilación*

- Colocar en un frasco de Erlenmeyer 15 mL de ácido bórico al 2 % como receptor de amoníaco.
- Adicionar 5 gotas del indicador T.
- Montar el frasco en el pico de descarga del destilador Kjeldahl.
- Agregar con cuidado una pequeña cantidad de agua de caño en el balón Kjeldahl que contiene la solución de sulfato de amonio.
- Diluir con cuidado puesto que la mezcla genera calor.
- Transferir con cuidado la solución de sulfato de amonio al destilador Kjeldahl.
- Enjuagar la solución con agua de caño por lo menos tres veces para garantizar total transferencia de la solución de sulfato de amonio.
- Adicionar 7 mL de hidróxido de sodio al 50% en el destilador.
- Cerrar los ductos de entrada del destilador y hacer circular agua fría por el refrigerante del destilador.
- Destilar el amoníaco hasta obtener por lo menos 50 mL de destilado.
- El cambio de color del receptor ácido bórico indica el inicio de la destilación.

### *Titulación*

- Cargar una bureta de 50 mL con la solución tituladora (ácido sulfúrico al 0.1 N). Anotar la marca inicial de la solución.
- Titular el destilado hasta lograr viraje de color (de verde a azul gris) anotándose la marca final.
- Calcular por diferencia el gasto de la solución.
- Titular también la muestra blanco.



- Restar el volumen de la titulación blanco del volumen de la titulación muestra de alimento.

**Anexo 3:** Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de grasa (Método del Soxhlet, AOAC 920.39A)

### Equipo

- Horno secador eléctrico,  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- Balanza analítica, 1 mg de sensibilidad.
- Equipo de extracción Soxhlet.

### Materiales

- Desecadora, con desecante de gel de sílice.
- Papel filtro de poro fino (lento), Whatman N° 2

### Reactivos

- Éter de petróleo

### Procedimiento

- Coloque un papel filtro en el horno secador a  $60^{\circ}\text{C}$  y déjelo secar por un mínimo de 12 horas.
- Saque el papel filtro del horno secador y coloque en un desecador, déjelo enfriar por 5 minutos a temperatura de laboratorio, luego péselo.
- Pese 2 g de muestra seca en el papel filtro, envuélvalo adecuadamente con envoltura tipo hojalata para evitar la fuga de muestra.
- Coloque el cartucho en la cámara de extracción del Soxhlet. Agregue una vuelta y media ( $1\frac{1}{2}$ ) de solvente para garantizar el ciclo del solvente.
- Caliente el solvente en el frasco hasta su ebullición. Ajuste la fuente de calor a una velocidad de reflujo de 4 gotas por segundo.
- Continúe la extracción por un período mínimo de 4 horas.
- Retire la unidad de extracción de la fuente de calor, separe con cuidado el extractor y el condensador. Remplace el balón sobre la fuente de calor y destile y recupere el solvente remanente.
- Retire el cartucho de la cámara de extracción y colóquelo en un secador rotatorio para evaporar el solvente residual, luego coloque en el horno secador a  $60^{\circ}\text{C}$  y déjelo secar hasta peso constante (mínimo 12 horas).
- Saque el cartucho seco de la estufa y déjelo enfriar en un desecador a temperatura de laboratorio, luego péselo.
- Reporte los resultados en términos de grasa bruta o extracto etéreo, en porcentaje.



### Datos obtenidos

- Peso de papel filtro
- Peso de papel + materia seca con grasa
- Peso de papel + materia seca sin grasa

**Anexo 4:** Equipo, materiales y procedimiento para la determinación de cenizas (Método de calcinación en mufla, AOAC 942.05)

### Equipos

- Mufla
- Balanza analítica, sensibilidad 0,1 mg
- Horno de secado

### Materiales

- Crisoles de porcelana
- Pinzas para crisoles
- Guantes de asbesto
- Campana desecadora con deshidratante (silicagel)

### Procedimiento

- Pesar un crisol de porcelana libre de humedad.
- Pesar 2 g de muestra seca en el crisol.
- Incinerar la muestra a 550°C por 3 horas.
- Dejar que la mufla enfríe lentamente (<200°C).
- Transferir el crisol a la campana desecadora.
- Dejar que el crisol enfrié hasta temperatura de laboratorio.
- Pesar el crisol rápidamente.
- Reportar el porcentaje de ceniza.

### Datos obtenidos

- Peso de crisol
- Peso de crisol + materia seca
- Peso de crisol + ceniza



**Anexo 5:** Resultados del análisis químico proximal en las 30 muestras, según clase animal y corte (en g/100 g o %).

| <b>CLASE</b> | <b>CORTE</b> | <b>HUMEDAD</b> | <b>PROTEINA</b> | <b>GRASA</b> | <b>CENIZA</b> |
|--------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|
| Juvenil      | Paleta       | 73.73          | 19.08           | 4.95         | 1.31          |
| Juvenil      | Costillar    | 74.54          | 18.01           | 5.18         | 1.30          |
| Juvenil      | Pierna       | 75.21          | 18.82           | 4.18         | 1.15          |
| Juvenil      | Paleta       | 74.47          | 18.06           | 5.48         | 1.19          |
| Juvenil      | Costillar    | 74.04          | 19.34           | 4.42         | 1.25          |
| Juvenil      | Pierna       | 74.69          | 19.84           | 3.39         | 1.31          |
| Juvenil      | Paleta       | 75.38          | 19.93           | 3.19         | 1.14          |
| Juvenil      | Costillar    | 75.79          | 19.87           | 2.90         | 1.01          |
| Juvenil      | Pierna       | 74.92          | 19.76           | 3.95         | 1.05          |
| Juvenil      | Paleta       | 74.58          | 17.76           | 5.81         | 1.23          |
| Juvenil      | Costillar    | 74.03          | 19.34           | 4.42         | 1.22          |
| Juvenil      | Pierna       | 74.72          | 19.84           | 3.39         | 1.31          |
| Juvenil      | Paleta       | 75.34          | 19.63           | 3.06         | 1.15          |
| Juvenil      | Costillar    | 75.82          | 19.45           | 3.03         | 1.05          |
| Juvenil      | Pierna       | 77.07          | 19.76           | 1.31         | 1.09          |
| Adulto       | Paleta       | 73.67          | 19.67           | 4.87         | 1.27          |
| Adulto       | Costillar    | 72.39          | 19.82           | 5.90         | 1.26          |
| Adulto       | Pierna       | 74.75          | 19.41           | 4.18         | 1.26          |
| Adulto       | Paleta       | 71.16          | 20.66           | 6.12         | 1.15          |
| Adulto       | Costillar    | 72.97          | 19.40           | 5.43         | 1.25          |
| Adulto       | Pierna       | 74.00          | 19.97           | 4.08         | 1.11          |
| Adulto       | Paleta       | 73.20          | 19.08           | 5.51         | 1.29          |
| Adulto       | Costillar    | 71.90          | 20.07           | 6.16         | 1.23          |
| Adulto       | Pierna       | 74.22          | 19.55           | 4.71         | 1.16          |
| Adulto       | Paleta       | 73.67          | 19.31           | 5.16         | 1.29          |
| Adulto       | Costillar    | 72.39          | 19.82           | 5.90         | 1.26          |
| Adulto       | Pierna       | 74.75          | 19.41           | 3.91         | 1.26          |
| Adulto       | Paleta       | 69.36          | 19.87           | 5.78         | 1.15          |
| Adulto       | Costillar    | 72.97          | 19.40           | 5.43         | 1.25          |
| Adulto       | Pierna       | 74.00          | 19.97           | 4.08         | 1.11          |



**Anexo 6: Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para humedad.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 38.79 | 3  | 12.93 | 11.83 | <0.0001 |
| CLASE  | 27.90 | 1  | 27.90 | 25.52 | <0.0001 |
| CORTE  | 10.89 | 2  | 5.45  | 4.98  | 0.0147  |
| Error  | 28.42 | 26 | 1.09  |       |         |
| Total  | 67.21 | 29 |       |       |         |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.78470**

Error: 1.0930 gl: 26

| CLASE   | Medias | n  | E.E. |   |
|---------|--------|----|------|---|
| JUVENIL | 74.96  | 15 | 0.27 | A |
| ADULTO  | 73.03  | 15 | 0.27 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.96106**

Error: 1.0930 gl: 26

| CORTE     | Medias | n  | E.E. |   |
|-----------|--------|----|------|---|
| PIERNA    | 74.83  | 10 | 0.33 | A |
| COSTILLAR | 73.68  | 10 | 0.33 | B |
| PALETA    | 73.46  | 10 | 0.33 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE NORMALIDAD: Shapiro-Wilks (modificado)**

| Variable     | n  | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|--------------|----|-------|------|------|-----------------|
| RDUO HUMEDAD | 30 | 0.00  | 0.99 | 0.91 | 0.0572          |

Conclusión: Los datos son normales ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS: Test de Levene**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 1.13  | 3  | 0.38 | 1.06 | 0.3838  |
| CLASE  | 0.01  | 1  | 0.01 | 0.03 | 0.8714  |
| CORTE  | 1.12  | 2  | 0.56 | 1.57 | 0.2264  |
| Error  | 9.29  | 26 | 0.36 |      |         |
| Total  | 10.42 | 29 |      |      |         |

Conclusión: Los datos son homogéneos ( $p > 0.05$ )



**Anexo 7: Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para proteínas.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo | 2.14  | 3  | 0.71 | 2.00 | 0.1394  |
| CLASE  | 1.60  | 1  | 1.60 | 4.47 | 0.0442  |
| CORTE  | 0.54  | 2  | 0.27 | 0.76 | 0.4793  |
| Error  | 9.28  | 26 | 0.36 |      |         |
| Total  | 11.41 | 29 |      |      |         |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.78470**

Error: 0.3568 gl: 26

| CLASE   | Medias | n  | E.E.   |
|---------|--------|----|--------|
| ADULTO  | 19.69  | 15 | 0.15 A |
| JUVENIL | 19.23  | 15 | 0.15 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.54909**

Error: 0.3568 gl: 26

| CORTE     | Medias | n  | E.E.   |
|-----------|--------|----|--------|
| PIERNA    | 19.63  | 10 | 0.19 A |
| COSTILLAR | 19.45  | 10 | 0.19 A |
| PALETA    | 19.31  | 10 | 0.19 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE NORMALIDAD: Shapiro-Wilks (modificado)**

| Variable      | n  | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|---------------|----|-------|------|------|-----------------|
| RDUO PROTEINA | 30 | 0.00  | 0.57 | 0.95 | 0.4098          |

Conclusión: Los datos son normales ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS: Test de Levene**

| F.V.   | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------|------|----|------|------|---------|
| Modelo | 0.76 | 3  | 0.25 | 2.42 | 0.0884  |
| CLASE  | 0.37 | 1  | 0.37 | 3.48 | 0.0733  |
| CORTE  | 0.40 | 2  | 0.20 | 1.89 | 0.1705  |
| Error  | 2.72 | 26 | 0.10 |      |         |
| Total  | 3.49 | 29 |      |      |         |

Conclusión: Los datos son homogéneos ( $p > 0.05$ )



**Anexo 8: Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para grasa.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC    | gl | CM    | F     | p-valor |
|--------|-------|----|-------|-------|---------|
| Modelo | 21.42 | 3  | 7.14  | 10.00 | 0.0001  |
| CLASE  | 11.48 | 1  | 11.48 | 16.08 | 0.0005  |
| CORTE  | 9.94  | 2  | 4.97  | 6.96  | 0.0038  |
| Error  | 18.57 | 26 | 0.71  |       |         |
| Total  | 39.99 | 29 |       |       |         |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.78470**

Error: 0.7142 gl: 26

| CLASE   | Medias | n  | E.E.   |
|---------|--------|----|--------|
| ADULTO  | 5.15   | 15 | 0.22 A |
| JUVENIL | 3.91   | 15 | 0.22 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.54909**

Error: 0.7142 gl: 26

| CORTE     | Medias | n  | E.E.   |
|-----------|--------|----|--------|
| PALETA    | 4.99   | 10 | 0.27 A |
| COSTILLAR | 4.88   | 10 | 0.27 A |
| PIERNA    | 3.72   | 10 | 0.27 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE NORMALIDAD: Shapiro-Wilks (modificado)**

| Variable   | n  | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|------------|----|-------|------|------|-----------------|
| RDUO GRASA | 30 | 0.00  | 0.80 | 0.95 | 0.3777          |

Conclusión: Los datos son normales ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS: Test de Levene**

| F.V.   | SC   | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 2.79 | 3  | 0.93 | 6.05  | 0.0029  |
| CLASE  | 2.52 | 1  | 2.52 | 16.41 | 0.0004  |
| CORTE  | 0.27 | 2  | 0.13 | 0.87  | 0.4306  |
| Error  | 4.00 | 26 | 0.15 |       |         |
| Total  | 6.79 | 29 |      |       |         |

Conclusión: Los datos son homogéneos ( $p > 0.05$ )





**Anexo 9: Análisis de varianza (ANVA), prueba LSD, prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y de homogeneidad de varianzas (Levene) para grasa.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

| F.V.   | SC   | gl | CM      | F    | p-valor |
|--------|------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 0.02 | 3  | 0.01    | 0.73 | 0.5447  |
| CLASE  | 0.01 | 1  | 0.01    | 1.27 | 0.2705  |
| CORTE  | 0.01 | 2  | 3.5E-03 | 0.46 | 0.6377  |
| Error  | 0.20 | 26 | 0.01    |      |         |
| Total  | 0.22 | 29 |         |      |         |

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.78470**

Error: 0.0077 gl: 26

| CLASE   | Medias | n  | E.E.   |
|---------|--------|----|--------|
| ADULTO  | 1.22   | 15 | 0.02 A |
| JUVENIL | 1.18   | 15 | 0.02 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.96106**

Error: 0.0077 gl: 26

| CORTE     | Medias | n  | E.E.   |
|-----------|--------|----|--------|
| PALETA    | 1.22   | 10 | 0.03 A |
| COSTILLAR | 1.21   | 10 | 0.03 A |
| PIERNA    | 1.18   | 10 | 0.03 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE NORMALIDAD: Shapiro-Wilks (modificado)**

| Variable    | n  | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|-------------|----|-------|------|------|-----------------|
| RDUO CENIZA | 30 | 0.00  | 0.08 | 0.95 | 0.4190          |

Conclusión: Los datos son normales ( $p > 0.05$ )

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS: Test de Levene**

| F.V.   | SC      | gl | CM      | F    | p-valor |
|--------|---------|----|---------|------|---------|
| Modelo | 0.01    | 3  | 4.0E-03 | 2.14 | 0.1190  |
| CLASE  | 0.01    | 1  | 0.01    | 4.48 | 0.0440  |
| CORTE  | 3.6E-03 | 2  | 1.8E-03 | 0.97 | 0.3909  |
| Error  | 0.05    | 26 | 1.8E-03 |      |         |
| Total  | 0.06    | 29 |         |      |         |

Conclusión: Los datos son homogéneos ( $p > 0.05$ )



## Anexo 10: Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Ruso Américo Ticona Mamani  
identificado con DNI 43673164 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" DETERMINACION DEL VALOR NUTRICIONAL  
DE LA CANAL DE BURROS (Equus asinus) "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 28 de Octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## Anexo 11; Autorización para el depósito de tesis o trabajo de investigación en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Ruso Americo Ticona Mamani  
identificado con DNI 43673164 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

" DETERMINACIÓN DEL VALOR NUTRICIONAL  
DE LA CANAL DE BURROS (Equus Asinus) "

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 28 de Octubre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella