



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ANÁLISIS DEL MICROBIOMA EN EL TRACTO DIGESTIVO DE CAMÉLIDOS Y
RUMIANTES

TESINA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

ANDREA TORRES SÁNCHEZ

DIRECTOR.
DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

CO-DIRECTOR
DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO, JUNIO DE 2024.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	0
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. OBJETIVO GENERAL	3
4. METODOLOGÍA	4
5. REVISIÓN DE LITERATURA	6
5.1. Aspectos históricos de los camélidos	6
5.2. Taxonomía y Especies de camélidos	9
5.2.1. Guanaco	11
5.2.2. Vicuña	12
5.2.3. Llama	14
5.2.4. Alpaca	15
5.2.5. Camellos Bactrianos y Dromedario	16
5.3. Distribución Mundial	22
5.4. Población	24
5.5. Fin zootécnico	29
5.5.1. Producción de leche	29
5.5.2. Derivados de la leche de camella	31
5.5.3. Helado	32
5.5.4. Queso	33
5.5.5. Leche Pasteurizada	33
5.5.6. Leche en Polvo	34
5.5.7. Mantequilla	35
5.5.8. Yogur	35
5.5.9. Otros productos	36
5.5.10. Carne	36
5.5.11. Pelaje y Piel	37
5.5.12. Carga	37
5.5.13. Lucha	38
5.5.14. Carreras	39
5.5.15. Camélidos Sudamericanos	40
5.5.15.1. Fibra capilar	40

5.5.15.2.	Alpaca.....	40
5.5.15.3.	Llama.....	40
5.5.15.4.	Vicuña.....	41
5.5.15.5.	Guanaco.....	41
5.5.16.	Carne.....	42
5.5.17.	Mascotas.....	43
5.5.18.	Leche.....	43
5.6.	Adaptación ambiental.....	44
5.6.1.	Camélidos del nuevo mundo.....	44
5.6.2.	Camélidos del viejo mundo.....	44
5.7.	Hábitos alimenticios y Nutrición.....	45
5.7.1.	Nuevo Mundo.....	45
5.7.1.2.	Guanaco.....	45
5.7.1.3.	Vicuña.....	46
5.7.1.4.	Llama y Alpaca.....	46
5.7.2.	Viejo Mundo.....	47
5.7.2.1.	Dromedario.....	47
5.7.2.2.	Camello.....	48
5.8.	Anatofisiología del aparato digestivo.....	49
5.8.1.	Labios.....	49
5.8.2.	Dientes.....	49
5.8.3.	Lengua.....	49
5.8.4.	Saliva.....	53
5.8.5.	Proceso de masticación.....	54
5.8.6.	Esófago.....	54
5.8.7.	Rumia.....	55
5.8.8.	Estómago.....	55
5.8.9.	Tiempo de retención de digesta desde el estomago.....	58
5.8.10.	Moléculas implicadas en el metabolismo de los camélidos.....	59
5.8.11.	Secreción gástrica.....	59
5.8.12.	Motilidad.....	60
5.8.13.	Hígado.....	62
5.8.14.	Páncreas.....	62

5.8.15. Intestino delgado	63
5.8.16. Intestino grueso	63
5.9. Microbioma	64
5.9.1. Rumiantes	64
5.10. Composición y función de los microorganismos del sistema digestivo en rumiantes.....	65
5.11. Camélidos	67
5.11.1. Microbioma en el tracto gastrointestinal.....	68
6. CONCLUSIÓN	72
7. REFERENCIAS.....	73

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características físicas de las subespecies de guanaco (<i>Lama guanicoe</i>).	11
Cuadro 2. Características físicas de las subespecies de viguña (<i>Vicugna vicugna</i>).....	13
Cuadro 3. Características de las fibras en las variedades de llama (<i>Lama glama</i>).....	14
Cuadro 4. Diferencias de fibras capilares entre razas de alpaca (<i>Vicugna pacos</i>).....	15
Cuadro 5. Características físicas de los camélidos del viejo mundo	18
Cuadro 6. Características de un Híbrido F1 Tülü (Cruza de camello bactriano macho con hembra de dromedario) por método turco básico “entre dos razas”	19
Cuadro 7. Descripción de los métodos de hibridación que se utilizan en Kazajstán en camellos y dromedarios.....	20
Cuadro 8. Comparación de los componentes en la leche de diferentes especies (%).....	30
Cuadro 9. Descripción de productos elaborados con leche de camella.....	32
Cuadro 10. Composición de la leche de camélidos del nuevo mundo	44
Cuadro 11. Diferencias entre los labios de camélidos y rumiantes.....	50
Cuadro 12. Cavidad Oral en los diferentes camélidos, ovino y caballo.....	51
Cuadro 13. Composición de la saliva en camélidos y rumiantes (meq/l).....	53
Cuadro 14. Cantidad de urea en sangre en rumiantes y camélidos (mg/dl).....	62
Cuadro 15. Tipos de microorganismos que intervienen la fermentación anaerobia.....	67
Cuadro 16. Principales protozoos en el pre-estómago de camélidos y rumiantes (%).....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Origen y migración de los camélidos a través de la historia.....	7
Figura 2. División de las tribus entre camélidos del viejo mundo.....	10
Figura 3. Distribución geográfica de las diferentes especies de camélidos.....	24
Figura 4. Población de camellos en los países de Asia y África.....	26
Figura 5. Crecimiento de la población de Camellos a nivel mundial.....	27
Figura 6. Población de camélidos del nuevo mundo en América del Sur	28
Figura 7. Algunas presentaciones de leche de camello en polvo.....	34
Figura 8. Hilo de lana de camello.....	38
Figura 9. Lucha de camellos en Turquía	39
Figura 10. Sarcoquistes macroscópicos de <i>Sarcocystis aucheniae</i> en llama	43
Figura 11. Estomago de llama (<i>Lama glama</i>) in situ, en negro se ubican los compartimentos vistos en un camélido y en color blanco el equivalente de cada cámara en un rumiante.	57
Figura 12. Filos predominantes en la microbiota fecal de los ovinos.....	70
Figura 13. Filos predominantes en la microbiota fecal de los camellos.	71

1. INTRODUCCIÓN

Los camélidos tienen una distribución en diferentes zonas geográficas, algunos de ellos domesticados, con fines de aprovechamiento, aunque ciertas especies, se localizan en estado salvaje: camello bactriano salvaje, guanaco y vicuña, las principales características es la resistencia a cambios climáticos, diferentes tipos de alimentación, actividades productivas sin afectación en su bienestar (Zarrin *et al.*, 2020; Polidori *et al.*, 2021). Además de presentar ciertas condiciones anatófisiológicas que se encargaran de favorecer esta adaptación al ambiente en situaciones no optimas, ya que tienen la capacidad de resistencia ante la falta de hidratación, por periodos largos, se adaptan a consumir dietas de baja calidad nutrimental como: arbustos, plantas y cualquier tipo de vegetación que logren encontrar en vida silvestre y también los que se les proporciona la alimentación bajo cuidado humano profesional (Khomeiri & Yam, 2015; He *et al.*, 2018).

Los camélidos, aunque erróneamente son considerados como rumiantes, no lo son ya que cuentan con solo tres de los cuatro compartimientos que tiene un rumiante (Bennett y Richards, 2015). Tal es el caso de los dromedarios, que en diversas investigaciones se demostró que logran retener por un tiempo más largo (hasta 48.8 h) las partículas más grandes de alimento (2 a 3 cm) que las partículas pequeñas (1 a 2 mm) esto en el estómago, mientras que en el intestino van a tener un tiempo de retención menor en cuanto a líquidos, ya que alguno de los experimentos realizados en llamas por Cebra, (2014), se dio a conocer que el paso de los líquidos al compartimento tres (C3) se logró con una velocidad de 7 ml/kg/h con 0.14 ml/kg pasando por el canal en cada ciclo de contracciones, sin embargo en partículas grandes y pequeñas, tendrá un rango de retención de 30.9 a 37.7 h (Heller *et al.*, 1986; He *et al.*, 2018). Este tiempo de retención se debe a la presencia del microbioma (bacterias, virus, hongos, protozoos y arqueas), que se encuentran en el tracto gastrointestinal de los camélidos (Suchodolski, 2022). Dentro de su fisiología del preestómago el alimento va a pasar por un proceso de fermentación y debido al microbioma se mejora la digestión de materia orgánica principalmente fibras: celulosa y hemicelulosa (INGRAND, 2000), obteniendo como

proceso de fermentación es la producción de gases entéricos: metano, un gas que es de efecto invernadero y que va a representar una pérdida de energía para los animales (Dittman *et al.*, 2014).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los camélidos son considerados fauna silvestre, ya que no se han domesticado en su totalidad, dependiendo la zona geográfica en la que se encuentren distribuidos históricamente, son utilizados con diferentes fines, dado que tanto en el continente asiático, europeo y africano en donde se encuentran diferentes especies (dromedario, camello bactriano y camello salvaje) y en el sur de América (guanaco, alpaca, vicuña y llama), se han domesticado en su totalidad para la obtención de un beneficio, el cual obedecerá a condiciones culturales, de costumbres y tradiciones para tener como resultado diferentes productos (cárnicos, lácteos, peletería, transporte, tracción y deportivos), además de que son animales que destacan por su resistencia al medio, en otros países como México no concuerda con estas características culturales puesto que los camélidos eran vistos como animales que se empleaban en espectáculos circenses, brindando una forma de educación cultural itinerante (de localidad a localidad), exhibiendo a los ejemplares (zoológico móvil), y realizando un espectáculo donde los camélidos efectuaban diferentes actos condicionados y por otra parte se encuentran en centros de conservación de especies de fauna silvestre (zoológicos) en cautiverio bajo cuidado humano profesional. Los camélidos son animales resilientes a aspectos ambientales y nutricionales ya que pueden llegar a consumir alimentos con bajo valor nutricional, debido a su tracto digestivo y el microbioma que favorece la digestión de los diferentes nutrientes. Tanto los camélidos como los rumiantes domésticos (bovinos, ovinos y caprinos) cuentan con características similares en su sistema digestivo, dentro de los cuales los microorganismos se encargarán del proceso de fermentación, para la asimilación y absorción de nutrientes, para cubrir sus requerimientos nutricionales, energéticos, proteicos, sus procesos fisiológicos y de esta forma obtener una mayor producción. Debido a que son animales muy semejantes existen pocas investigaciones acerca de la población de la microbiota por lo cual es importante realizar esta revisión de literatura para que en un futuro se pudiese usar la información tan amplia que existe sobre los ovinos en los camélidos, con el fin de aumentar la calidad de vida, saber los cambios existentes en el proceso digestivo (al tener alguna diferencia de microorganismos), y por ende la producción de gases entéricos de la digestión, debido a las cantidades y tipos de alimentación que se les proporciona para así mantener su bienestar.

3. OBJETIVO GENERAL

Comparar el microbioma digestivo entre camélidos bajo cuidado humano profesional y rumiantes domésticos con la finalidad de conocer e identificar los procesos digestivos de ambas especies.

4. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación exploratoria, que consistió en una revisión bibliográfica de artículos científicos y de metaanálisis, como son documentos publicados en Journals y algunas revistas de carácter científico, bases de datos, libros, tesis, tesinas y capítulos de libros. Con el objetivo de obtener información adecuada, precisa, exacta y certera para la elaboración de esta tesina.

Algunas de las revistas y Journals científicos que se usarón en la escritura de este documento, fueron:

- Journal of Camelid Sciencie
- Journal of Tropical Animal Health and Production
- The Anatomical Record
- Animal Genetics
- Animal Frontiers
- Journal of Archaeological Science
- Journal of Veterinary Medicine and Surgery
- Journal of Forensic Sciences
- Behavioural processes
- Heredity
- Zoologischer Anzeiger
- Journal of Mammalogy

Una vez obtenida la información de los artículos se elaboró una base de datos, la cual se ordenó y analizó la información recabada para posteriormente estructurar el documento que dió como resultado a esta tesina, en donde se pretende resaltar el análisis del microbioma de camélidos y de rumiantes, así como, los posibles cambios y el aumento del bienestar de los camélidos bajo cuidado humano profesional.

Todos los documentos consultados para la elaboración de esta tesina serán reportados en la parte de literatura citada, con la finalidad de alcanzar el objetivo planteado en esta investigación.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Aspectos históricos de los camélidos

Históricamente los camélidos se han domesticado para utilizarlos como animales de carga, transporte, fuente de alimento (carne y leche), utilización de la fibra capilar en la industria textil para la elaboración de diferentes prendas de vestimenta, y para la realización de diversas actividades como competencias deportivas y la clonación de individuos con la finalidad de mejorar y preservar animales con alto valor genético (Wani *et al.*, 2010; Zarrin *et al.*, 2020), por lo cual esta familia de artiodáctilos han adquirido importancia en diferentes zonas geográficas como especies ganaderas sostenibles con diferentes características específicas y benéficas no solo para la humanidad sino también que ayudan a mantener su bienestar (Burger, 2016).

Los ancestros de los camélidos son los *Protylopus petersoni* (actualmente extinto) con un tamaño aproximado de 30 cm de alto y estructura ósea parecida al camélido actual, solo que su cuerpo tenía una forma más redondeada (Huanca, 1996). De este ancestro surgen 20 géneros de camélidos, entre los que se destacan: *Megacamelus* y *Procamelus*, que lograron desarrollarse, pero se extinguieron durante los siguientes millones de años (Burger *et al.*, 2019).

La familia de los camélidos se originó en Norteamérica hace unos 40-45 millones de años, algunos progenitores de ellos viajaron hacia el sur de América hace 3 millones de años, en donde surgieron y evolucionaron a las cuatro especies del nuevo mundo (*Lamini*) de las cuales dos son silvestres, que serían el guanaco (*Lama guanicoe*) y la vicuña (*Vicugna vicugna*) y los otros son domésticos: la llama (*Lama glama*) y alpaca (*Lama pacos*) (Yacobaccio, 2021). Por otra parte, otros cruzaron el estrecho de Bering hasta Asia central (Eurasia), ahí surgieron los camélidos del viejo mundo (*Camelini*) que abarcan tres especies: Camello bactriano doméstico (*Camelus bactrianus*), camello bactriano salvaje (*Camelus bactrianus ferus*) normalmente conocidos como camellos de dos jorobas y camello dromedario (*Camelus dromedarius*) camello de una sola joroba (Figura 1; Zarrin *et al.*, 2020; Burger *et al.*, 2019).

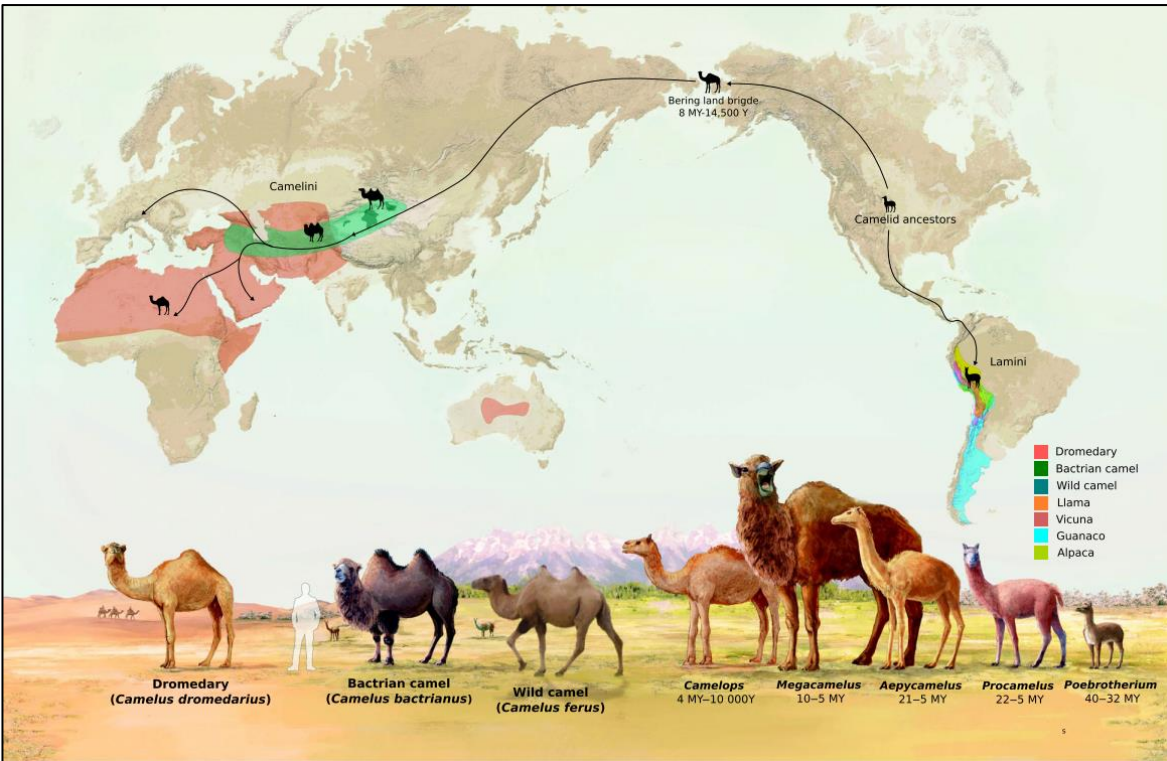


Figura 1. Origen y migración de los camélidos a través de la historia

Tomado: Burger *et al.* (2019).

De acuerdo con investigaciones los primeros restos de camellos en el continente asiático se estiman que tienen 5 millones de años (Burger, 2016). Así mismo se han registrado fósiles de *Paracamelus* y otros camellos gigantes en distintas partes geográficas, por ejemplo: en Asia, Europa (España), norte de África (Siria) y la Península Arábiga (Colombero *et al.*, 2017; Burger *et al.*, 2019).

Mientras tanto en América del sur surgieron los camélidos del nuevo mundo, uno de ellos es el Guanaco siendo un artiodáctilo y uno de los más grandes de esta zona geográfica, algunos restos fósiles que se encontraron en el Pleistoceno en Argentina dan indicadores de antigüedad de unos 2 millones de años (Marín *et al.*, 2008). De igual forma surgió la Vicuña, esta se originó al este en los llanos argentinos hace 2 millones de años, aunque algunos autores en 1989 mencionaron que la vicuña es una evolución del guanaco a principios del periodo Holoceno, estas dos especies, antes de la conquista, eran consideradas como rebaños de los llamados “dioses de la montaña”, a pesar de que

la caza estaba prohibida, solo la realeza Inca podía utilizar y obtener prendas hechas con fibras que se obtenían de la trasquila, pero con el paso del tiempo estas prácticas desaparecieron, y así se logró mantener una población estable de estas especies, (Wheeler, 2012).

En el caso de la alpaca su origen ha tenido relevancia hace 6,000 años en la meseta central peruana, exactamente en los abrigos rocosos de Telarmachay posteriormente emigró hace 3,800 años a los valles interandinos. La llama es considerada el más grande de los camélidos Sudamericanos domesticados, tiene una gran semejanza tanto en su morfología como el comportamiento a su ancestro; *Lama guanicoe cacsilensis* (Wheeler, 2012; Garcia-Atencio & Mayta-Churinos, 2018).

Algunas de las especies ya mencionadas se fueron domesticando con el paso del tiempo, existen diferentes visiones y definiciones sobre lo que realmente es el proceso de domesticación por lo que algunos autores lo han puntualizado de una manera más clara; Darwin (1868), publicó y explicó que este término incluye la crianza de animales en cautiverio sin ningún esfuerzo por parte del ser humano y aun así aumentar la fertilidad de los animales, mientras que Price (1984), describe la domesticación como un proceso de evolución en donde va existir una adaptación genotípica al medio en donde se encuentren. Se considera un animal doméstico cuando su selección de pareja y medio que lo rodea se encuentra influenciado por humanos y donde existirá obediencia y tolerancia a los humanos, todo esto se ve determinado genéticamente (Yacobaccio, 2021).

Se estima que la domesticación del Camello bactriano (*Camelus bactrianus*) ocurrió hace 5,000 o 6,000 años (Faye, 2022). Mientras que para el camello dromedario (*camelus dromedarius*) por medio de las evidencias osteológicas se sabe que probablemente su domesticación ocurrió en el año 3.000 a.C. (Burger *et al.*, 2019; Niehaus, 2022).

A su vez, la domesticación de las alpacas y llamas ocurrió en lugares andinos como el noroeste de Argentina, el norte de Chile y en los Andes Centrales de Perú hace aproximadamente 6,000 a 7,000 años (Wheeler, 2012; Fan *et al.*, 2020)

El proceso de domesticación de los camélidos fue complicado debido a las adaptaciones de los distintos grupos de cazadores- recolectores a los cambios ambientales, consecuencia del aumento de zonas áridas durante el periodo Holoceno Medio y a su vez la pérdida de medios productivos en las regiones. Estos grupos durante ese periodo buscaron alternativas principalmente innovadoras tecnológicamente, desarrollando cacerías especializadas en camélidos como su principal fuente de alimento (Yacobaccio, 2021).

5.2. Taxonomía y Especies de camélidos

Por medio de las investigaciones que se han realizado en diferentes zonas geográficas en todo el mundo, se sabe, que los camélidos se encuentran divididos en dos géneros: del nuevo mundo, que a su vez se divide en especies silvestres: guanaco y vicuña, y domésticas: alpaca y llama , así como del viejo mundo que abarcan a tres especies, y son reconocidas hoy en día por la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica: camello bactriano doméstico, camello bactriano salvaje y camello dromedario (Burger *et al.*, 2019; Zarrin *et al.*, 2020).

Los camélidos corresponden al reino animal, pertenecen al *Phyllum* chordata, ya que tienen simetría bilateral y una medula dorsal nerviosa, al Subphyllum vertebrata, debido a que esta medula se encuentra dentro de la columna vertebral y con terminación en el cráneo (Vilá, 2016). Esta familia es vertebrada, pertenece a la clase *Mammalia*, porque alimentan a sus crías mediante las glándulas mamarias que se encargaran de segregar leche, son homeotermos (regulan su calor corporal) y cada pieza dental tiene una función específica denominados: heterodontos (Ceballos *et al.*, 2013).

Por otra parte, tanto la familia del nuevo mundo como del viejo mundo se van a encontrar clasificados en el orden *Artiodactyla* (ejemplares ungulados de pares de dedos), al suborden *Tylopoda* ya que su pezuña en realidad se transformó en una uña en la parte superior de los dedos y que cuentan con cojinetes en la parte inferior, pertenecen a la familia: *Camelidae* y subfamilia *Camelinae*, y por otra parte, los camélidos del nuevo

mundo van a encontrarse dentro de la tribú *Lamini* (sin joroba) y los del viejo mundo (con joroba) a la tribu *Camelini* (Figura 2; Vilá, 2016; Burger *et al.*, 2019).

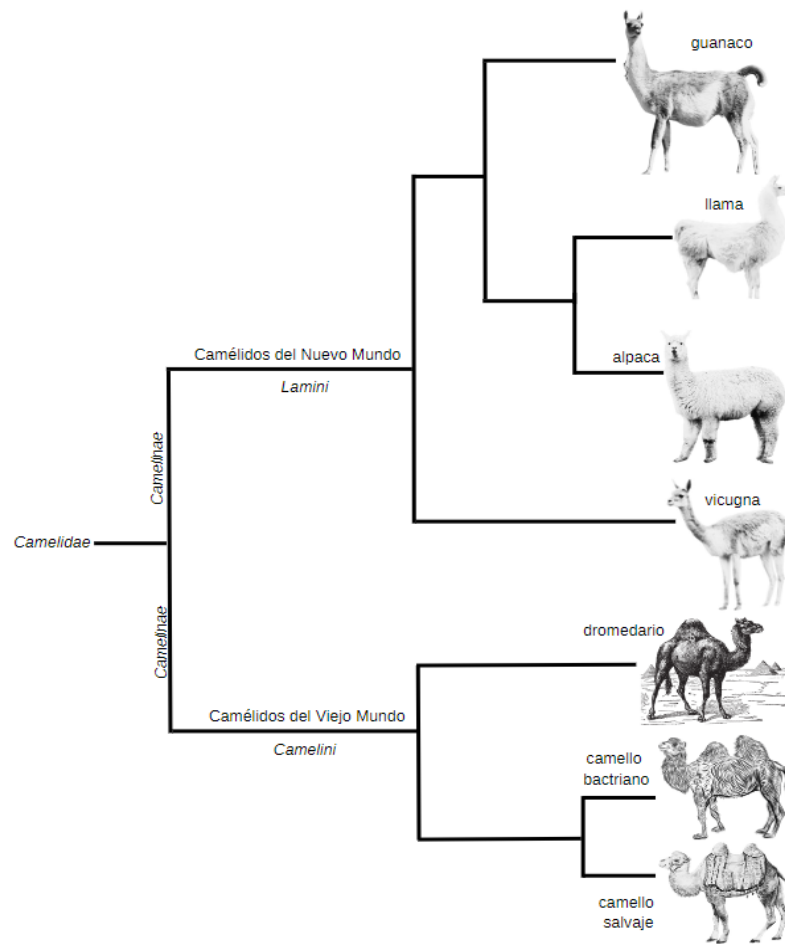


Figura 2. División de las tribus entre camélidos del viejo mundo y nuevo mundo
Modificado: Burger, (2016)

Para facilitar los diferentes propósitos con los camélidos, el ser humano a lo largo de la domesticación de algunos de ellos logró seleccionar, solo a ciertas especies, ya que cumplen con las necesidades y fines zootécnicos que se desean, por lo que se encuentran variedades y subespecies de la mayoría de ellos.

5.2.1. Guanaco

Ungulado con la mayor distribución en América del sur, es uno de los camélidos silvestres del nuevo mundo y uno más grande de Sudamérica (Cuadro 1), esta especie cuenta con una amplia adaptación anatómica y fisiológica que le permite sobrevivir en diferentes condiciones climáticas adversas (Baldi *et al.*, 2006; Marín *et al.*, 2009; Casey *et al.*, 2018).

Cuadro 1. Características físicas de las subespecies de guanaco (*Lama guanicoe*).

Características	<i>Lama guanicoe guanicoe</i>	<i>Lama guanicoe cacsilensis</i>
Color de pelaje	Marrón- rojizo oscuro	Marrón claro con tonos amarillo ocre
Color en pecho, vientre y parte interna de las patas	Blanco	
Cabeza	Gris a negra, con coloración blanca alrededor de labios, ojos y borde de orejas	
Diámetro de fibra capilar (μm)	De 16. 5 a 24	
Dimorfismo sexual	Presencia de Caninos en machos	
Altura a la cruz en adultos (cm)	110-120	100
Longitud (desde la punta de la nariz a la base de la cola) (cm)	67-210	90-100
Peso vivo adultos (kg)	120	80



Modificado: Wheeler, (2012); Baldi *et al.*, (2016)

El guanaco (*Lama guanicoe cacsilencis*) se caracteriza por su tamaño, tanto corporal como del cráneo ya que es más pequeño que otras subespecies de guanaco, cuenta con un tamaño de cráneo de 261 mm de largo y 126 mm de ancho, a pesar de que es una especie que se puede encontrar en los países de Chile, Perú y Bolivia, se han documentado híbridos en Ecuador; y es una especie que se catalogó como en peligro de extinción (González *et al.*, 2006).

A lo largo de la historia, se han descrito diferentes subespecies de guanaco, ya que dependiendo el autor es el tipo de clasificación que se les asigna y van en función a su distribución, tamaño (cuerpo y cráneo), coloración de la piel y la proporción del cráneo (González *et al.*, 2006). Sin embargo, de acuerdo con análisis recientes acerca de las secuencias de ADN, ayudo a separarlas en: *Lama guanicoe cacsilensis* y *Lama guanicoe guanicoe* (Wheeler, 2012).

Las hembras llegan a la madurez sexual entre los 15 y 20 meses, mientras que los machos entre los 15 y 24 meses, su periodo de gestación dura 345 días y poco después del parto las hembras vuelven a entrar en celo, al nacimiento llegan a tener un peso de entre 6 a 9 kg, cabe destacar que su esperanza de vida es de hasta 14 años (Gutiérrez, 2010; McLean & Niehaus, 2022).

En el año 2016 fue catalogada como “especie en peligro”, debido a su posible extinción en tres de los cinco países (Paraguay, Bolivia y Perú) en los que históricamente ha habitado (Baldi *et al.*, 2016).

5.2.2. Vicuña

Es un herbívoro de tamaño mediano, especie que posee algunas de las fibras naturales más valiosas y finas del mundo, se han descrito dos subespecies, basándose en su diferencia de tamaño, la grande *Vicugna vicugna vicugna* y que se encuentra distribuida en el norte, se distingue por el crecimiento de pelo en su pecho mientras que la subespecie pequeña *Vicugna vicugna mensalis* carece de pelo en el pecho (Cuadro 2; Wheeler, 2012; Acebes *et al.*, 2018; Casey *et al.*, 2018).

Cuadro 2. Características físicas de las subespecies de viguña (*Vicugna vicugna*)

Características	<i>Vicugna vicugna vicugna</i>	<i>Vicugna vicugna mensalis</i>
Color de pelo en cabeza, cuello, espalda, costados y superficie dorsal de la cola	Beige con blanco	Canela oscuro con Blanco
Ojos y bordes de las orejas	Beige con blanco	Delineados en blanco
Longitud total (cm)	137 a 181	
Peso vivo (kg)	46	38
Altura a la cruz (cm)	86 a 96	
Distribución en vida silvestre	Argentina y parte de Bolivia y Chile	Perú, Bolivia y norte de Chile



Modificado: Wheeler, (2012); Acebes *et al.*, (2018); McLean & Niehaus, (2022).

Su periodo de gestación dura aproximadamente 11 meses y una vez que aparean la duración de lactancia es de 8 meses, las crías nacen al finalizar el verano y normalmente los machos no se reproducen a menos que tengan un territorio de alimentación (Acebes *et al.*, 2018).

5.2.3. Llama

Es el camélido más grande del nuevo mundo en Sudamérica, su nombre proviene del “quechua” (idioma originario de los andes peruanos), de esta especie existen dos variedades lanudas y son llamadas: ch´aku y las que tienen menor fibra tanto en el cuello como en el cuerpo: q´ara es decir, sin lana. (Cuadro 3; Wheeler, 2012; Niehaus, 2022). Otros autores como Vilá & Arzamendia (2020), las clasifican igualmente en dos razas: Q´ara (de lana corta, altos y fuertes) y Tampulli (más peludo y de lana larga).

Cuadro 3. Características de las fibras en las variedades de llama (Lama glama).

	q´ara	ch´aku
Distribución	Perú, Bolivia y norte de Chile	Argentina
Principal característica	Carece de lana	Lanuda
Densidad de fibra en el cuerpo	Crecimiento escaso de fibras en el cuerpo	Mayor fibra en el cuerpo
Densidad de fibra en la cara	Fibras muy cortas, también en patas	Fibras entre las orejas y crecimiento dentro de ellas, y ausente en patas



Modificado: Fowler, (2011); Wheeler, (2012); Niehaus, (2022)

Independientemente de la especie de llama, todas presentan una coloración de pelaje muy variado, desde blanco a negro y marrón con tonalidades intermedias con y tendencia

con manchas y patrones de colores irregulares, así como llamas con coloraciones similares a las del guanaco salvaje, sin embargo, cuentan con una calidad del vellón desigual, variando en diámetro de la fibra que puede medir hasta $32.5 \pm 17.9 \mu\text{m}$ en el caso de las hembras y en machos hasta $35.5 \pm 17.8 \mu\text{m}$, pero, en el caso de la variedad q'ara mide hasta $30.5 \pm 18.5 \mu\text{m}$ en hembras y en machos $30.5 \pm 17.9 \mu\text{m}$, estos camélidos cuando nacen tienen un peso de 8 a 18 kg, al convertirse en adultos pesan de entre 110 a 220 kg, con una altura a la cruz de 102-119 cm (Wheeler, 2012; McLean & Niehaus, 2022; Moyano *et al.*, 2022; Niehaus, 2022).

5.2.4. Alpaca

Esta especie; se caracteriza por ser más pequeña que la llama, y es muy parecida a su ancestro (*Vicugna vicugna mensalis*), por medio de las investigaciones que se han realizado se sabe que existen dos razas: Suri y Huacaya (Cuadro 4; Wheeler, 2012; Vilá & Arzamendia, 2020; Niehaus, 2022).

Cuadro 4. Diferencias de fibras capilares entre razas de alpaca (*Vicugna pacos*)

	Suri	Huacaya
Descripción de las fibras capilares	Largas y rectas, en forma de onda, que caen a los costados del cuerpo	Fibras cortas y onduladas, que dan apariencia esponjosa
		

Modificado: Wheeler, (2012); Niehaus, (2022)

Ambas razas presentan un vellón que varía la tonalidad de color ya que se han reconocido veintitrés colores que van de color marrón a blanco y negro e incluso se han encontrado vellones multicolores, pasando por tonalidades intermedias y teniendo una tendencia mayor a la coloración uniforme como en el caso de las llamas y puede haber alpacas con una coloración de la vicuña salvaje (Wheeler, 2012; Aviles-Esquivel *et al.*, 2018; Niehaus, 2022).

Dentro de sus características físicas, las alpacas son especies que llegan a nacer con un peso de 6 a 9 kg, al llegar a la etapa adulta pesan entre 55 a 90 kg, midiendo de alto hasta la cruz de 110 a 115 cm (Niehaus, 2022).

No solamente estas especies del nuevo mundo son de gran utilidad zootécnica para el ser humano, sino también las especies del viejo mundo ya que se han convertido en una conexión entre las diferentes culturas y forman parte fundamental de la economía de algunos países que se han visto afectados por los cambios climáticos, lo que ha traído como consecuencia un aumento en la demanda productiva de alimentos (carne y leche); por lo cual recurren a especies con eficiencia productiva para cubrir esta demanda, tales como los camélidos de la tribu Camelini: *Camelus dromedarios* y *Camelus bactrianus* (domésticos), y la especie que aun habita en vida libre *Camelus bactrianus ferus*.

5.2.5. Camellos Bactrianos y Dromedario

Los camellos bactrianos o comúnmente conocidos como camellos de dos jorobas: Camello bactriano salvaje (*Camelus bactrianus ferus*) especie que se encuentra catalogada en peligro crítico por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) (Kaczensky *et al.*, 2014) y Camello bactriano doméstico (*Camelus bactrianus*), se diferencian de los dromedarios (*Camelus dromedarius*), por el número de jorobas, ya que estos solo cuentan con una joroba (Cuadro 5), pero los tres en conjunto pertenecen a los camélidos del viejo mundo y han sido llamados desde su historia como los “barcos del desierto”, ya que son de importancia en las regiones desérticas (Burger *et al.*, 2019; Faye, 2022; Niehaus, 2022).

El término “dromedario” se deriva del griego “camino” y se aplica únicamente al dromedario de carreras o equitación, aunque en todo el mundo se le denomina a esta especie de una sola joroba (dromedario) es una criatura única y que está adaptada a la vida en el desierto (Warda *et al.*, 2014) mientras que el término “bactriano” (camello bactriano) proviene del topónimo, Baktria, en el río Oxus al norte de Afganistán que es su lugar de origen (Raziq & Younas, 2006) son especies pueden llegar a reproducirse muy fácilmente, es decir que haya una hibridación y las crías puedan ser muy semejantes a los dromedarios puros, existen dos países que utilizan estas prácticas de hibridación: Turquía y Kazajstán (Cuadro 6; Parés *et al.*, 2020).

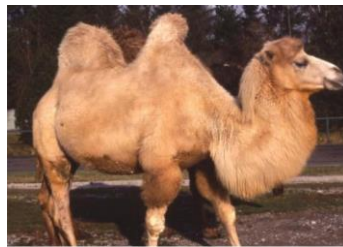
Mediante diferentes practicas lo que se busca es la obtención de animales fuertes así como el camello bactriano pero con la resistencia y tolerancia a condiciones climáticas diferentes (Burger, 2016). Después de la obtención de un F2, no se puede realizar un cruzamiento entre este y un F1 ya que la progenie que resulte tiene por nombre “kukirdi”, físicamente tendrá un desarrollo corporal deficiente, con un mal comportamiento y que se ha descrito como una posible amenaza tanto para el rebaño como la madre. (Çakirlar & Berthon, 2014; Dioli,2020).

Otros híbridos se obtienen mediante el cruzamiento de una hembra F1 (*maya*) con un camello bactriano macho, obteniendo como resultado un híbrido llamado: *tavsi*, mientras que cuando un macho F1 se cruza con una hembra dromedario se denominara: *teke* (Yılmaz & Ertuğrul, 2015; Dioli, 2020).

El segundo país que utiliza la hibridación es Kazajstán, este país tiene dos métodos, que se han ido perfeccionando con el paso del tiempo: el turcomano y kazajo es un método posible ya que tanto la raza kazajo como el dromedario turcomano o arvana cuentan con cuerpo largo, lo que le permite al macho superar el obstáculo de la joroba y así darse el apareamiento (Cuadro 7; Dioli, 2020; Amandykova *et al.*, 2023).

Cuadro 5. Características físicas de los camélidos del viejo mundo

	Bactriano Doméstico	Dromedario	Bactriano Salvaje
Peso (kg)	450-700	300-650*	450-690
Peso al nacimiento (kg)	35-54	20-45	
Altura a la cruz (cm)	180-195	180-210	180-200
Longitud del cuerpo (cm)		120-200	140-156
Color del pelaje	Crema a bronceado marrón oscuro		Crema a marrón grisáceo
Diámetro de la fibra del pelo (μm)	10-40	20-50	Fibra corta
Velocidad de carrera (km/h)	15-20	21.6-40.3	40

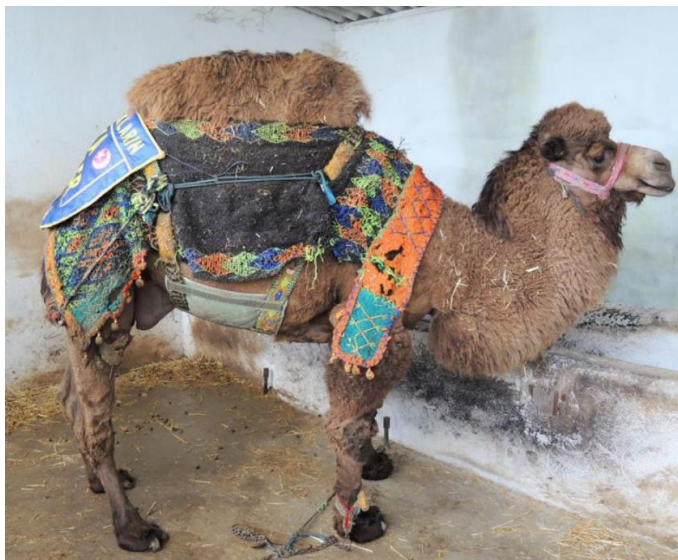


*En el caso de los machos castrados, cuando son jóvenes, pueden crecer más y pesar más de 1134 kg.

Modificado: Fowler, (2011); Niehaus, (2022)

Cuadro 6. Características de un Híbrido F1 Tülü (Cruza de camello bactriano macho con hembra de dromedario) por método turco básico “entre dos razas”

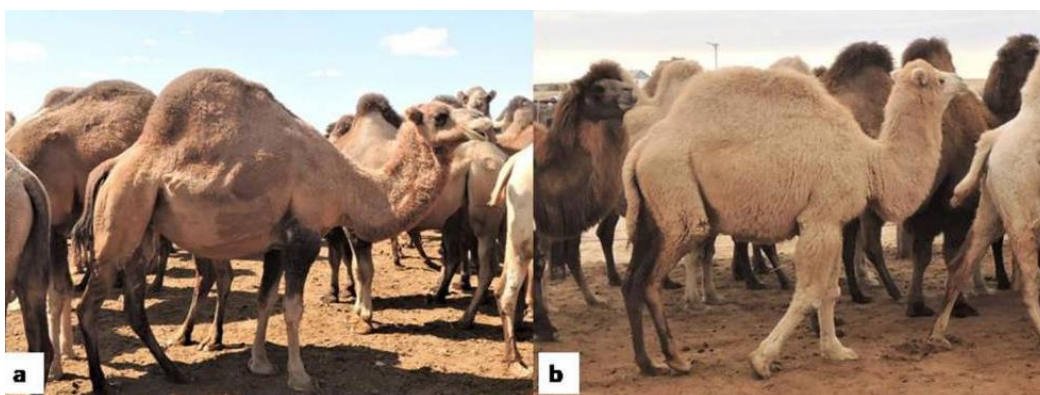
	Macho	Hembra
Nombre común en turco	<i>besrek</i>	<i>maya</i>
Apariencia	Muy similar a la del dromedario	
Diferencia	Mayor tamaño	
Nombre de la joroba	Almond hum (joroba de almendra)	
Característica de la joroba	Más alargada (comienza detrás del hombro y se extiende hasta las vértebras lumbares), en la zona anterior presenta una hendidura de algunos cm de profundidad	
Pelo	Abundante pelo a lo largo de la parte frontal del cuello, parte superior y posterior de la cabeza y antebrazos	



Modificado: Yılmaz & Ertuğrul, (2015); Dioli, (2020).

Cuadro 7. Descripción de los métodos de hibridación que se utilizan en Kazajstán en camellos y dromedarios

Método	Descripción	Nombre del resultado
Turcomano	Generación F1 se produce entre el cruce de un camello bactriano macho y una hembra dromedario	<i>iner-maya</i> (hembra) <i>iner</i> (macho)
Kazajo	Cruza de dromedario macho con una hembra de camello bactriano	F1 <i>nar-maya</i> (hembra) F1 <i>nar</i> (macho)



a) *iner-maya* y b) *nar-maya*

Modificado y Obtenido: Yılmaz & Ertuğrul, (2015); Dioli, (2020).

Los híbridos que se obtienen como resultado de estas cruces, no tienen grandes diferencias, ya que todos tienen una sola joroba, de tamaño grande que se va extender desde el hombro hasta la zona lumbar con una muesca de algunos centímetros de profundidad en la parte frontal de la joroba; van a contar con mayor pelaje que un dromedario puro, este pelo se va encontrar en las mismas partes que en las del camello bactriano: cuello, cabeza, joroba y antebrazos, aunque el cruce de híbridos entre sí puede tener como consecuencia a una disminución de estas cualidades físicas y también productivas en el animal (Dioli, 2020; Amandykova *et al.*, 2023).

Van a existir diferentes clasificaciones de los tipos o razas de camellos, sin embargo, el DAD-IS (sistema de información sobre la diversidad de los animales domésticos) en el que la FAO es la principal organización detrás de este sistema, sustenta que existen 89 razas de dromedarios de las cuales: 47 se encuentran distribuidas en África, 14 en Asia y 23 en Medio Oriente y dos se consideran como transfronterizas, en el caso de los camellos bactrianos existen 14 razas y se encontraran divididas: 9 en Asia, 3 en Europa y de igual forma dos son transfronterizas (Köhler, 2022).

Por otro lado, Niehaus, 2022 menciona que las razas o tipos de camellos, van a ser variadas, ya que en el caso de los dromedarios cuentan con 50 razas diferentes, que a su vez se han subdividido en tres tipos uno por su tipo de calado: de cuerpo pesado y piernas grandes, el segundo por tipo de conducción: de cuerpo delgado y piernas largas y el tercero por tipo de carrera: para montar; mientras que en el caso del camello bactriano doméstico los tipos se van a ver clasificados únicamente por la ubicación geográfica en la que se encuentren; y para el camello bactriano salvaje no hay razas, ya que este es único.

No existe una clasificación única y específica sobre las razas de camellos, ya que dentro de los diversos estudios que se han elaborado y documentado, se han enfocado en los tipos de camellos, acorde a sus ubicaciones geográficas, color de pelo y nivel productivo.

La clasificación por país de origen es la que cuenta con mayor investigación y se destacan las siguientes razas en Kenia: Turkana, Rendile, Gabbra y Somalí con 4 subtipos: : Siftarr, Hoor, Gelab y Aidimo (Oselu *et al.*, 2022), India: Bikaneri, Jaisalmeri, Kachchhi, Mewari, Mewati, Malwi, Marwari y Kharai (Dziegelewska & Gajewska, 2018), Egipto: Sudani, Falahi, Magabré y Somalí(El-Seoudy *et al.*, 2008; Alaskar *et al.*, 2021), Túnez: Gueoudi y Guiloufi (Burger *et al.*, 2019), Arabia Saudita: Majahem, Wadih, Homor, Sofor, Shaele, Aouadi, Saheli, Awrk, Hadhana, Asail, Zargeh y Shageh (El-Hanafy *et al.*, 2023), Marruecos: Guerzni, Marmour, Khouari y Jebli (Burger *et al.*, 2019;Alaskar *et al.*, 2021), Argelia: Targui, Chaambi, Ouled Sidi Cheikh, Ait Khebbach, Camello Steppe, Saharaoui, Targui, Ajjer, Reguibi y Ftouh (Moula, 2023), Mauritania: Aftout, Pío y Reguebi (Volpato *et al.*, 2017; Burger *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2022) Pakistán: Kohi, Rodbari, Pishen, Campbelpuri, Larri y Brahvi (Alaskar *et al.*, 2021), Sudán: Anafi, Bishari, Butana,

Kabbashi, Kenani, Lahwee, Maalia, Maganeen, Rashidi, Shanbali y Kenani (Alaskar *et al.*, 2021) Etiopía: Agoweyn, Ayuune, Jijiga, Hoor, Gelleb, Aiden, Amibara, Mille, Liben, Shinille y Borena (Mirkena *et al.*, 2018; Alaskar *et al.*, 2020; Alaskar *et al.*, 2021), China: Alashan, Sunit, Qinghai, Tarim, Zhungeer y Mulei (Burger *et al.*, 2019), Kazajstán: Oral bokeilik, Kyzylorda y Ongtüstik-Kazakhstan (Akhmetsadykova *et al.*, 2022), Mongolia: Hos Zogdort, Galbiin Gobiin Ulaan, Camello nativo de Mongolia y Haniin Hetsiin Huren (Otgonsuren *et al.*, 2022) y Rusia: Kalmyk (Burger *et al.*, 2019).

5.3. Distribución Mundial

Una vez que se logró su domesticación, en el caso de los dromedarios en la Península Arábiga, un grupo de estos viajó a Mesopotamia y desde allí se lograron introducir por el noroeste de África cruzando la península del Sinaí, otra probable ruta por la que los dromedarios se introdujeron en África se sabe que fue mediante su traslado por vía marítima desde el sur de la Península Arábiga cruzando el Golfo de Adén hasta África Oriental o incluso un poco más al norte a través del Mar rojo a Egipto (Burger *et al.*, 2019).

Los camellos bactrianos domésticos y los dromedarios actualmente se encuentran distribuidos en distintos países de Asia Central como son: Mongolia, China, Kazajstán, el noroeste de Afganistán, Rusia, Crimea y Uzbekistán. De igual forma se logran encontrar algunas poblaciones en el norte de Pakistán, Irán, Turquía e India. La mayor cantidad de esta especie de camellos se localizan albergados en China, principalmente en: Mongolia Interior, Xinjiang, Qinghai y Gansu. (Burger *et al.*, 2019). Esto abarcando a ambas especies y específicamente los dromedarios se encuentran también en las Islas Canarias y en algunas zonas del continente australiano (Zarrin *et al.*, 2020).

En el caso de los camellos bactrianos salvajes, se encuentran en zonas aisladas, debido a los diferentes factores por los que se ha visto afectada su población y por lo que se encuentra catalogada como una especie en peligro crítico, hoy en día su distribución se sitúa únicamente en cuatro ubicaciones a nivel mundial, de las cuales tres se encuentran en China, dos son zonas desérticas como: el desierto de Taklamakan y Gashun Gobi y la tercer ubicación es una zona montañosa de Arjin en la región del lago Lop Nur y la

cuarta ubicación es en Mongolia siendo un área estrictamente protegida (Burger *et al.*, 2019; Zarrin *et al.*, 2020).

Mientras tanto al sur del continente americano, los guanacos cuentan con una distribución muy variada, esto debido a que se adaptan a diferentes tipos de climas como: áridos, semiáridos, montañosos, esteparios e incluso en bosques templados, y gracias a su organización social logran obtener una amplia distribución, principalmente en la época reproductiva, en donde se dividen en diferentes grupos: familiares territoriales, machos territoriales (adultos que defienden un territorio sin hembras), hembras (adultas, crías de un año y crías de ambos sexos, sin la presencia de un macho adulto), individuos solteros (machos adultos y jóvenes de un año) y mixtos individuos de ambos sexos y diferentes edades; Yacobaccio, 2021; Taraborelli *et al.*, 2019).

Las vicuñas únicamente se encuentran distribuidas en grandes altitudes, es decir, por encima de los 3,400 metros, en los países de Bolivia, Perú, Argentina y Chile, ya que están adaptadas únicamente a pastizales abiertos y estepas, a pesar de esto, tienen preferencia a pastar en humedales o pantanos húmedos. Esta especie vive en grupos solteros y familiares, que en este caso estarán compuestos por tres o cuatro hembras, dos crías y un macho (Yacobaccio, 2021).

Las llamas después de su domesticación se trasladaron a los valles interandinos más bajos y hace 1400 años se criaba en la costa norte de Perú y Ecuador, actualmente al igual que el guanaco se ha logrado adaptar a un amplio número de climas, por otra parte, las alpacas, su hábitat está más restringido a los bofedales (humedal o pradera) de Perú, Bolivia y norte de Chile, en la actualidad ha sido reintroducida recientemente en Cajamarca (Perú) y normalmente se encuentran distribuidas cerca del lago Poopó, Bolivia y algunas poblaciones pequeñas en el norte de Chile, noroeste de Argentina y al sur de Ecuador (Figura 3; Wheeler, 2012; Yacobaccio, 2021).

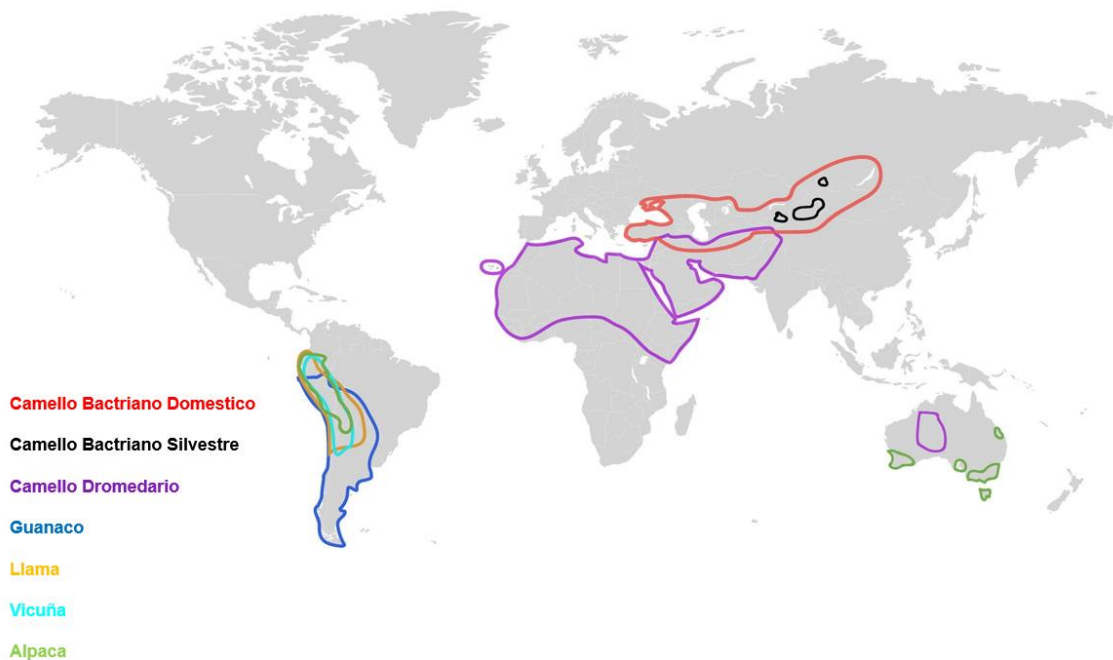


Figura 3. Distribución geográfica de las diferentes especies de camélidos.

Modificado: Zarrin *et al.* (2020).

5.4. Población

Durante la historia, los camélidos han abarcado diferentes territorios geográficos, sin embargo, se ha dejado de lado la conservación y preservación de estas especies ya que, con el incremento de la población humana y el aumento de la oferta y demanda de los diferentes productos derivados de otras especies (ovino, caprino, bovino, porcino) se han tenido que encontrar nuevas opciones para cubrir sus necesidades diarias.

Existen varios factores por los que es complicado tener un número exacto de camellos en el mundo, uno de ellos es porque es un animal que pertenece a pueblos nómadas y pastores que se trasladan con frecuencia de un lugar a otro y también porque esta especie no está sujeta a la vacunación obligatoria, por lo que, realizar un censo es difícil (Faye, 2015).

Los datos documentados, no distinguen entre los *camelus dromedarius* (una joroba) y *camelus bactrianus* (dos jorobas), la única institución que logra diferenciarlos es la FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación), por lo que estadísticamente, solo

hay datos generales sobre estos camélidos del viejo mundo, solo 46 países a nivel mundial informan que cuentan con población de camellos, de los cuales, 20 entidades se ubican en África, 25 en Asia y uno Europa; hasta el 2015 se tenía un registro de 19.58 millones de dromedarios y 2.42 millones de camellos de dos jorobas, teniendo un total de 22 millones de camélidos del viejo mundo hasta ese año (Awoke & Sisay, 2015; Faye, 2015).

En Etiopía la población de camellos es de 4.8 millones, ya que cuenta con pueblos que se dedican a criarlos: Afar y Somali tienen como tradición la cría de camello desde hace varios siglos, Oromo (dividido en grupos: Karayu, Gabra, Boran y Guji), Kumana e Irob (Mirkena *et al.*, 2018; Kena, 2022).

Se ha mencionado que el aumento de la población de camellos durante las últimas dos décadas es de un 10 a 25 % en Jijiga, Shinile, Mille, Amibara y Gode (Etiopía) mientras que en la zona de pastoreo de Borana el aumento fue del 200% (Kena, 2022).

Mientras tanto, en Somalia tienen una población más alta que ronda en 7.2 millones de camellos, en el caso de Pakistán cuenta con 1.1 millones y se encuentra en el octavo lugar a nivel mundial, la India ocupa el lugar número diez en número de camélidos con 0.38 millones de ejemplares, desde las últimas cinco décadas, la población de camellos ha ido en aumento, principalmente en África, ya que, en esta zona hay una alta demanda de leche y carne de camello, y por el contrario en el continente Asiático ha ido decreciendo incluyendo el país de la India, y es una consecuencia a la disminución de utilización de camellos en trabajos agrícolas, de transporte y a la reducción de pastizales en esta zona (Figura 4; Singh *et al.*, 2017; Faraz *et al.*, 2019; Oselu *et al.*, 2022).

Específicamente los camellos bactrianos tienen una población de 976,400 mil distribuidos en los países de: Mongolia (435,000), China (323,000), Kazajstán (194,000), Uzbekistán (18,000) y 6,400 ejemplares en Rusia (Zarrin *et al.*, 2020).

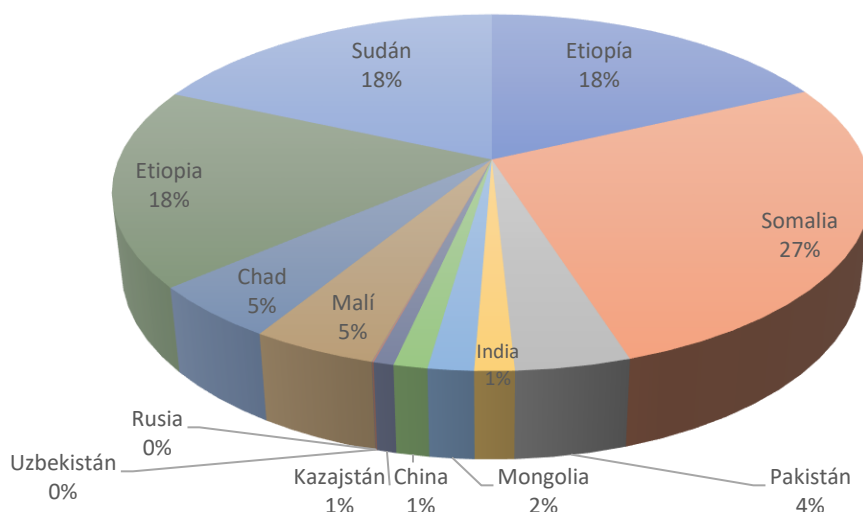


Figura 4. Población de camellos en los países de Asia y África

Modificado: Faye, (2015); Singh *et al.*, (2017); Mirkena *et al.*, (2018); Kena, (2022); Oselu *et al.*, (2022); Faraz *et al.*, (2019); Zarrin *et al.*, (2020)

La FAO indica que hasta el 2020 la cifra de camellos en todo el mundo es de 40 millones y se podría convertir en hasta 60 millones en los próximos 25 años, siempre y cuando la tendencia de aumento de población continúe como hasta ahora (Figura 5); el 60 % los camellos domésticos se localizan en países del este de África: Somalia, Sudán, Kenia y Etiopía; se tiene registro de un crecimiento de la población de estos camellos anualmente de 2.1 a 3.07% (Singh *et al.*, 2017; Faye, 2020; Alaskar *et al.*, 2021; Khalafalla *et al.*, 2021; Kena, 2022).

Se han hecho análisis en los que se lograron identificar cinco tipos de crecimiento de las poblaciones de camellos el primero: Países con crecimiento negativo (aquellos que tuvieron una disminución anual media de -0.85%): Asiáticos (China, India, Mongolia y Afganistán), Medio Oriente (Irán, Irák, Israel, Jordania, Líbano, Kuwait y Turquía) y el norte de África (Egipto, Libia, Marruecos, y Senegal); el segundo: son países con un aumento de población regular (con aumento medio de 1.77% anual): parte norte y occidental de África (Argelia, Túnez, sur de Marruecos, Mauritania y Burkina Faso), el cuerno de África (Sudán, Etiopía y Somalia) y en Asia (Pakistán y Bahrein); el tercero:

son países con un aumento veloz después de una disminución de población de camellos (países con un crecimiento medio anual de 6.05%): Siria y los Emiratos Árabes Unidos; el cuarto son: países con fuerte aumento en la población de camellos después de un crecimiento regular (crecimiento anual de 18.9% con un aumento repentino a partir de 2014): países del Sahel y el cuerno de África (Malí, Níger, Chad, Nigeria, Kenia y Yibuti), Medio Oriente (Qatar y Arabia Saudita) y el quinto son de: crecimiento de la población con un aumento repentino en el Sultanato de Omán después del 2012: duplicación de ejemplares en un periodo de 1976 al 2012, pasando de 134,800 a 242,833 de camellos (Faye, 2015; Faye, 2020).

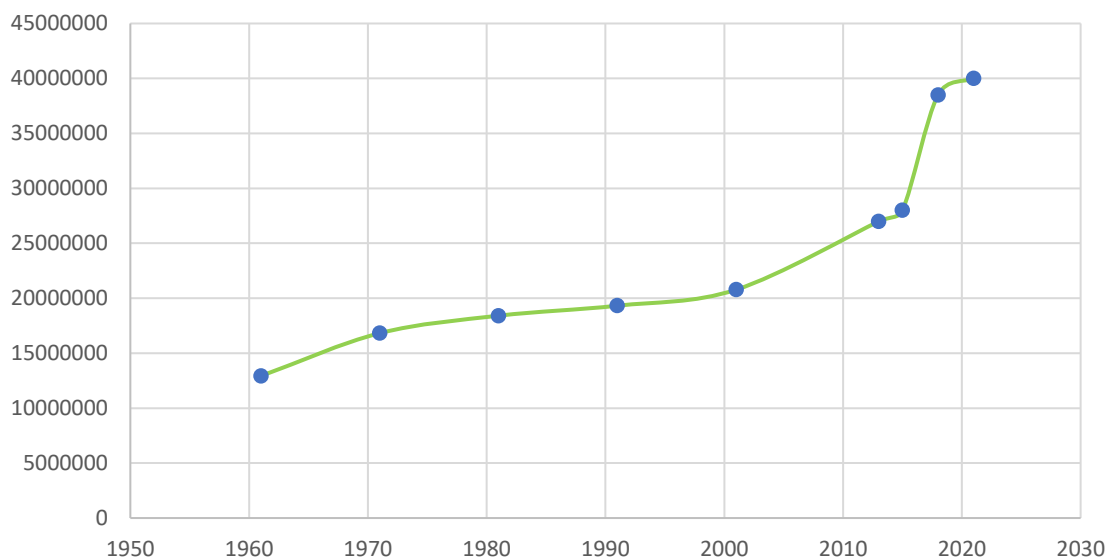


Figura 5. Crecimiento de la población de Camellos a nivel mundial

Modificado: Singh *et al.*, (2017); Mirkena *et al.*, (2018); Faye, (2015); Khalafalla *et al.*, (2021); Kena, (2022).

En el caso de los camélidos del nuevo mundo las investigaciones indican que la población del guanaco, la vicuña que fue introducida en Ecuador en 1989, 1993 y 1999 y tiene una población total de aproximadamente 7,000 individuos a su vez, Ecuador también reintrodujo alpacas y tiene una población de 6,700 ejemplares, y la llama solo en Ecuador cuenta con 10,000 , y son especies que se van a encontrar distribuidas sus mayores poblaciones en Chile, Perú, Argentina y Bolivia (Figura 6; Vilá & Arzamendia, 2020).

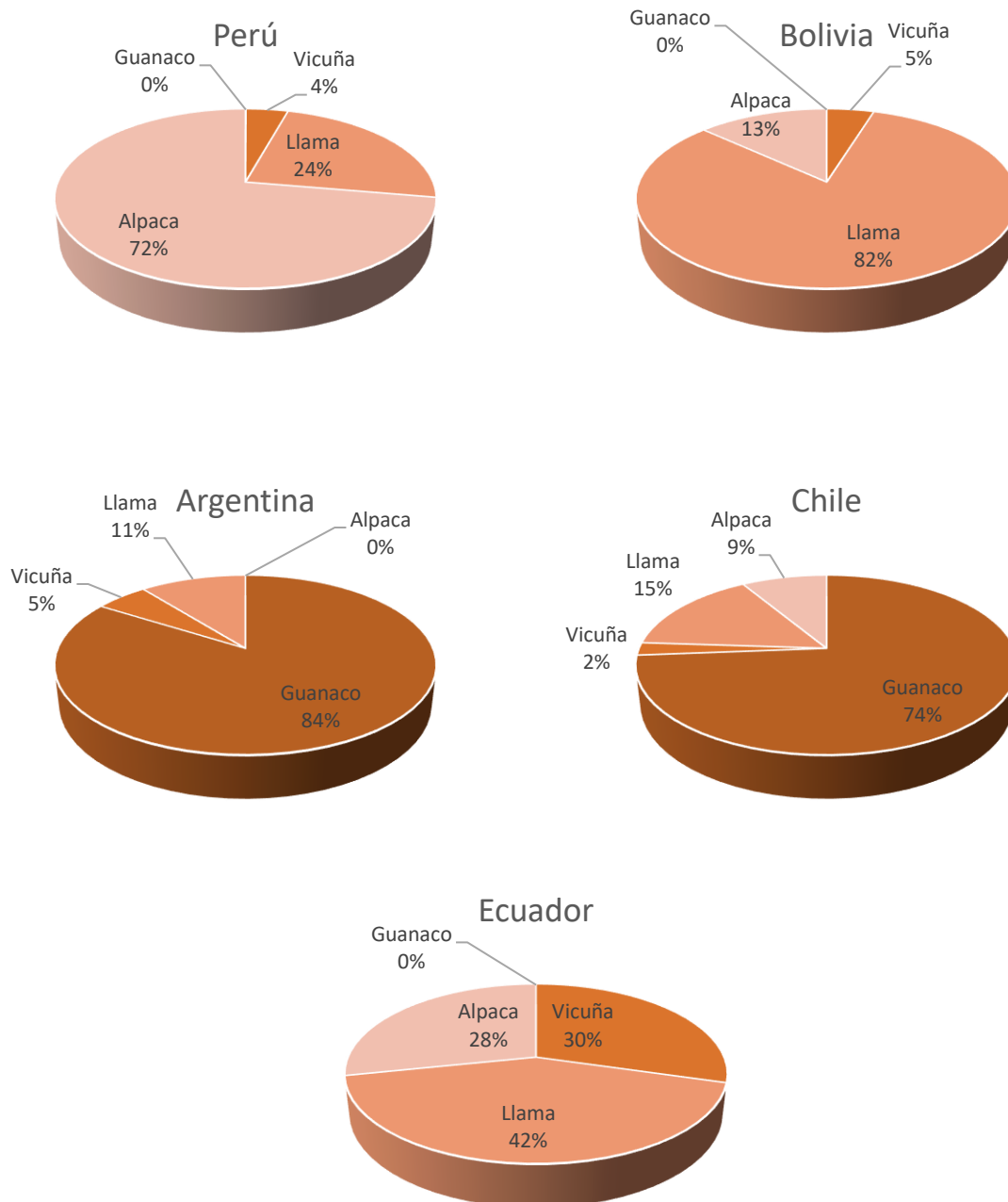


Figura 6. Población de camélidos del nuevo mundo en América del Sur

Modificado: Vilá & Arzamendia, (2020).

Hasta el 2019 se tienen registros de 191,460 alpacas en Estados Unidos y 13,476 en Canadá, esto debido a que han tenido gran popularidad y los utilizan como animales de compañía (Czerwinski, 2019).

En México no existen números exactos de la cantidad de camélidos bajo cuidado humano en todo el país, sin embargo, PROFEPA indica que hay 95 zoológicos funcionando en toda la república, haciendo una estimación estamos hablando que son más de 400 camélidos distribuidos en todo el país bajo cuidado humano profesional (PROFEPA, 2016).

5.5. Fin zootécnico

Los camélidos tanto del viejo como del nuevo mundo han conseguido abarcar gran territorio a nivel global, esto gracias al gran potencial productivo con el que la mayoría de ellos cuenta, ya que desde su domesticación hace 6,000 años, se utilizan para trabajo: físico, transporte y extracción de agua, producción: leche, carne, lana, pelo, piel, estiércol, entretenimiento como: carreras, concursos de belleza, peleas y turismo (Faye, 2016; Alves *et al.*, 2018; Gagaoua *et al.*, 2022).

5.5.1. Producción de leche

La leche de camella con el paso del tiempo ha tenido cambios significativos tanto en su producción como en el consumo, debido a diferentes innovaciones como los sistemas de producción que se han ido intensificando y que son el sustento productivo del cuerno de África; se ha documentado que los camellos en climas desérticos tienen una capacidad de producir mayor cantidad de leche y tienen un periodo más largo de lactancia, incluso que cualquier otra especie de mamífero (Singh *et al.*, 2017).

Fisicoquímicamente la leche de camella va presentar un color blanco opaco, con aroma normal lechoso, un sabor que va de lo dulce a lo salado (dependiendo la alimentación y tipo de forraje con los que son alimentados), tiene una densidad media, cuenta con un pH de entre 6.4 a 6.7 siendo muy similar a la leche de oveja, y tiene una vida útil de 8 a 9 horas a 37 ° C en estado crudo (Kula, 2016; Singh *et al.*, 2017).

Se ha comparado la leche de diferentes especies con la de camello y se sabe que posee un alto valor nutricional (Cuadro 8), tiene altas concentraciones de vitamina C y niacina (vitamina B3), un alto contenido de agua, cuenta con un menor porcentaje de grasa que la de bovino, gracias a que carece de β -lactoglobulina, puede ser consumida por personas que tienen o sufren de alergia a la leche de vaca (Seifu, 2023), pero ambas contienen dos clases principales de proteínas: caseínas (en la leche de camello va representar el 80% w/w del total de proteínas) y proteínas del suero (Ahmad *et al.*, 2010; El-Hanafy *et al.*, 2023), la composición de la leche de diferentes especies va variar debido a algunos factores como: raza, etapa de lactancia, intervalo de ordeño, tipo de alimento y clima; sin embargo, en varias partes del mundo pero principalmente en la India se utiliza la leche de camella para tratar algunas enfermedades como: diabetes mellitus, diarrea infantil, hepatitis, intolerancia a la lactosa, autismo, daño hepático, hidropesía, ictericia, tuberculosis, asma y anemia, esos beneficios se deben a moléculas inmunogénicas como la lisozima, lactoferrina y lactoperoxidasa (Singh *et al.*, 2017; Roy *et al.*, 2020).

Cuadro 8. Comparación de los componentes en la leche de diferentes especies (%)

Especie	Agua	Sólidos totales	Grasa	Proteína	Lactosa	Ceniza
Camella	86.6	11.9-15.0	4.33	2.4- 4.2	3.5- 5.1	0.69- 0.9
Vaca	86.2	11.8- 13.0	4.4	3.0- 3.9	4.4- 5.6	0.7- 0.8
Caballo	90.1	9.3-11.6	1.0	1.4-3.2	5.6- 7.2	0.3- 0.5
Oveja	82	18.1- 20.0	6.4	4.5- 7.0	4.1- 5.9	0.8- 1.0
Cabra	87	11.9- 16.3	4.1	3.0- 5.2	3.2- 5.0	0.7- 0.9
Búfalo	83.56	15.7-17.2	6.95	2.7- 4.7	3.2- 4.9	0.8- 0.9
Humano	88	10.7- 12.9	3.8	0.9- 1.9	6.3- 7.0	0.2- 0.3

Obtenido: Ahmad *et al.*, (2010); Kula, (2016); Roy *et al.*, (2020)

Dentro de las proteínas que componen la leche (lactoferrina y lactoperoxidasa) van a tener importancia en el organismo, en el caso de la lactoferrina cuenta con múltiples funciones ya que forma un papel importante en la inmunidad innata contra infecciones

causadas por microorganismos, está proteína varía en la leche dependiendo la especie y en la leche de camella va estar más concentrada en lactoferrina y lisozima, tiene actividad antiviral mayor por las inmunoglobulinas G (IgG), comparándola con algunas otras especies (humano, ovino, bovino y caprino); y la lactoperoxidasa se encarga de la oxidación de sustratos orgánicos e inorgánicos produciendo compuestos derivados con la actividad antibacteriana (Kula, 2016; El-Hanafy *et al.*, 2023).

En la India la leche de camello se consume principalmente cruda, con el paso de los años existe una tendencia de aumento de pastores con unidades de producción pequeñas y medianas para la comercialización de esta leche, principalmente en los estados de Rajastán y Guyarat (Singh *et al.*, 2017).

En otros países como Pakistán sus camellos tienen un alto potencial en la producción de leche, principalmente la raza Marecha que tiene una producción media de leche de 4,179 litros por año, su lactancia va desde los 270 hasta los 540 días y en total su producción va entre los 1,300 y 4,200 litros, se tienen registros de que una camella que tiene un buen consumo de alimento va producir de 10 a 15 litros de leche por día pero en áreas con poco forraje este rendimiento disminuye a solo 4 litros por día (Ahmad *et al.*, 2010).

5.5.2. Derivados de la leche de camella

Así como con la leche de algunos otros animales, con la leche de camella fermentada se ha logrado obtener subproductos que abarcan: leches agrias, queso (kurt), khoya (producto lácteo que consiste en calentar leche hasta condensarse por evaporación), mantequilla, ghee (especie de mantequilla clarificada) y yogur, sin embargo, va depender mucho la zona geográfica donde se elaboren los productos ya que hay algunos que si se producen a nivel global (Cuadro 9; Ahmad *et al.*, 2010; Patel *et al.*, 2022; Seifu, 2023).

5.5.3. Helado

Cuenta con altos aportes de grasa, proteína, vitamina (A, E, riboflavina y niacina), minerales (calcio y fósforo), Algunas zonas con climas cálidos principalmente del Medio Oriente tienen una mayor tendencia al consumo de helado y otros postres congelados, este producto ya se elabora y comercializa en algunos países como: Emiratos Árabes Unidos, Kazajstán y Marruecos (Patel *et al.*, 2022; Seifu, 2023).

Cuadro 9. Descripción de productos elaborados con leche de camella

Producto	País de origen	Descripción del producto	
Shubat	Kazajstán	Se elabora con leche cruda de camello y se agrega una cantidad pequeña de leche fermentada.	
Chal	Turkmenistan	Inoculado de leche cruda de camello con leche previamente fermentada por una técnica de backslopping y se incuba a temperatura ambiente.	
Khoormog	Mongolia	Bebida alcohólica fermentada de forma tradicional hecha de leche cruda de camello.	
Zrig	Mauritania	Bebida de la región del Sahara y es una mezcla de leche, agua y azúcar.	

Labán Emiratos Es un producto tradicional
Árabes Unidos que ahora se elabora con
y países del leche de camella en Dubai
golfo por la empresa
Camelicious.



Obtenido: Seifu, (2023)

5.5.4. Queso

Es un producto elaborado a base de leche fermentada, contiene proteínas, grasa, calcio, fosforo y riboflavina, su producción resulta difícil debido a que la leche de camella tiene una baja coagulación y se necesita un tiempo mayor en comparación con la leche de vaca, de hecho, desde 1980 se comenzó con las investigaciones de la elaboración de queso, y en 2016 se desarrolló un manual con recetas y sugerencias para la obtención de diferentes quesos: seco, crema, especiados y dulces de queso (Konuspayeva & Faye, 2021; Patel *et al.*, 2022; Seifu, 2023).

5.5.5. Leche Pasteurizada

La técnica de pasteurización es la más común en los países donde habitan camellos, y se basan en este proceso por las normas ya impartidas para la pasteurización de la leche de vaca, sin embargo, en el caso de la leche de camella las temperaturas y tiempo para esta técnica son muy variadas, existen datos que indican que la pasteurización se alcanza a los 60°C por 33 minutos, otros nos mencionan que a los 75°C por 15 segundos y uno que es de 63°C por 30 minutos, pero existen empresas privadas en los países de los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Mauritania, Kazajstán, Argelia, Túnez, Marruecos y Níger, que producen y comercializan sus ventas en los mercados locales pero todas tienen diferentes datos para pasteurizar, esto ocurre ya que no hay normas propuestas o impuestas por los gobiernos para este proceso, solo se han ido basando y

apoyado con las normas existentes para la pasteurización de la leche de vaca (Konuspayeva & Faye, 2021).

5.5.6. Leche en Polvo

Existen países como: Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, India y Pakistán, que han adoptado la técnica y tecnología del secado por aspersión para la producción, la elaboración de leche de camello en polvo es aceptable con alta solubilidad y tiene un bajo grado de desnaturalización por esa técnica, ya que tiene la calidad que se desea y tiene una mayor retención de nutrientes, teniendo como ventajas: facilitar la exportación de este producto, proporcionaría un producto de calidad y permitiría una mayor distribución en lugares donde no hay camellos (Figura 7; Konuspayeva & Faye , 2021; Seifu, 2023).



Figura 7. Algunas presentaciones de leche de camello en polvo

Adaptada: Aadvik, Desert Farms, Camelicious & Camel-idée

5.5.7. Mantequilla

La mantequilla de leche de camella es de color blanco y con apariencia cerosa; su elaboración, no es tan fácil como normalmente pasa con la mantequilla hecha a base de leche de vaca, ya que en el caso de la leche de camella tiene varias dificultades para elaborarla entre ellas: tiene una escasa capacidad de cremación, se necesita una gran cantidad de leche para obtener una porción pequeña de mantequilla, al producir crema debe batirse a una temperatura más alta que la de la leche de vaca que va de los 22-25°C (esto para obtener una buena cantidad de mantequilla) en comparación con la de vaca que es de 8 a 12°C, lleva mayor tiempo de elaboración que va de 2 a 3 días entre batir la leche y la difícil extracción de su grasa (Patel *et al.*, 2022; Seifu, 2023).

5.5.8. Yogur

El yogur que se obtiene de la leche de camella va tener poca textura (debido a que se ha probado su elaboración con algunas bacterias lácticas como *Lactobacillus bulgaricus* o *Streptococcus thermophilus*, *L. acidophilus* y *L. casei*, pero su textura es pegajosa y desagradablemente palatable) pero con una consistencia fina, cabe señalar que dentro de los parámetros de calidad, la textura es de las más importantes ya que al probarlo se determina si tiene una buena sensación palatina; se ha mezclado leche de camella con leche de otras especies para la obtención de yogur pero al finalizarlo se obtiene lo que conocemos como “yogur bebible”, sin embargo, las diferentes investigaciones indican que existe una posibilidad de elaborar el yogur a base de leche de camella, pero debido a los resultados obtenidos de las investigaciones ya realizadas, la información sigue siendo deficiente y contradictoria ya que, los protocolos no están bien establecidos y es necesario que lo estén para tener mejores procedimientos de producción y mejoras en los parámetros de calidad (Konuspayeva & Faye, 2021; Seifu, 2023).

5.5.9. Otros productos

Y existe otra implementación de la leche de camella no solo en alimentos sino en productos de uso personal como: jabones y cremas cosméticas, tiene un amplio mercado en diferentes países (Marruecos, Mauritania, Arabia Saudita, India, Holanda, China, Australia), principalmente en Asia se comercializan diferentes productos cosméticos: lápices labiales y humectantes, champús y lociones, con el objetivo de aprovechar las características de la leche de camella tales como proteínas hipoalergénicas, por otra parte elaboración de chocolate, con reportes de buena aceptación por parte de los consumidores, una barra de chocolate es alta en vitaminas y minerales: zinc, hierro, potasio, magnesio y vitamina C (Konuspayeva & Faye , 2021; Seifu, 2023).

5.5.10. Carne

Los camellos adultos presentan diversa calidad de la carne, dependiendo de su peso vivo y a su vez de la raza, sexo, edad y estado nutricional, el peso para abastecer la producción de carne va desde los 300 a 700 kg, la calidad de la carne va depender de la edad del ejemplar, por lo que así como con otras especies, se utilizan animales jóvenes para el consumo; se ha clasificado este tipo de carne como una de las mejores que existen, esto principalmente por su sabor ya que, como referencia al probarla sabe a una carne de res de primera calidad; cabe destacar que solo en la zona de Pakistán está permitido el sacrificio de camellos para cubrir las necesidades del consumo de carne por lo que, diariamente se sacrifican entre 70 y 75 animales en diferentes rastros, sin embargo en África Oriental no hay un crecimiento en consumo y venta de esta carne, por ello practican la exportación a otros países: Egipto, Libia y Arabia Saudita, pero esta especie no es utilizada ni sacrificada para consumo doméstico (en esos países), únicamente cuando ocurren o hay festividades con fines culturales y tradicionales e incluso cuando sufren algún accidente con heridas graves es que se puede realizar el sacrificio (Ahmad *et al.*, 2010; Mirkena *et al.*, 2018).

5.5.11. Pelaje y Piel

La producción anual de pelo por animal de ente 1 a 3 kg, este se utiliza para la elaboración de cuerdas, bolsos, alfombras y mantas, mientras que su piel es utilizada para producir zapatos y montura, eso en el caso de los camellos sin embargo en el caso de los dromedarios su piel es de media calidad y se utiliza para la fabricación de látigos, recipientes para agua y leche (Ahmad *et al.*, 2010).

Su lana se va desprender al final del invierno, el camello va frotarse contra árboles y algunos arbustos para retirarla de su cuerpo, en China se utiliza para confeccionar telas, edredones y colchones, ya que al año se tiene una recolección de hasta 1,500 toneladas de lana, y el pelo que tiene un poco más largo, se trasquila para elaborar cuerdas, en el caso del dromedario su pelo se utiliza para confeccionar ropa, tiendas de campaña, batas, hilo (Figura 8) alfombras, mantas y cinchas para sillas de montar (Khomeiri & Yam, 2015).

5.5.12. Carga

Los camellos en África oriental son utilizados como animales de carga y para montar, también se utilizan como animales de tiro en Etiopía; en otras zonas se utilizan para impulsar molinos de aceite, operar ruedas hidráulicas o para la extracción de agua de pozos, otro fin zootécnico son el transporte de: agua, leña y productos comerciales, cabe destacar que únicamente se utilizan camellos machos para estas actividades (Khomeiri & Yam, 2015; Mirkena *et al.*, 2018).



Figura 8. Hilo de lana de camello

Khomeiri & Yam, (2015)

5.5.13. Lucha

Dentro de sus fines deportivos en Turquía se utilizan camellos para las luchas que son una tradición desde su historia, se realizan cada año en la época de invierno, y es un deporte familiar, es decir, acuden mujeres, hombres e incluso niños; los camellos luchadores, llevan un entrenamiento durante todo el año, los eventos son publicados por diferentes medios de comunicación: internet, teléfono o carteles (Yilmaz, *et al.*, 2015).

En estas peleas, no hay ningún tipo de arreglos, trampas ni apuestas, sino que incluyen varios elementos como actividades comerciales, costumbres y tradiciones, rituales especiales, música y danza, por lo que, un día antes de la lucha se organiza un desfile en donde los ciudadanos observan a los camellos con diferentes adornos y vestidos con túnicas; ese mismo día pero en la noche se hace algo conocido como “Noche de las Alfrombras” en donde se reúnen los camellos que desfilaron y se hace un entrenamiento que dura hasta la media noche, y se elige a los luchadores, además de que se realiza

una subasta donde ofrecen una alfombra tejida a mano con lo que se busca la recuperación de los costos de la lucha, al día siguiente luchan aproximadamente entre 100 y 150 camellos lo que equivale a unas 50 a 75 luchas y cada una tiene una duración de 10 a 15 minutos (Figura 9; Yılmaz & Ertuğrul, 2015).



Figura 9. Lucha de camellos en Turquía

Tomado: Faye, (2020)

5.5.14. Carreras

Son un deporte tradicional en los países árabes y son muy populares, con una atracción turística de impacto cultural, patrimonial y socioeconómica, los dromedarios tienen una velocidad promedio de hasta 40 km/hr y en el caso de los camellos bactrianos es de hasta 27 km/hr, la complejidad de los camellos es importante ya que entre más delgados sean, con cuerpo corto y patas largas serán más rápidos (Khomeiri & Yam, 2015; Khan *et al.*, 2022).

5.5.15. Camélidos Sudamericanos

Los camélidos sudamericanos son considerados como patrimonio biocultural andino, debido a que tienen diferentes fines zootécnicos con beneficios materiales y no materiales para los humanos, estas especies van a tener una producción y enfoque relacionado a la industria textil, cárnica y como mascota (Vilá & Arzamendia., 2022; Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.15.1. Fibra capilar

5.5.15.2. Alpaca

Los sistemas de producción de esta especie en Perú, en su mayoría son de productores de bajos recursos, con sistemas extensivos donde sus rebaños son mixtos (ovinos y llamas); por ello, hay una escasa utilización de tecnologías para un mayor aprovechamiento de los animales (Quispe *et al.*, 2009).

Existen varios beneficios de la utilización de la fibra capilar de esta especie, ya que no causa alergias, es inflamable, tiene buena elasticidad y es suave, con ella se produce vestimenta, cabe destacar que cuenta con una capacidad de absorción de humedad de 10 a 15% lo que ayudara a mantener la temperatura corporal; la mayor parte de esta fibra es de color blanco, con lo que permite teñirla fácilmente mientras que pequeñas porciones del resto son de fibras mas finas y pueden ser de 23 tonalidades diferentes pueden ir de blanco a colores cremosos, marrón, gris, plata y negra, varias investigaciones demuestran que los machos tendrán una mayor producción de fibra y el peso del vellón ira en aumento, una de las dos razas de esta especie (Huacaya) va tener una producción anual de 25 kg (Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.15.3. Llama

Sus sistemas de producción son pequeños y con productores de bajos recursos tanto económicos como naturales, teniendo problemas de subsistencia ya que explotan las

praderas, pero con cantidad de animales que sobrepasan la capacidad sin un equilibrio (Quispe *et al.*, 2009).

Sus fibras son utilizadas para la elaboración de alfombras y vestimenta de protección, debido a que las fibras son muy resistentes y ayudan a la resistencia contra el frío, el procedimiento para obtener estas fibras es trasquilar una vez cada dos años a los animales, se limpia y se separa por color, en promedio su lana tiene un rendimiento de hasta 2 kg por animal al año, contando con variedad de colores (negro, marrón y blanco) con ella se elaboran bolsos, mantas y ropa (Khomeiri & Yam, 2015; Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.15.4. Vicuña

Existen solo ciertas poblaciones de vicuñas que se pueden utilizar para su aprovechamiento y se encuentran mencionadas en el CITES en el apéndice II, y su fibra debe ser obtenida de animales vivos, de ahí se clasifican en tres sistemas de aprovechamiento: en cautiverio, vida silvestre y semi cautiverio (Quispe *et al.*, 2009).

Es la primera fibra preciosa del mundo, son super finas y tupidas, esto se debe a que en vida silvestre normalmente habita en temperaturas bajas y su pelaje le permite mantener su temperatura; tiene una lana que mide entre 2 y 3 cm de largo; cada dos años los animales producen 200 gr de fibra de los cuales rinde solo 150 gr, gracias a eso se permite realizar una actividad llamada “Chaccus” que consiste en capturar y trasquilar (lomo, grupa, costados y cara externa de las patas) a las vicuñas silvestres, y es un acto que se realiza desde la época prehispánica (Khomeiri & Yam, 2015; Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.15.5. Guanaco

Las actividades de exportación de productos y subproductos, de guanaco se restringen únicamente a la utilización de la fibra que se obtiene de animales vivos siguiendo una

serie de normas estrictas y que estipulan el monitoreo de la especie durante su captura y trasquila y su caza está prohibida (Quispe *et al.*, 2009).

La fibra de esta especie es muy preciada en la industria textil, por el grosor que es similar al de la vicuña, su precio es elevado, debido a que es suave al tacto, su color va de marrón claro a oscuro amarillento, su producción va de 300 a 500 gr (Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.16. Carne

La llama y la alpaca son dos especies de importancia económica, social y cultural, sus sistemas de producción son tradicionales en Sudamérica, empleando pastoreo libre en grandes pastizales; mientras que en el caso del guanaco ya comienza con su producción y exportación de su carne a la Unión Europea, pero, solo existe un estudio que habla sobre su calidad por lo que las revisiones se enfocan en la llama y alpaca (Popova *et al.*, 2021).

Es una muy buena fuente de proteína, hierro y zinc, es baja en grasa y colesterol; el consumo de carne de camélidos sudamericanos se ha popularizado y es consumida hoy en día, ya sea fresca o deshidratada, su calidad va depender de la edad en que son sacrificados los ejemplares, por lo que es conveniente y óptimo que sea entre los 36 y 44 meses, ya que entre más jóvenes su conformación será menor y el peso será bajo, el rendimiento a la canal es alto y es de hasta 55% en el caso de las alpacas y de las llamas es de 57%, sin embargo, hay ciertas problemáticas para la producción y comercialización de carne y es la presencia de sarcoquistes macroscópicos de *Sarcocystis aucheniae* (Figura 10) lo que su consumo podría traer como consecuencia al consumidor diversos problemas de salud como: gastroenteritis y diarrea (Aviles-Esquivel *et al.*, 2018; Zarrin *et al.*, 2020).



Figura 10. Sarcoquistes macroscópicos de *Sarcocystis aucheniae* en llama

Tomada: More *et al.*, (2016)

5.5.17. Mascotas

Conforme transcurren los años, la sociedad va teniendo una mayor visión en cuanto a las ventajas de tener una llama como mascota, solo que, en términos económicos de su alimentación, se estima que es algo similar o proporcional a la de un perro adulto, y se debe tener como restricción mantener separados machos y hembras ya que, su apareamiento es frecuente (Aviles-Esquivel *et al.*, 2018).

5.5.18. Leche

La producción de leche en camélidos sudamericanos tiene un promedio por día de 62 ml por animal, dentro de las características que tiene este producto en el caso de la alpaca es que presenta mayor contenido de proteína y ceniza en relación con otros camélidos y

la leche de llama va a tener un alto porcentaje de lactosa, pero ambas van a tener alta calidad de nutrición, siendo una opción mas como alimento para los humanos en el Sur de América (Cuadro 10; Polidori *et al.*, 2021).

Cuadro 10. Composición de la leche de camélidos del nuevo mundo

Especie	Grasa	Lactosa	Proteínas	Ceniza	Materia Seca
Alpaca	3.8	6.9	4.4	1.7	16.8
Llama	4.7	5.93	4.23	0.74	15.6
Vicuña	4.58	7.43	3.47	-	-

Obtenido: Polidori *et al.* (2021)

5.6. Adaptación ambiental

5.6.1. Camélidos del nuevo mundo

Estos camélidos tuvieron un proceso de adaptación a su entorno por medio de diferentes mecanismos (morfológicos, biológicos y de comportamiento), lo que les ha ido permitiendo vivir en condiciones no optimas, tanto que se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta una altura de 5,200 metros (Aviles-Esquivel *et al.*, 2018). Tal como la vicuña que habita en llanuras con grandes altitudes y requiere de condiciones húmedas (Casey *et al.*, 2018). Al igual que el guanaco que se encuentra en ecosistemas con estepas y pastizales, es experto en altitudes, con un clima estacional, así como inviernos secos o nevados, temperaturas incluso bajo cero, vientos de intensidad moderada a alta con bajas precipitaciones (Baldi *et al.*, 2016; Casey *et al.*, 2018; Taraborelli *et al.*, 2019).

5.6.2. Camélidos del viejo mundo

Los camellos presentan una buena adecuación fenotípica a climas cálidos y áridos, debido a que tiene un alto potencial para sobrevivir a condiciones de sequía gracias a sus mecanismos fisiológicos; debido a los diversos problemas ambientales (cambios de

clima y altas temperaturas) se ha considerado al dromedario como uno de los animales con mayor adaptación a superar estas problemáticas, ya que hay un aumento de lugares que se están convirtiendo en desiertos, este ejemplar tiene la capacidad de sobrevivir y lograr ser la mejor fuente de producción ganadera (Tadesse *et al.*, 2014; Khomeiri & Yam, 2015; Orlando, 2016; Gagaoua *et al.*, 2022; Kena, 2022).

5.7. Hábitos alimenticios y Nutrición

5.7.1. Nuevo Mundo

Al ser especies que se encuentran en América del Sur deben tener una alimentación y nutrición específica, ya que normalmente en vida silvestre no reciben concentrados o suplementos, pueden alimentarse en vida libre con plantas, hierbas nativas y pastos (Vilá, 2016).

5.7.1.2. Guanaco

Son herbívoros y tanto la vigilancia como la búsqueda de alimento abarcan casi el total de su tiempo de actividad (diurno) en el desierto y ramonean cuando es necesario, esto tanto para machos y hembras que viven en grupos familiares, mientras el grupo va en aumento, el tiempo de búsqueda de alimento aumenta de la misma manera, y gracias a ese comportamiento de búsqueda de alimento y sus adaptaciones digestivas lo han convertido en el herbívoro dominante de matorrales y estepas en Sudamérica, a su vez, hay un aumento en la vigilancia colectiva contra los depredadores, ya que su principal depredador en vida silvestre son los pumas (*Puma concolor*) y el zorro andino (Gonzalez *et al.*, 2006; Baldi *et al.*, 2016; Casey *et al.*, 2018; Taraborelli *et al.*, 2019).

El guanaco se considera una especie importante en zonas de estepas, y pastizales ya que son selectivos, es decir, que sus dietas deben de incluir proporciones grandes tanto de pastos como arbustos; al igual que las ovejas, van a tener mayor preferencia de forraje, pueden incluir hasta cien especies de plantas (Baldi *et al.*, 2016), debido a que

van a representar el 80 % de su dieta, algunas de ellas y se podría decir que las principales son: *Acaena sp*, *Achillea millefolium*, *Arjona patagónica*, *Blechnum penna-marina*, *Callitriche sp.*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium arvense*, *Erodium cicutarium*, *Gunnera magellanica*, *Osmorhiza sp.*, *Plantago Sp.*, *Ranúnculo sp.*, *Rumex crispus*, *Verónica serpyllifolia*, *Viola sp.* y *Rubus geoides* (Muñoz & Simonetti, 2013), en la Patagonia hay dos especies de gramíneas (*Hordeum comosum* y *Poa pratensis*) que representan el 40% de la dieta para ambas especies (guanacos y ovinos), por lo que van a cumplir un rol fundamental en los ecosistemas de distribución en América del sur (Soler *et al.*, 2013; Baldi *et al.*, 2016; Vilá, 2016).

5.7.1.3. Vicuña

Es un herbívoro que logra adaptarse a diferentes fuentes de alimentación, su actividad principal es el pastoreo, puede incluir en su dieta: arbustos, hierbas y pastos, es una especie sedentaria ya que hasta la fecha no hay un registro de que migren otro sitio geográfico (Acebes *et al.*, 2018).

Su actividad es dependiente y determinante acorde a la cantidad de agua que ingiera ya que necesita beber todos los días, tienen preferencia por un cierto territorio alimenticio caracterizado por gramíneas como *Calamagrostis* y *Festuca*; y es muy extraño que lleguen a consumir pastos amacollados únicamente lo hacen cuando ya es muy necesario el consumo alimento (Wheeler, 2006; d'Arc *et al.*, 2000).

5.7.1.4. Llama y Alpaca

Ambas especies tienen una alimentación que se caracteriza por el pastoreo en zonas de 4000 metros de altura, en promedio pastorean hasta 10 horas al día en un horario de 8:30 a 18:00 horas, en el que ingieren la cantidad suficiente de pastos naturales ya sean de crecimiento bajo o postrado (pasto de puna seca) que cuentan con muy pocos espacios con agua y en Perú son llamados "Occonal" o humedales (Cano, 2009).

La alimentación de la llama se basa en pastoreo en las diferentes zonas donde se encuentra, consta de un 98% de esas zonas están compuestas por forrajes nativos y el otro 2% por especies introducidas (Quispe & Maydana, 2020).

La alpaca es una especie que le gusta pastar forrajes suculentos que se encuentren en pantanos o lugares húmedos, pero que de igual forma utiliza pastos y arbustos más secos para alimentarse (Niehaus, 2022). Ya que viven en altitudes superiores a los 3.800 metros, cuentan con climas semiáridos en donde existe una estación seca que abarca los meses de: mayo- noviembre se alimentan de pastos cortos y una estación húmeda: diciembre- abril, se alimentan de pastos altos, hierbas y hojas, debido a esas condiciones climatológicas, se ven en la necesidad de buscar plantas fibrosas (altas en carbohidratos estructurales), cabe destacar que durante la época seca las plantas se vuelven más lignificadas, lo que provoca que tengan mayor dificultad de digestión (Vater & Maierl, 2018).

5.7.2. Viejo Mundo

Estos camélidos se pueden alimentar con heno (de buena calidad o mixto) y leguminosas, no necesitan suplementos alimenticios a base de concentrados únicamente cuando están en crecimiento (etapa juvenil), son utilizados para el trabajo o que se encuentren lactando (Miller *et al.*, 2014).

5.7.2.1. Dromedario

Es una especie que se caracteriza por sobrevivir hasta una semana sin tomar agua y con pérdidas de líquidos de hasta 30%, en su joroba almacena hasta 35 kg de grasa, esto ayudara a soportar diferentes condiciones limitantes principalmente ambientales (Orlando, 2016; Mirkena *et al.*, 2018). La disminución en el consumo de agua se debe a que tiene la capacidad de reducir las pérdidas de agua de diferentes formas: cutánea (tiene una sudoración limitada), respiratoria (no jadean), digestivo (disminución de la

secreción de saliva) y urinario donde habrá una reducción en la producción de orina con una concentración mayor (Ouajd & Kamel., 2009).

Su actividad principal durante el día se basa en el ramoneo, tienen preferencias por algunas plantas tales como: *Opuntia* y *A. brevispica* (Dereje & Udén., 2005).

5.7.2.2. Camello

Especie que no tiene una competencia por el alimento con otros animales y el consumo de este es menor, tiene una resistencia ante la deshidratación por periodos de camino largos en el desierto donde evidentemente el agua es escasa, puede ingerir agua salada e incluso pueden consumir arbustos salados (esto en ambas especies), aunque en el caso de los camellos bactrianos domésticos no siempre beben ese tipo de agua, únicamente en verano, debido a la baja rotación de agua con la que cuentan les ayuda a que puedan pastar lejos de cualquier lugar de donde obtengan agua y reponer sus pérdidas en poco tiempo, la ingesta de agua se puede ver afectada por varios factores uno de ellos es el clima y otro por el alimento (Ahmad *et al.*, 2010; Khomeiri & Yam, 2015).

En condiciones desérticas, esta especie se alimenta de arbustos y subarbustos, y por plantas herbáceas, como las gramíneas y cebollas, algunos forrajes alternativos se consumen durante el periodo de tiempo en el que hay fases de vegetación en el desierto (Abaturov *et al.*, 2018).

Tiene preferencias por algunas plantas como: Saltwort, ajeno (*Artemisia absinthium*), *Aristida pungens* (*Aristida pungens*) es una planta resistente, aunque en primavera se seca y únicamente está disponible en cinco meses del año, *Aristida plumosa* (*Aristida plumosa*) y *Panicum turgidum* (*Panicum turgidum*), la abundancia de estas plantas hace que los camellos ignoren tallos, hojas y flores (Khomeiri & Yam, 2015; Tleumuratov & Kaliev, 2023).

5.8. Anatofisiología del aparato digestivo

El sistema digestivo está constituido por un tubo muscular con revestimiento de una membrana que comienza desde la boca y finaliza en el ano, teniendo como funciones principales la prensión, masticación, digestión, absorción de alimentos y la eliminación de desechos (Rowen *et al.*, 2013).

5.8.1. Labios

Externamente están cubiertos por piel con vellosidad, en el caso de los camélidos cuentan con un labio superior partido, un labio inferior colgante y son muy gruesos esto les ayuda a ingerir mejor los arbustos espinosos que crecen en el desierto sin que sufran alguna lesión, mientras que en los pequeños rumiantes el labio superior cuenta con un surco profundo en la línea media, están inervados por fibras sensoriales lo que hace que tengan mayor sensibilidad (Cuadro 11; Rowen *et al.*, 2013; Soliman, 2015; Boukerrou *et al.*, 2023).

5.8.2. Dientes








Tanto los pequeños rumiantes y los camélidos del viejo mundo son denominados difiodontos, esto quiere decir que conforme a su crecimiento desarrollan una serie de dientes temporales, posteriormente se caen y surgen los dientes permanentes (Cuadro 12; Bello *et al.*, 2013; Rowen *et al.*, 2013).

5.8.3. Lengua

Está conformada por músculos (intrínsecos) y se encuentra cubierta por una membrana, cuenta con papilas filiformes, fungiformes (se encuentran en todos los animales domésticos) y valladas (caracterizan principalmente la lengua de los camélidos, tiene entre 5 y 7 de cada lado), y cuentan con una lengua pequeña, pero con buena movilidad,

aunque difícilmente sobresale de la boca, no tiene participación en la prehensión del alimento (Wilson, 1984; Fowler, 2011; Rowen *et al.*, 2013; Elhassan *et al.*, 2022).

Cuadro 11. Diferencias entre los labios de camélidos y rumiantes

Camélidos	
Especie	Labios
Camello/Dromedario	
Alpaca	
Llama	
Guanaco	
Vicuña	
Rumiantes	
Ovino	
Bovino	

Obtenido:

Cuadro 12. Cavidad Oral en los diferentes camélidos, ovino y caballo

Especie	Descripción de incisivos	Formula Dentaria Permanente
Camélidos del Nuevo Mundo		
Guanaco	Anchos, forma de espátula, no continúan creciendo una vez que proliferan y el esmalte rodea su corona.	
Vicuña	Largos, estrechos, tienen un crecimiento durante toda su vida. Es un ungulado con incisivos de raíz abierta (adaptados para pastar hierbas y pastos)	(Incisivos (I) 1/3, Caninos (C) 1/1, Premolares (P) 1-2/1-2, Molares (M) 3/3) 2= 28-32
Llama	Anchos, forma de espátula, no continúan creciendo una vez que proliferan y el esmalte rodea su corona.	
Alpaca	Alargados con crecimiento hasta la edad adulta, presentan esmalte solo en área vestibular.	



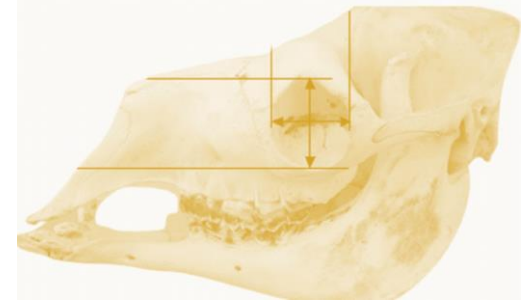
Camélidos del Viejo Mundo

Camellos
bactrianos

Cuentan con coronas en forma de
cincel.

Dromedarios

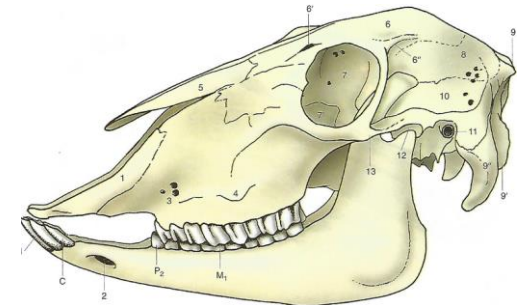
(Incisivos (I) 1/3, Caninos
(C) 1/1, Premolares (P) 3/2,
Molares (M) 3/3) 2 = 34



Ovino

Son cortos (braquidontes) carece de
incisivos en la arcada dentaria
superior.

Rumiantes
(Incisivos (I) 0/4, Caninos
(C) 0/0, Premolares (P) 3/3,
Molares (M) 3/3) 2 = 32



Bovino

Tienen forma similar a una espátula o
pala, los incisivos temporales son
más pequeños que los permanentes

(Incisivos (I) 0/4, Caninos
(C) 0/0, Premolares (P) 3/3,
Molares (M) 3/3) 2 = 32



Modificado: d'Arc *et al.*, (2000); Niehaus, (2009); Rowen *et al.*, (2009) Fowler, (2011); Dyce *et al.*, (2012); Yahaya *et al.*, (2012); Sierpe, (2015); Henry-Castañeda *et al.*, (2016); Peffers, (2016); Radhi, (2017); Pathak & Rajput (2021); Mansour *et al.*, (2023)

5.8.4. Saliva

La saliva es un líquido que va a estar compuesto por electrolitos, hormonas y proteínas; aportando la adaptabilidad que tienen los camélidos, los rumiantes y todos los animales ante una dieta y medio ambiente. Su función principal en todos los animales domésticos es ayudar a la masticación y deglución, sin embargo, en rumiantes, (ya que no hay secreciones en la pared del rumen) va a desempeñar funciones como la deglución y regurgitación del alimento en el proceso de “rumia” (Palma-Hidalgo *et al.*, 2021).

Existen dos tipos de saliva: parótida (esta moderada por bicarbonato y fosfato) y mixta; las glándulas salivales van a tener importantes funciones como: humectación y deglución de alimentos. Durante el proceso de rumia en los *Camelidae* será mediante la masticación alternadamente, primero del lado izquierdo y posteriormente del lado derecho, pasando el bolo alimenticio de un lado a otro en cada porción alimentaria; mientras que, los rumiantes van a tener una masticación más prolongada de un solo lado, para la generación de saliva (Cuadro 12; Maloiy & Kay, 1989; Mau *et al.*, 2020).

Cuadro 13. Composición de la saliva en camélidos y rumiantes (meq/l)

	Sodio	Potasio	Bicarbonato	Fosfato	Cloro
Saliva Parótida					
Alpaca	164.8	13.7	121	33.5	-
Camello/ Dromedario	152	24	119	9	16
Ovino	170	13	112	48	11
Saliva Mixta					
Llama	-	-	144	18	-
Guanaco	148	7	-	-	29

Modificado: Ortiz *et al.*, (1974); Maloiy & Kay, (1989); Fowler, (2011); Niehaus, (2022).

5.8.5. Proceso de masticación

Los camélidos similarmente a los rumiantes tienden a rumiar, para volver más pequeñas las partículas del alimento y tener un aumento de la superficie para la digestión microbiana (Clauss *et al.*, 2023). Su masticación inicial es superficial y consiste en triturar lo necesario para mezclar el bolo con saliva y posteriormente tragarlo; por lo que su masticación únicamente será superficial, inicialmente el alimento se va a impulsar en el primer compartimento gástrico en dirección al esófago hasta la boca, ahí se vuelve a masticar y se mezcla con saliva. Posterior a la regurgitación, la mandíbula formara un arco en forma de ocho durante la masticación mientras que en bovinos, la masticación será con un movimiento elíptico unilateral (Fowler, 2011); las investigaciones indican que en 15 segundos los camélidos van a realizar entre 25 a 30 masticaciones y finalmente deglutirán el bolo alimenticio (Cebra, 2014). Sin embargo, Engelhardt (2006), menciona que los camellos van a masticar hasta 61.5 veces en 45.3 segundos, dando como resultado una frecuencia de 68 masticaciones por minuto y los rumiantes (ovejas y bovinos) alimentados con heno registran entre 61 a 75 masticaciones por minuto.

5.8.6. Esófago

Se encuentra más profundo en el cuello de los camélidos en comparación con otras especies, es un tubo muscular que conecta a la faringe con el estómago, tiene una longitud de 1.65 a 2.15 m, con una amplia capacidad y cuenta con glándulas secretoras que funcionan para hidratar el alimento y así deglutirlo, se encuentra protegido por epitelio escamoso estratificado queratinizado (Ibrahim & Almundarij, 2023), consta de cuatro capas (mucosa, submucosa, muscularis externa y serosa), continua con el “surco esofágico” que comienza en el cardias y finaliza con el cuello del estómago, aproximadamente tiene un largo de 40 a 45 cm y de ancho entre 2.0 a 2.5 cm pero está dividida en dos secciones; la primera: se encuentra caudoventral en el cardias rodeando la rama caudal del pliegue transversal; la segunda sección: tiene mayor longitud, abarcando en plano caudal, hasta el cuello del estómago, extendiéndose desde la curvatura menor del retículo en la pared izquierda del segundo ventrículo (Wang *et al.*,

2000). Cuenta con músculos esqueléticos bien estructurados, esto es necesario gracias a que así puede mover el bolo alimenticio por el cuello de forma larga y vertical (Wilson, 1984; Rowen *et al.*, 2009; Cebra, 2014; Hussein *et al.*, 2016; Faye *et al.*, 2023).

5.8.7. Rumia

Este comportamiento se describe desde el término griego “rumiación” es decir, que van a masticar más, regurgitando parte de material del ante estómago, iniciara con una inhalación amplia en donde el orificio de la glotis se encontrara cerrado, ayudando así a tener una menor presión torácica del esófago, dentro de la motilidad, una vez que ocurre la contracción de C1 craneal, el bolo será aspirado con rumbo al esófago y después habrá una onda antiperistáltica en dirección a la cavidad oral (Lechner-Doll *et al.*, 1995; Clauss *et al.*, 2023).

La rumia se verá facilitada por una contracción trifásica, es decir, es una contracción extra que va después de una contracción bifásica del retículo que forzara la digestión en dirección al esfínter cardiaco antes de la rumia (Al-Jassim & Hogan, 2012).

5.8.8. Estómago

Es un órgano grande, con la capacidad de digerir celulosa (biopolímero) y hemicelulosa, tiene una motilidad específica y diferenciada, el microbioma es activo y cuenta con la capacidad de mezclar el alimento, comienza en el diafragma y termina en la entrada de la pelvis; en camélidos está compuesto por tres de las cuatro cámaras (C) que tiene un rumiante es decir, carece de omaso, estos compartimentos son denominados: C1 equivalente al funcionamiento del rumen (rumiantes; figura 11) es el más voluminoso, tiene una forma de saco granular (sacos separados por crestas musculares) que inician en la abertura cardiaca y finaliza en la conexión con C3 que es semejante al omaso-abomaso, está dividido por un musculo transversal (craneal y caudal) ambos conforman el 83% del volumen gástrico y el 50% de volumen abdominal , C3 tiene forma tubular, larga, semejante a un intestino, representando el 11% del volumen gástrico y entre el 1.5

a 2.5% del peso corporal, por abajo esta revestido por epitelio columnar simple con glándulas tubulares profundas(figura 11); y C2 es pequeño y desempeña una función similar al retículo de los rumiantes y al del omaso, ocupa el 6% del volumen gástrico; consta de una curvatura mayor protruyendo hacia la pared dorsolateral derecha del cuerpo (figura 11) , se sitúa en la cavidad abdominal derecha en dromedarios, guanacos y llamas, se dice, que tiene una forma similar a una pera, tanto C1 como C2 están cubiertos por epitelio estratificado (Figura 11; Lechner-Doll *et al.*, 1995; INGRAND, 2000); Engelhardt *et al.*, 2006; Ouajd & Kamel, 2009; Al-Jassim & Hogan, 2012; Cebra, 2014; Vilá, 2016; Elbir & Alhumam, 2022; Ibrahim & Almundarij, 2023).

Cada uno de los compartimentos tendrá una función específica, en el caso de C1, se encargara de la fermentación de la materia vegetal mediante la producción de ácidos grasos volátiles (el contenido será húmedo y habrá una distribución acorde al tamaño de las partículas), C2 se encarga de los contenidos húmedos y C3 proximal, eliminara el agua de la digesta (esta no tendrá partículas grandes); esas partículas serán retenidas por el estómago en comparación con las pequeñas, en donde se clasificaran dependiendo de la densidad, de esta forma las más grandes volverán al proceso de rumia y gracias a este proceso las partículas fecales serán finas, el transito gastrointestinal va a tener un tiempo promedio de 4 días aproximadamente, a diferencia de los rumiantes, las papilas que van desde la superficie de C1 a C2 estarán ausentes en los camélidos, que naturalmente ayudan a la absorción de AGV con más facilidad, el rumen tiene un desarrollo paulatino en relación con el crecimiento de las papilas que son estimuladas por las fermentación de: azúcares y almidones, para la producción de ácido butírico, sin embargo, sin la presencia de las papilas en camélidos, no se ha podido hacer una evaluación comparativa con los rumiantes (Hatt *et al.*, 2021; Niehaus, 2022).

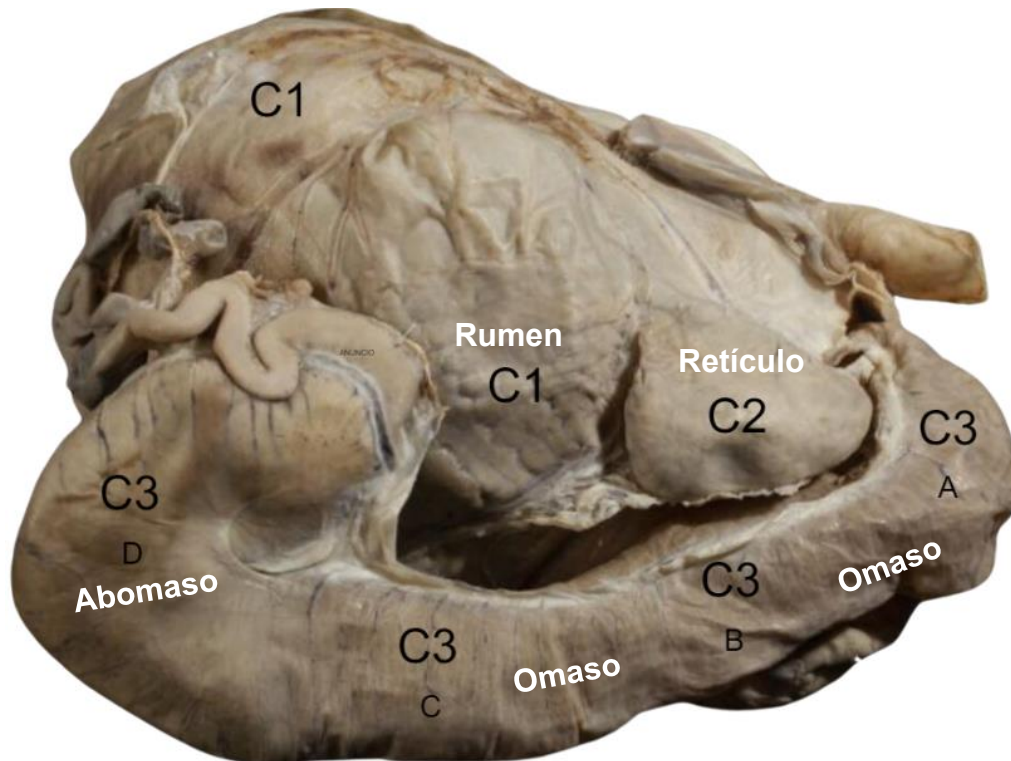


Figura 11. Estomago de llama (*Lama glama*) in situ, en negro se ubican los compartimentos vistos en un camélido y en color blanco el equivalente de cada cámara en un rumiante.

Modificado: Al-Jassim & Hogan, (2012); Hatt *et al.* (2021).

Tanto rumiantes como camélidos adultos necesitan de la digestión fermentativa bacteriana del estómago, para ello se necesita de un ambiente cálido y húmedo con capacidad y tiempo de retención de la fibra y la capacidad de desintegrar las partículas del bolo alimenticio (Cebra, 2014).

5.8.8.1. Neonatos

Cuando los camélidos son recién nacidos cuentan con un estómago no fermentativo, va a estar dividido por compartimentos el primero de ellos va a representar el 45% de su peso gástrico, y a las 6 semanas alcanzará hasta un 60%; el C2 inicia con un 10 % del volumen gástrico y conforme llega a la edad adulta ira disminuyendo de tamaño, va a constar de una población microbiana entre la primera y segunda semana de vida, hasta

las 12 semanas, posteriormente la función fermentativa comienza cuando se llega a la adultez (Cebra, 2014).

5.8.9. Tiempo de retención de digesta desde el estomago

En rumiantes, para que las partículas sólidas tengan salida, viajan desde el estómago hasta el intestino a través de la abertura retículo-omasal, para ello el tamaño de esas partículas debe disminuir permitiendo así su paso mediante la contracción del retículo y el orificio retículo-omasal (que solo abre por corto tiempo entre cada contracción), durante el periodo de alimentación, se verá incrementada la salida de partículas sólidas y de igual forma la frecuencia de contracción del retículo aumentará (Al-Jassim & Hogan, 2012).

La retención de partículas alimenticias en el rumen tendrá como resultado un retraso en la salida de estas mismas en el retículo-rumen (RR), la tasa de salida será mayor, si se inicia con el proceso de digestión cuando el ganado consume dietas de baja densidad, en un estudio realizado por Rutagwenda *et al.*, (1989), describió que tanto rumiantes como camélidos al consumir dietas a base de forraje, las partículas se retendrán en el estómago por un tiempo de 1.7 a 3.1 veces más que el líquido (Al-Jassim & Hogan, 2012; Clauss & Hofmann, 2014).

Los camélidos también cuentan con un regulador del paso de las partículas alimenticias desde C1 y C2, aunque dicho proceso aún no se ha estudiado a profundidad (Al-Jassim & Hogan, 2012).

En el camello, el líquido en el estómago tendrá un tiempo de retención más corto (13.9 hrs) en comparación con las partículas (48.8 hrs), debido al tamaño de las partículas será el tiempo de retención, es decir, aquellas que miden entre 2 a 3 cm la retención será más larga que de las que tienen una longitud de 1 a 2 mm, sin embargo, en el intestino los tiempos de retención en: líquidos, partículas grandes y las partículas pequeñas serán de 30.9 a 37.7 hrs (Heller *et al.*, 1986; INGRAND, 2000).

5.8.10. Moléculas implicadas en el metabolismo de los camélidos

El proceso de fermentación después de la ingesta, en los camélidos ocurre por medio de la población microbiana, de forma muy similar que en los rumiantes (Al-Jassim & Hogan, 2012).

En el estómago de los rumiantes, los carbohidratos se convertirán en ácidos grasos de cadena corta: acético, propiónico y butírico, y las proteínas se irán descomponiendo y se reconstruirán como proteínas microbianas, después serán digeridas liberando aminoácidos en el intestino delgado, para que junto con los ácidos grasos de cadena corta y larga viajaran al hígado para su metabolismo (Al-Jassim & Hogan, 2012).

En llamas y guanacos, su mayor producción de AGV se hará entre una hora y media y dos horas, posterior a la alimentación, después de entre cinco y seis horas, sus niveles regresaran a la normalidad (Fowler, 2011).

Pero, entre camélidos y rumiantes, habrá diferencias en la velocidad y el alcance en la fermentación, lo que se verá reflejado en la eficiencia de extracción de energía del alimento y los productos finales de la fermentación (Al-Jassim & Hogan, 2012).

5.8.11. Secreción gástrica

Los rumiantes guardan los alimentos en el rumen, retículo y omaso, estos se encuentran revestidos por epitelio queratinoso estratificado, por ello, las glándulas salivales son las únicas que saciaran las necesidades del estómago, ya que segregan la mayor parte de líquido que mantendrá a los alimentos en fermentación (suspensión fluida), el agua tiene importancia a nivel secundario y las sales alcalinas neutralizaran parte de los AGV: acetato, propionato y butirato, así mismo, en llamas con alimentación en mantenimiento van a producir gases residuales posterior a la fermentación como: metano, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno (Maloiy & Kay, 1989; Cebra, 2014; Niehaus, 2022).

En general, los camélidos tendrán una concentración de AGV posterior a su alimentación de 140 milimoles por litro, esto, es mayor que en rumiantes hasta en un 30 a 40% (Cebra, 2014).

El pH que tiene la secreción gástrica del preestómago, se va a encontrar modificado debido a la dieta que reciben los ejemplares y también por la actividad fermentativa que tengan, normalmente en los camélidos al consumir forrajes deberán tener un pH de 6.4 a 6.8, esto quiere decir que los AGV estarán de manera predominante en forma iónica (Cebra, 2014).

5.8.12. Motilidad

Es muy diferente la motilidad estomacal de los camélidos y los rumiantes, el proceso de degradación gástrica se lleva a cabo a través de la masticación y las contracciones gástricas, estas serán de 3 a 4 por minuto cuando el camélido está en reposo, pero si el ejemplar a consumido alimento el ritmo será más rápido (Fowler, 2011; Cebra, 2014), en camellos se caracterizan por secuencias denominadas: A y B, formando un ciclo, es decir, este proceso comienza con una relajación entre el canal que conecta a C2 y C3, posteriormente una contracción en C2 y después de 4 segundos, finalmente una en C1 pero caudalmente (Lechner-Doll *et al.*, 1995; INGRAND, 2000; Engelhardt *et al.*, 2006; Al-Jassim & Hogan, 2012).

En el caso de los guanacos sus contracciones en C1, serán de caudoventral a caudodorsal, y finaliza con una en el saco craneal; por otro lado, en las alpacas, el saco caudal se va a contraer y una contracción disminuida dará conclusión al ciclo, con una duración de 1 a 2 minutos (Cebra, 2014).

Al momento de la regurgitación en camélidos, va de una contracción cranealmente de C1, esto mientras los eructos y la expulsión de gas ocurren simultáneamente después de la contracción caudal de C1 y la relajación de la porción craneal en la secuencia B; al ocurrir un eructo, habrá una contracción menor adicional en C1 dorsal, posterior a la contracción caudal C1 (Lechner-Doll *et al.*, 1995; Al-Jassim & Hogan, 2012).

Las contracciones en la secuencia B inician cranealmente a C1, después en C2 y terminan con una caudal a C1, con una duración de 9 segundos cabe señalar que el número de estas puede variar dependiendo la especie de camélido, pero en el caso del

camello, cada ciclo consta de 7A y 5 B (Lechner-Doll *et al.*, 1995; INGRAND, 2000; Al-Jassim & Hogan, 2012).

En C3 las contracciones son denominadas: “circunferenciales”, tienen una duración de 10 minutos, serán débiles y comunes cranealmente, con una organización peristáltica, siendo alternadas con las contracciones caudales que son más fuertes y lentas que duran hasta 5 minutos (Cebra, 2014).

Mientras que, en los rumiantes se iniciara con una contracción primaria (ondas A) en el retículo y tendrán movimiento caudal a través del rumen, es decir: ocurre una contracción reticular bifásica y luego una del saco craneal adyacente y del pilar craneal; durante el proceso estas empujaran el contenido del retículo y saco craneal en dirección al saco dorsal del rumen (se contraerá) y empujara la digestión hacia el saco ventral; para finalizar ocurrirá una contracción del saco ventral junto con una relajación del pilar craneal que permitirá que la digestión continúe al retículo para terminar la secuencia (Lechner-Doll *et al.*, 1995; Al-Jassim & Hogan, 2012).

Posteriormente ocurren las contracciones secundarias (ondas B) solo ocurren en una porción del rumen y se asocian con eructos; tiene el mismo comienzo que las ondas A, solo que en este caso, el pilar craneal se contraerá, después habrá una contracción del saco ventral y la digestión se empujara en dirección al saco dorsal; lo que guiará a los gases hacia el esfínter cardíaco para producir los eructos; por último el saco ventral se contraerá y el pilar craneal se relajara para permitir que la digestión prosiga al cardias (Al-Jassim & Hogan, 2012).

La frecuencia de motilidad en los camélidos es alta durante su alimentación y las pausas no se logran visualizar, existen registros donde indican que llegan a tener hasta 130 contracciones A y B por hora (durante la alimentación) y estas disminúan cuando se retiraba el alimento hasta 80 y 100 por hora (INGRAND, 2000; Al-Jassim & Hogan, 2012).

5.8.13. Hígado

Es un órgano con una forma triangular que consta de cuatro lóbulos principales y dos lados, parietal, debajo del diafragma y visceral encima de los intestinos unido por varios ligamentos que pesa hasta 7 kg en adultos, no cuenta con vesícula biliar (Faye *et al.*, 2023).

La metabolización de la urea, es semejante a la de los rumiantes (se puede reciclar y es utilizada por los microorganismos del estómago para la síntesis de proteínas), mediante la secreción de urea, que se da en hígado (Cuadro 14), una parte de ella, regresara a la luz intestinal de dos formas: como componente de secreción digestiva o por difusión mediante la pared intestinal, posteriormente la ureasa será la encargada de hidrolizar al amoniacó y al dióxido de carbono, ya en estómago el amoniacó puede ser utilizado para la síntesis de proteínas microbianas, aunque, si el nitrógeno dietético logra limitar esa síntesis y hay la energía suficiente como el carbohidrato digerible, tanto el nitrógeno ureico como endógeno promoverá una actividad microbiana extra, y se verá aumentada la cantidad de proteínas que llegan al intestino para su digestión (Maloiy & Kay, 1989; Fowler, 2011).

Cuadro 14. Cantidad de urea en sangre en rumiantes y camélidos (mg/dl).

Especie	Etapa	Urea
Rumiantes	Neonato	
	Adulto	8 a 30
Camélidos (llamas)	Neonato	14 +- 8
	Adulto	24 +- 13

Modificado: Fowler, (2011)

5.8.14. Páncreas

Tiene forma indefinida, se encuentra localizado entre el estómago y el duodeno, llega a pesar hasta 170 gr y está cubierto casi en su totalidad por grasa (Faye *et al.*, 2023).

5.8.15. Intestino delgado

El intestino delgado es un órgano flácido, comienza con el duodeno y píloro, seguido del yeyuno e íleon, tiene una longitud de hasta 40 m en adultos; con excepción de la ampolla duodenal, el diámetro medio general es de 1.4 a \pm 0.3 cm dependiendo la porción intestinal y la especie, ya que en llamas adultas puede medir hasta 2 cm pero, solo los primeros 10 cm de longitud y 1 cm en alpacas adultas y jóvenes, la mayor parte de la cavidad abdominal la abarca el yeyuno debido a que es de gran tamaño y se encargará de envolver al píloro desde la curvatura menor a la mayor, donde dará un giro caudal en la orilla ventral del hígado, posterior a eso el diámetro del duodeno disminuirá drásticamente; el duodeno posterior tiene como característica principal la flexión con forma de “M” en el asa craneal, y que se encuentra unida a la curvatura mayor de C3, haciendo que ese sitio sea común para la impactación de cuerpos extraños (Wilson, 1984; Cebra, 2014; Vater & Maierl, 2018).

El yeyuno tiene comienzo cercano a la raíz del mesenterio craneal, sus asas van a ocupar gran parte del abdomen, dos tercios proximales del yeyuno estarán en forma de espiral con una medición de entre 5 y 7 cm; el último tercio distal tendrá un reborde mesentérico de 30 a 35 cm, esto hará que tenga mayor movilidad (Cebra, 2014).

En un estudio realizado, Cebra, (2014), describe que la digestión del azúcar en dromedarios ocurre fácilmente en el caso de la glucosa, galactosa y lactosa, sin embargo, la maltosa y la sacarosa no se digieren fácilmente.

5.8.16. Intestino grueso

El intestino grueso mide hasta 20 m, comienza con el ciego y se fusiona con el colon ascendente, transverso y descendente; consta de una característica peculiar en el colon, este tiene una longitud de 4 m, tiene una parte en forma helicoidal (en espiral), su grosor va disminuyendo en esta forma (para evitar la formación de impactaciones), esto permite una mayor reabsorción del agua que hay en el contenido intestinal, teniendo como

resultado heces fecales bastantes firmes, en la parte medial en forma de espiral, se irán formando los gránulos fecales; el tránsito intestinal va a depender del tamaño de las partículas pero tiene un promedio aproximado de 4 días (Wilson, 1984; Vater & Maierl, 2018; Niehaus, 2022; Faye *et al.*, 2023).

El ciego es pequeño mide entre 7 a 10 cm en alpacas adultas y 15 a 10 cm en llamas adultas, en general, llega a tener poco contenido de material pastoso, en su mayor parte esta unido mediante una banda ligamentosa a la orilla del antimesentérico del ileón (Cebra, 2014).

5.9. Microbioma

Los diferentes microorganismos se van a encontrar en los ecosistemas o ambientes, en la década de los 60's se comenzaron con las primeras investigaciones acerca del microbioma, ya que es bastante complejo, ya que se ha demostrado que la composición de este, va a depender de diversos factores como: genotipos, edad, ubicación geográfica, estación del año, dieta, hábitat, estado de salud, condiciones de iluminación, estrés y factores ambientales (Ming *et al.*, 2017; Cholewińska *et al.*, 2020; Lavrentyeva *et al.*, 2024).

5.9.1. Rumiantes

En pequeños rumiantes el microbioma a nivel intestinal será variado en los primeros dos días de nacimiento, la riqueza microbiana y las bacterias que van a predominar, irán cambiando a través del tiempo (Zhang *et al.*, 2021).

Posterior al destete la microflora de los bovinos es compleja, ya que el rumen actúa como cámara de fermentación y está conformada por un 95% de bacterias, su función es la distribución de las partículas vegetales, teniendo como resultado los AGV que van a ser la fuente principal de energía, y permitirá utilizar el material lignocelulósico (materia seca vegetal), así mismo convertir nitrógeno no proteico en proteína microbiana; dentro del

sistema digestivo es importante tanto el número de microorganismos como la diversidad, ya que va a influir en su salud y en la producción que es el fin zootécnico de esta especie (Cholewińska *et al.*, 2020; Newbold & Ramos-Morales, 2020; Zhang *et al.*, 2021).

Los rumiantes cuentan con un microbioma sobresaliente debido a que produce un 70% de su requerimiento diario de enzima del huésped, y entre 60 a 85% de aminoácidos que viajan hasta el intestino delgado, el controlar su composición ayudara a que haya una mejora en la producción y calidad de los subproductos que se pueden obtener de ellos, mantener su salud y bienestar ya que el manipular el microbioma del tracto gastrointestinal habrá beneficios como una mejor absorción del alimento y la reducción en la producción de gas metano que es un gas de efecto invernadero (Khafipour *et al.*, 2016; Cholewińska *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2021; Keum *et al.*, 2024).

5.10. Composición y función de los microorganismos del sistema digestivo en rumiantes

Para que exista una mejor estabilidad en el microbiota, es necesario que exista una riqueza, uniformidad y diversidad, para que sea beneficiosa, específicamente cuando haya condiciones que desafíen su estado nutricional (Khafipour *et al.*, 2016). La composición del microbioma del sistema digestivo va a depender de la raza, edad, entorno y su nutrición (Elbir & Alhumam, 2022; Keum *et al.*, 2024), en rumiantes consta de 5000 especies de microorganismos y es mayor la cantidad que en el caso de los carnívoros, omnívoros e incluso el ser humano, que solo cuentan con 1464 especies de ellos, de los que principalmente son: microorganismos anaeróbicos obligados y facultativos, en adultos en su mayoría se ubicarán en el estómago, mientras que en rumiantes más jóvenes se encontrarán en mayor cantidad en el intestino grueso (Khafipour *et al.*, 2016; Cholewińska *et al.*, 2020).

La composición de la biomasa microbiana del rumen va a estar conformada por: 8% de hongos y puede llegar a alcanzar el 20% en ovinos, arqueas de 0.3 al 0.4% y aproximadamente el 75% por bacterias (Tapio *et al.*, 2017). La colonización microbiana del rumen va a tener un patrón secuencial, comenzando por bacterias, luego arqueas

metanogénicas, hongos anaeróbicos y protozoos; el rumen consta de microbioma, cumpliendo como función la descomposición y fermentación de los alimentos que no se pueden procesar fácilmente, proporcionando energía en forma de AGV y de nitrógeno metabolizable (Keum *et al.*, 2024).

Los rumiantes constan en su microbioma mayormente de bacterias a nivel del contenido ruminal, ya que cuentan con entre 10×9 a 10×10 ml⁻¹, a su vez, en el intestino grueso se encuentran más de 400 tipos de bacterias y que son unidades formadoras de colonias en un rango de 10×10 a 10×12 g⁻¹, arqueas de 10×5^{-6} ml y hongos de 10×3^{-4} ml, algunas especies en particular dependen mucho de diferentes vectores como: el medio ambiente, estado de salud, dieta y raza (Cholewińska *et al.*, 2020; Keum *et al.*, 2024).

Las principales bacterias que se localizan en todos los rumiantes van a constituir el 80% del total de las bacterias del sistema digestivo, pertenecen a los filos: *Firmicutes* 41.22%, *Bacteroidetes* 33.51%, Proteobacteria 12.15% y Fibrobacteres; y en menor proporción se encuentran también: tenericutes y actinobacteria (Figura 12; Tapio *et al.*, 2017; Cholewińska *et al.*, 2020; Keum *et al.*, 2024). El porcentaje de esas bacterias va a depender de la alimentación ya que se demostró que cuando las dietas tienen como ingrediente principal el forraje, Firmicutes será la más predominante, mientras que si la dieta está elaborada a base de concentrado será más abundante *Bacteroidetes* (Keum *et al.*, 2024). La función principal de esas bacterias es la descomposición de la celulosa, hemicelulosa, azúcares, grasas, proteínas (convertir nitrógeno no proteico en proteína), sintetizar vitaminas (Khafipour *et al.*, 2016; Cholewińska *et al.*, 2020). Por otra parte, las arqueas anaeróbicas del rumen son los únicos microorganismos que pueden producir metano, por ello son llamadas: “metanogénicas”, representan menos del 4% de la comunidad microbiana (Keum *et al.*, 2024).

Los eucariotas a nivel del rumen estarán formados por hongos y protozoos ciliados (eucariotas unicelulares), se localizan en cualquier parte del rumen, miden entre 10 a 100 μ m y representan del 25 al 50% del total de la comunidad microbiana; los géneros más dominantes son: *Entodiium*, *Epidinium*, *Enoploplastron* y *Ophryoscolex*; son los encargados de la digestión de la fibra entre 30 a 40%, se encargarán de consumir los carbohidratos: lignocelulosa y almidón (Keum *et al.*, 2024).

En el caso de los hongos, se ocuparán de contribuir a la digestión de la pared celular de las plantas, constituyen entre el 8 a 12% del microbioma ruminal, a pesar de que son menos en cantidad en comparación con las bacterias, tienen una capacidad de descomposición mayor a ellas (Keum *et al.*, 2024).

5.11. Camélidos

El microbioma que ayuda al proceso de fermentación en las especies herbívoras cuenta con la misma variedad de especies, pero, en cuanto a sus poblaciones de microorganismos van a ser variados, dependiendo el tipo de alimento que consuman; en el rumen, se han logrado encontrar más 300 especies de: bacterias, hongos, levaduras y virus; las bacterias tienen un papel importante, ya que son las encargadas de la fermentación anaeróbica en sustratos y obteniendo así productos finales (Cuadro 15; Niehaus, 2022).

Cuadro 15. Tipos de microorganismos que intervienen la fermentación anaerobia

Microorganismo	Sustrato	Producto Final
Bacterias fermentadoras de fibra	Celulosa	Acetato
	Hemicelulosa	Succinato
	Pectinas	Dióxido de carbono
	Celulosa	Propionato
Bacterias generales	Almidón	Succinato Butirato
Protozoos	Azúcares	Acetato
	Almidón	Propionato
Arqueas productoras de metano	Dióxido de carbono	Metano
	Hidrogeno	

Modificado: Niehaus, (2022).

Los microorganismos microbianos, van a ayudar a la digestibilidad del alimento y a que los animales tengan el rendimiento necesario para realizar sus diferentes actividades cotidianas (Niehaus, 2022).

Este sistema de fermentación anaerobia tiene como objetivo potenciar la producción excesiva de ácido láctico con base en azúcares y almidones, que ayudaran a reducir el pH del ambiente, teniendo un efecto negativo en la actividad celulítica, este proceso ocurre debido al crecimiento de *Streptococcus bovis* por la administración de carbohidratos de fácil fermentación en la dieta; una característica peculiar sobre la llama es la mayor actividad de fermentación de fibra por el aumento de las bacterias acetogénicas (Niehaus, 2022).

5.11.1. Microbioma en el tracto gastrointestinal

En un estudio realizado en 2018 se logró identificar 27 filos bacterianos en el tracto gastrointestinal del camello bactriano, pertenecientes a los taxones: *Firmicutes* (Clostridia, Bacilli y Mollicutes) es el principal con 67% y el más dominante en toda la comunidad bacteriana del sistema gastrointestinal, *Bacteroidetes* representado por la familia: Prevotellaceae, es segundo esencial en el estómago con el 25% y *Verrumicrobia* es de igual forma el segundo más sobresaliente, pero en el íleon, ciego, colon y heces, el resto de los filos están representados por: Actinobacteria, Chloroflexi, Cynophyta, Lentisphaerae, Planctomycetes, Proteobacteria y Spirochaetes sin embargo, en el duodeno se encontró la mayor cantidad de filos: 27 y la menor cantidad en el íleon: 19 (Al-Jassim & Hogan, 2012; Ming *et al.*, 2017; He *et al.*, 2018; He *et al.*, 2019 Bedenice *et al.*, 2022).

Se encontraron 282 géneros en el tracto gastrointestinal de los camellos, de los cuales los más sobresalientes fueron: *Akkermansia*, *Fibrobacter*, *Prevotella*, 5-7N15, *Pseudomonas*, *Burkholderia* y *Lactobacillus*, de igual manera se localizaron algunos géneros no clasificados pero que pertenecen a las familias: *Christensenellaceae*, *Ruminococcaceae*, *Bifidobacteriaceae*, f_RFP12 y BS11; también algunos ordenes como: *Prevotella*, *Fibrobacter*, *Bacteroidales* no clasificados, BS11 no clasificados y Clostridiales no clasificados, estos tuvieron un enriquecimiento en el estómago anterior, mientras que, *Akkermansia*, 5-7N15 y *Ruminococcaceae* no clasificadas se también se enriquecieron solo que el intestino grueso, por otra parte algunos filos como:

Lactobacillus , *Burkholderia* y *Pseudomonas*, tuvieron este mismo proceso pero en duodeno y yeyuno; y *Bifidobacteriaceae* no clasificada tuvo mayor afluencia en el abomaso, duodeno y yeyuno (He *et al.*, 2018).

Sin embargo, va a depender de su alimentación el tipo de protozoos que se encuentren en el sistema digestivo, ya que, si se alimentan con forrajes, va a *predominar Entodinium spp* abarcando entre el 83 al 92% de protozoos, por otra parte, si a la dieta se le agregan cereales esa población tendrá una disminución muy marcada (Al-Jassim & Hogan, 2012).

En el rumen del camello se han encontrado algunos protozoos que no se habían reportado anteriormente como: *Dasytricha spp* (solo se encontró cuando a la dieta fue de forraje con grano), *Oligoisotricha spp* y *Buetschilia spp*, pero solo abarcan el 2% del total de protozoos en este sitio (Al-Jassim & Hogan, 2012).

Los protozoos van a ser menos en llamas y camellos, que, en rumiantes, y va a existir diferencia en la distribución de sus géneros ciliados entre un animal y otro, cabe destacar que *Isotrichidae* no se ha encontrado en camélidos; la mayor concentración de hongos anaeróbicos es en el compartimento uno (C1) superando al rumiante (Cuadro 17; INGRAND, 2000).

Cuadro 16. Principales protozoos en el pre-estómago de camélidos y rumiantes (%)

Protozoo	Dromedario	Oveja	Cabra
<i>Entodinium spp</i>	77.8 ± 13.6	87.2 ± 6.0	70.2 ± 9.4
<i>Epidinium spp</i>	14.6 ± 7.4	0	10.0 ± 2.4
<i>Eudiplodinium spp</i>	6.1 ± 4.5	0	2.2 ± 0.9
<i>Isotricha</i>	0	8.4 ± 3.0	11.5 ± 3.1
<i>Polyplastron</i>	0	1.3 ± 0.9	0
<i>Ophryoscolex</i>	0	3.0 ± 2.1	5.9 ± 2.4

Modificado: INGRAND, (2000); Al-Jassim & Hogan, (2012); Keum *et al.*, (2024).

Las principales bacterias productoras de ácido láctico se relacionan con cepas de *Streptococcus bovis*, *Selenomonas ruminantium* y *Lactococcus garvieae*

Existen mínimas diferencias entre las especies de microorganismos en el estómago de los camélidos comparada con los rumiantes, ya que se ha demostrado que, en el microbiota fecal de las ovejas, hay siete principales filos predominantes y de la misma forma en los camélidos, solo que en diferente proporción (Figura 12; Figura 13; Niehaus, 2022; Lavrentyeva *et al.*, 2024).

Sin embargo, existen filos que raramente pueden tener prevalencia, pero que en un estudio realizado por Ming *et al.* (2017), tuvieron resultados positivos de: *Lentisphaerae*, *Proteobacteria* y espiroquetas.

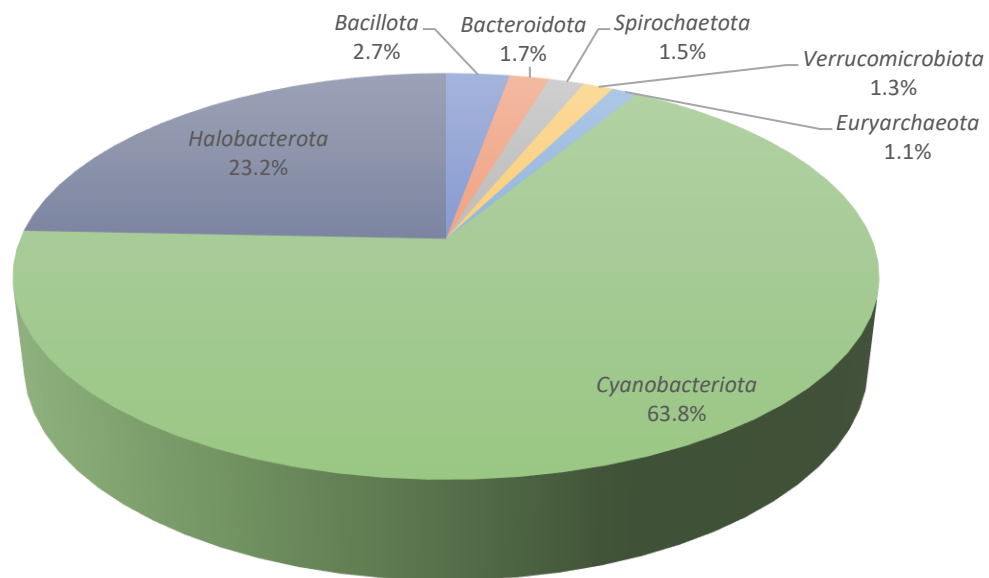


Figura 12. Filos predominantes en la microbiota fecal de los ovinos.

Modificado: Lavrentyeva *et al.*, (2024)

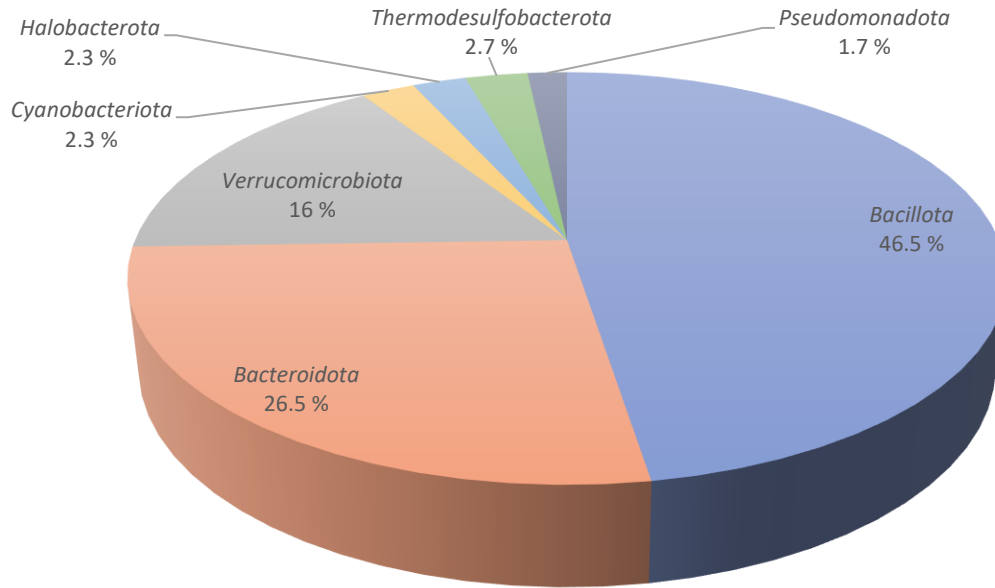


Figura 13. Filos predominantes en la microbiota fecal de los camellos.

Modificado: Lavrentyeva *et al.* (2024)

Anivel bacteriano en su microbiota fecal, se ha documentado que en el caso de los ovinos carecen de *Pseudomonadota* y *Thermodesulfobacterota*, mientras que los camellos no arrojaron datos sobre la presencia de *Spirochaetota* y *Euryarchaeota* (Lavrentyeva *et al.*, 2024).

El microbioma fecal de ambas especies se ha observado en diversos estudios que existen filos predominantes, como: *Bacillota*, *Bacteroidota* y *Verrucomicrobiota*, comprendiendo el 88% del conjunto de comunidades microbianas (He *et al.*, 2019; Lavrentyeva *et al.*, 2024).

6. CONCLUSIÓN

7. REFERENCIAS

- Abaturov, B. D., Kazmin, V. D., Dzhapova, R. R., Ayusheva, E. C., Dzhapova, V. V., Nokhaeva, D. V., Kolesnikov, M. P., Minoranskiy, V. A. & Kuznetsov, Y. E. (2018). Forage Resources, Nutrition, and Food Supply of Free-Grazing Camels (*Camelus bactrianus*) in a Pasture within the Natural Steppe Zone. *Biology Bulletin*, 45, 961-972. doi: <https://doi.org/10.1134/S1062359018090029>.
- Acebes, P., Wheeler, J., Baldo, J., Tuppia, P., Lichtenstein, G., Hoces, D., & Franklin, W. L. (2018). Vicugna vicugna. *The IUCN red list of threatened species 2018*: e.T22956A18540534. doi: <https://www.iucnredlist.org/species/22956/18540534>.
- Ahmad, S., Yaqoob, M., Hashmi, N., Ahmad, S., Zaman, M. A., & Tariq, M. (2010). Economic importance of camel: Unique alternative under crisis. *Pakistan Veterinary Journal*, 30(4), 191-197.
- Ahmed, M. O., Youssouf, E. L., & CIANI, E. (2022). Socio-economic and Morpho-biometric Characteristics of the Aftout Camel (*Camelus dromedarius*) in the Trarza Region of Mauritania. *Genetics & Biodiversity Journal*, 6(2), 64-73. doi: <https://doi.org/10.46325/gabj.v6i2.222>.
- Akhmetsadykova, S. H., Konuspayeva, G., & Akhmetsadykov, N. (2022). Camel breeding in Kazakhstan and future perspectives. *Animal Frontiers*, 12(4), 71-77. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfac048>.
- Alaskar, H., Alhajeri, B. H., Almuthen, F., & Alhaddad, H. (2020). Genetic diversity and population structure of dromedary camel-types. *Journal of Heredity*, 111(4), 405-413. doi: <https://doi.org/10.1093/jhered/esaa016>.
- Alaskar, H. M., Alaqeely, R., Alhajeri, B. H., & Alhaddad, H. (2021). The enigma of camel-types: Localities, utilities, names and breed statuses. *Journal of Camelid Science*, 14(1), 22-34.
- Al Jassim, R., & Hogan, J. (2012). The digestive system of the camel, its anatomical, histological and functional characteristics: a comparative approach. In *Proc. 3rd ISOCARD Conference* (pp. 75-86).

- Al Jassim, R. (2019). Metabolisable energy and protein requirements of the Arabian camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Camelid Science*, 12, 33-45.
- Alves, Â. G. C., Ribeiro, M. N., Arandas, J. K. G., & Alves, R. R. N. (2018). Animal Domestication and Ethnozootecny. In *Ethnozology* (pp. 151-165). Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809913-1.00009-0>.
- Amandykova, M., Dossybayev, K., Mussayeva, A., Saitou, N., Zhunusbayeva, Z., & Bekmanov, B. (2023). A Study of the Genetic Structure of Hybrid Camels in Kazakhstan. *Genes*, 14(7), 1373. doi: <https://doi.org/10.3390/genes14071373>.
- Aviles-Esquivel, D.F., Montero, M., & Barros-Rodríguez, M. (2018). Los camélidos sudamericanos: productos y subproductos usados en la región andina. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal AICA*, 11, 30-38.
- Awoke, K., & Sisay, F. (2015). Review on production, quality and use of camel milk in Ethiopia. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 3, 1-4. doi: <http://dx.doi.org/10.4172/2332-2608.1000145>.
- Babar, M. E., Hussain, T., Wajid, A., Nawaz, A., Nadeem, A., Shah, S. A., Shahid, M.A., Javed, K., & Abdullah, M. (2015). Mitochondrial cytochrome-b and D-loop sequence based genetic diversity in Mareecha and Bareela camel breeds of Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(2), 591-594.
- Baldi, R., de Lamo, D., Failla, M., Ferrando, P., Funes, M., Nugent, P., Puig, S., Rivera, S., & Von Thüngen, J. (2006). Plan nacional de manejo del guanaco (*Lama guanicoe*). República Argentina. *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación*.
- Baldi, R. B., Acebes, P., Cuéllar, E., Funes, M., Hoces, D., Puig, S., & Franklin, W. L. (2016). *Lama guanicoe*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T11186A18540211. doi: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en>.
- Belkhir, A. O., Chehma, A., & Faye, B. (2013). Phenotypic variability of two principal Algerian camel's populations (Targui and Sahraoui). *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 231-237.

- Bello, A., Sonfada, M. L., Umar, A. A., Umaru, M. A., Shehu, S. A., Hena, S. A., Onu, J.E., & Fatima, O. O. (2013). Age estimation of camel in Nigeria using rostral dentition. *Scientific Journal of Animal Science*, 2(1), 9-14.
- Bennett, MM y Richards, NL. (2015). Camelids Wellness. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 18 (2), 255-280. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2015.01.006>.
- Boukerrou, M., Ridouh, R., Tekkouk-Zemmouchi, F., & Guintard, C. (2023). Principal Anatomy Particularities in Dromedary Compared to Ox: Digestive and Respiratory Systems. *In Biology and Life Sciences Forum*, 22 (1), 1-3. doi: <https://doi.org/10.3390/blsf2023022013>.
- Burger, P. A., Ciani, E., & Faye, B. (2019). Old World camels in a modern world—a balancing act between conservation and genetic improvement. *Animal Genetics*, 50 (6), 598-612. doi: <https://doi.org/10.1111/age.12858>.
- Burger, P.A., (2016). The history of Old World camelids in the light of molecular genetics. *Tropical Animal Health and Production*. 48, 905-913. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1032-7>.
- Çakırlar, C., & Berthon, R. (2014). Caravans, camel wrestling and cowrie shells: towards a social zooarchaeology of camel hybridization in anatolia and adjacent eegions. *Anthropozoologica*, 49(2), 237-252. doi: <https://doi.org/10.5252/az2014n2a06>.
- Cano, R. M. (2009). Alimentación de Camelidos Sudamericanos y Manejo de Pastizales. *Universidad Nacional Del Centro Del Perú*. 6-35.
- Casey, C. S., Orozco-terWengel, P., Yaya, K., Kadwell, M., Fernández, M., Marín, J. C., Rosadio, R., Maturrano, L., Hoces, D., Hu, Y., Wheeler, J.C., & Bruford, M. W. (2018). Comparing genetic diversity and demographic history in co-distributed wild South American camelids. *Heredity*, 121(4), 387-400. doi: <https://doi.org/10.1038/s41437-018-0120-z>.
- Ceballos, G., List, R., Valdez, R., & Ehrlich, P. (2013). Mamíferos del mundo: Regiones biogeográficas. *Telmex*. 1. 37-45.
- Cebra, C. (2014). Disorders of the digestive system. Llama and Alpaca care. *Elsevier*. 1. 477-536. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-2352-6.00040-7>.

- Cholewińska, P., Czyż, K., Nowakowski, P., & Wyrstek, A. (2020). The microbiome of the digestive system of ruminants—a review. *Animal Health Research Reviews*, 21(1), 3-14.
- Clauss, M., & Hofmann, R. R. (2014). The digestive system of ruminants, and peculiarities of (wild) cattle. *Ecology, evolution and behaviour of wild cattle: Implications for conservation*, 57-62.
- Clauss, M., Fritz, J., & Hummel, J. (2023). Teeth and the gastrointestinal tract in mammals: when 1+ 1= 3. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 378(1891), 20220544.
- Colombero, S., Bonelli, E., Pavia, M., Repetto, G., & Carnevale, G. (2017). Paracamelus (Mammalia, Camelidae) remains from the late Messinian of Italy: insights into the last camels of western Europe. *Historical Biology*, 29(4), 509-518. doi: <https://doi.org/10.1080/08912963.2016.1206539>.
- Czerwinski, S. L. (2019). Ocular surface disease in New World camelids. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 22(1), 69-79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2018.09.001>.
- d'Arc, N. R., Cassini, M. H., & Vilá, B. L. (2000). Habitat use by vicuñas *Vicugna vicugna* in the Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 46 (2), 107-115. doi: <https://doi.org/10.1006/jare.2000.0662>.
- Dereje, M., & Udén, P. (2005). The browsing dromedary camel: I. Behaviour, plant preference and quality of forage selected. *Animal Feed Science And Technology*, 121(3-4), 297-308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.01.017>.
- Dioli, M. (2020). Dromedary (*Camelus dromedarius*) and Bactrian camel (*Camelus bactrianus*) crossbreeding husbandry practices in Turkey and Kazakhstan: An in-depth review. *Pastoralism*, 10(1), 1-20. doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-020-0159-3>.
- Dittmann, M. T., Runge, U., Lang, R. A., Moser, D., Galeffi, C., Kreuzer, M., & Clauss, M. (2014). Methane emission by camelids. *PLOS One*, 9(4), e94363. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094363>.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2012). Anatomía veterinaria. El manual moderno.

- Dziegelewska, Z., & Gajewska, M. (2018). Influence of paracrine factors produced by adipocytes on proliferative activity and viability of bovine mammary epithelial cells. *Journal of Veterinary Medicine and Surgery*, 02. 27-28. doi:
- Elbir, H., & Alhumam, N. A. (2022). Sex differences in fecal microbiome composition and function of dromedary camels in Saudi Arabia. *Animals*, 12(23), 3430.
- El-Hanafy, A. A., Saad, Y. M., Alkarim, S. A., Almehdar, H. A., Alzahrani, F. M., Almatry, M. A., Uversky, V.N., & Redwan, E. M. (2023). Yield and Composition Variations of the Milk from Different Camel Breeds in Saudi Arabia. *Sci*, 5(1), 2. doi: <https://doi.org/10.3390/sci5010002>.
- Elhassan, M., Eissa, L., & Yaseen, L.E. (2022). Histology of the lingual vallate papillae of the dromedary camel (*Camelus dromedarius*). *University of Bahri Journal of Veterinary Sciences*, 1(2), 72-79.
- Engelhardt, W. V., Haarmeyer, P., Kaske, M., & Lechner-Doll, M. (2006). Chewing activities and oesophageal motility during feed intake, rumination, and eructation in camels. *Journal of Comparative Physiology B*, 176, 117-124. doi: <https://doi.org/10.1007/s00360-005-0027-x>
- Fan, R., Gu, Z., Guang, X., Marín, J. C., Varas, V., González, B. A., Wheeler, J.A., Hu, Y., Li, E., Sun, X., Yang, X., Zhang, C., Gao, W., He, J., Munch, K., Detig, R.C., Barbato, M., Pan, S., Zhan, X., Bruford, M.W., & Dong, C. (2020). Genomic analysis of the domestication and post-Spanish conquest evolution of the llama and alpaca. *Genome Biology*, 21, 1-26. doi: <https://doi.org/10.1186/s13059-020-02080-6>
- Faraz, A., Waheed, A., Mirza, R. H., & Ishaq, H. M. (2019). Role of camel in food security: a perspective aspect. *Journal of Fisheries & Livestock Production*, 7(01), 290.
- Faye, B. (2015). Role, distribution and perspective of camel breeding in the third millennium economies. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27 (4). 318-327.
- Faye, B. (2016). The camel, new challenges for a sustainable development. *Tropical Animal Health and Production*, 48(4), 689-692. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-0995-8>.

- Faye, B. (2020). How many large camelids in the world? A synthetic analysis of the world camel demographic changes. *Pastoralism*, 10(1), 1-20. doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00176-z>.
- Faye, B. (2022). Is the camel conquering the world?. *Animal Frontiers: the Review Magazine of Animal Agriculture*, 12(4), 8-16. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfac034>.
- Faye, B., Konuspayeva, G., & Magnan, C. (2023). Anatomical Features of Large Camelids. In *Large Camel Farming: A Care-Management Guide from Breeding to Camel Products*. Dordrecht: Springer. 13-29. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-024-2237-5_2.
- Fowler, M. (2011). *Medicine and surgery of camelids*. John Wiley & Sons.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2013). *Anatomy and physiology of farm animals*. John Wiley & Sons.
- Gagaoua, M., Dib, A. L., & Bererhi, E. H. (2022). Recent advances in dromedary camels and their products. *Animals*, 12(2), 162. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12020162>.
- García-Atencio, A. S., & Mayta-Chirinos, M. J. (2018). La producción de llamas y alpacas para la industria y la alimentación en la región Pasco al año 2010-2017.
- Gonzalez, B. A., Palma, R. E., Zapata, B., & Marín, J. C. (2006). Taxonomic and biogeographical status of guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). *Mammal Review*, 36(2), 157-178. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2006.00084.x>.
- Gutiérrez, M. A., Kaufmann, C., González, M., Massigoge, A., & Álvarez, M. C. (2010). Intrataxonomic variability in metapodial and femur bone density related to age in guanaco (*Lama guanicoe*). Zooarchaeological and taphonomical implications. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3226-3238. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.07.022>.
- Hatt, J. M., Codron, D., Richter, H., Kircher, P. R., Hummel, J., & Clauss, M. (2021). Preliminary evidence for a forestomach washing mechanism in llamas (*Lama glama*). *Mammalian Biology*, 101(6), 941-948. doi: <https://doi.org/10.1007/s42991-021-00142-1>.

- He, J., Yi, L., Hai, L., Ming, L., Gao, W., & Ji, R. (2018). Characterizing the bacterial microbiota in different gastrointestinal tract segments of the Bactrian camel. *Scientific Reports*, 8(1), 654. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18298-7>.
- Heller, R., Lechner, M., Weyreter, H., & Engelhardt, W. V. (1986). Forestomach fluid volume and retention of fluid and particles in the gastrointestinal tract of the camel (*Camelus dromedarius*). *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 33(1-10), 396-399. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1986.tb00549.x>
- Henry Castañeda, C., Miluska Navarrete, Z., Alberto Sato, S., & Alexander Chávez, R. (2016). Osteometría del cráneo de la alpaca adulta (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(3), 403-420.
- Huanca Mamani, T. (1996). Manual del Alpaquero. In *Manual; Instituto Nacional de Investigación Agraria*.155.
- Hussein, A. J., Cani, M. M., & Hussein, D. M. (2016). Anatomical and histological studies of esophagus of one-humped camel (*Camelus dromedarius*). *Mirror Res Veterinary Sci Anim*, 5, 8-11.
- Ibrahim, Z. H., & Almundarij, T. I. (2023). Morphology of the dromedary camel stomach with reference to physiological adaptation. *Slovenian Veterinary Research*, 60.341.
- INGRAND, S. (2000). La digestion chez les camélidés; comparaison avec les ruminants. *INRAE Productions Animales*, 13(3), 165-176. doi: <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2000.13.3.3778>.
- Kaczensky, P., Adiya, Y., von Wehrden, H., Mijiddorj, B., Walzer, C., Gütthlin, D., Enkhbileg, D., & Reading, R. P. (2014). Space and habitat use by wild Bactrian camels in the Transaltai Gobi of southern Mongolia. *Biological Conservation*, 169, 311-318. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.033>.
- Kena, D. (2022). Review on camel production and marketing status in Ethiopia. *Pastoralism*, 12(1), 38. doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-022-00248-2>.
- Keum, G. B., Pandey, S., Kim, E. S., Doo, H., Kwak, J., Ryu, S., ... & Kim, H. B. (2024). Understanding the diversity and roles of the ruminal microbiome. *Journal Of Microbiology*, 1-14. doi: <https://doi.org/10.1007/s12275-024-00121-4>

- Khafipour, E., Li, S., Tun, H. M., Derakhshani, H., Moossavi, S., & Plaizier, J. C. (2016). Effects of grain feeding on microbiota in the digestive tract of cattle. *Anim. Front*, 6(2), 13-19. doi:
- Khalafalla, A. I., Hussein, M. F., & Bornstein, S. (2021). Evolution, distribution, and economic importance of the camels. *Infectious Diseases of Dromedary Camels: A Concise Guide*, 1-19. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-79389-0_1.
- Khan, N. A., El-Menyar, A., & Al-Thani, H. (2022). The nature and consequences of camel-related injuries: a scoping review with special reference to Arab Middle Eastern countries. *Injury*, 53(4), 1319-1328. doi: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.01.036>.
- Khanna, N. D., Rai, A. K., & Tandon, S. N. (2004). Camel breeds of India. *Journal of Camel Science*, 1, 8-15.
- Khanvilkar, A. V., Kulkarni, M. D., Yadav, G. B., Samant, S. R., Thorat, V. J., & Shisode, M. G. (2009). Desert friendly animal-the camel. *Veterinary World*, 2(6), 240-241.
- Khomeiri, M., & Yam, B. A. Z. (2015). Introduction to Camel origin, history, raising, characteristics, and wool, hair, and skin: a review. *Research Journal of Agricultural and Environmental Management*, 2, 177-187.
- Köhler-Rollefson, I. (2022). Camel biodiversity—and how to conserve it. *Animal Frontiers*, 12(4), 18-19. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfac042>.
- Konuspayeva, G., & Faye, B. (2021). Recent advances in camel milk processing. *Animals*, 11 (4), 1-22. doi: <https://doi.org/10.3390/ani11041045>.
- Kula, J. (2016). Medicinal values of camel milk. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 2(1), 018-025. doi: <http://dx.doi.org/10.17352/ijvsr.000009>.
- Lavrentyeva, E., Banzaraktsaeva, T., Kozyreva, L., Danilova, E., Tsyrenova, D., Dambaev, V., Buryukhaev, S., Abidueva, E., Begmatov, S., Mardanov, A., & Barkhutova, D. D. (2024). Fecal Microbiota and Feeding Habitats of Nomadic Indigenous Animals (Deer, Yak, Sheep and Camel) in Baikal Siberia (Russia). *Diversity*, 16(1), 52.
- Lechner-Doll, M., Von Engelhardt, W., Abbas, H. M., Mousa, L., Luciano, L., & Reale, E. (1995). Particularities in forestomach anatomy, physiology and biochemistry of

- camelids compared to ruminants. *Elevage et alimentation du dromadaire-Camel production and nutrition*. ed Tisser JL, 23, 19-32.
- Maloiy, G. M. O., & Kay, R. N. B. (1989). Digestive secretions in camels. *Options Méditerranéennes* 2.83-27.
- Mansour, M., Wilhite, R., Rowe, J., & Hafiz, S. (Eds.). (2023). Guide to ruminant anatomy: dissection and clinical aspects. John Wiley & Sons.
- Marín, J. C., Spotorno, A. E., González, B. A., Bonacic, C., Wheeler, J. C., Casey, C. S., Bruford, M.W., Palma, R.E., & Poulin, E. (2008). Mitochondrial DNA variation and systematics of the guanaco (*Lama guanicoe*, Artiodactyla: Camelidae). *Journal of Mammalogy*, 89(2), 269-281. doi: <https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-385R.1>
- Marín, J. C., Saucedo, C. E., Corti, P., & González, B. A. (2009). Application of DNA forensic techniques for identifying poached guanacos (*Lama guanicoe*) in Chilean Patagonia. *Journal of Forensic Sciences*, 54(5), 1073-1076. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01087.x>.
- Mau, M., Johann, A., Kaiser, T. M., Südekum, K. H., Martin, T., & von Koenigswald, W. (2020). Interaction between food, saliva, and tooth surface. in *Mammalian Teeth—Form and Function*, Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 81-86. doi: : <http://doi.org/10.23788/mamnteeth.05>.
- McLean, K., & Niehaus, A. J. (2022). General Biology and Evolution. In *Medicine and Surgery of Camelids* (pp. 1-18). John Wiley & Sons.
- Ming, L., Yi, L., Siriguleng, Hasi, S., He, J., Hai, L., Whang, Z., Guo, F., Qiao, X., & Jirimutu. (2017). Comparative analysis of fecal microbial communities in cattle and Bactrian camels. *PloS one*, 12(3), e0173062.
- Mirkena, T., Walelign, E., Tewolde, N., Gari, G., Abebe, G., & Newman, S. (2018). Camel production systems in Ethiopia: a review of literature with notes on MERS-CoV risk factors. *Pastoralism*, 8(1), 30. 1-17. doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-018-0135-3>.
- More, G., Regensburger, C., Gos, M. L., Pardini, L., Verma, S. K., Ctibor, J., Serrano-Martinez, M.E., Dubey, J.P., & Venturini, M. C. (2016). *Sarcocystis masoni*, n. sp.(Apicomplexa: Sarcocystidae), and redescription of *Sarcocystis aucheniae* from

- llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) and alpaca (*Vicugna pacos*). *Parasitology*, 143(5), 617-626. doi: <https://doi.org/10.1017/S003118201600007X>.
- Moula, N. (2023). Camel breeding in Algeria. *In Biology and Life Sciences Forum*. 22(1).1-3. doi: <https://doi.org/10.3390/blsf2023022004>.
- Moyano, S. R., Aragón, P. S., Álvarez, A., Ercoli, M. D., Geronazzo, L. L., & Fossati, J. G. (2022). Comparative anatomy of the skull of South American camelids. A contribution to their taxonomical identification. *Zoologischer Anzeiger*, 299, 82-95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.05.008>.
- Muñoz, A. E., & Simonetti, J. A. (2013). Diet of guanaco in sheep-free rangeland in Tierra del Fuego, Chile.
- Newbold, C. J., & Ramos-Morales, E. (2020). Ruminal microbiome and microbial metabolome: effects of diet and ruminant host. *Animal*, 14(S1), s78-s86. doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731119003252>
- Niehaus, A. (2009). Dental disease in llamas and alpacas. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 25(2), 772-775.
- Niehaus, A. J. (Ed.). (2022). *Medicine and Surgery of Camelids*. John Wiley & Sons.
- Orlando, L. (2016). Back to the roots and routes of dromedary domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(24), 6588-6590. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1606340113>.
- Ortiz, C., Cavero, J., Sillau, H., & Cueva, S. (1974). The parotid saliva of the alpaca (*Lama pacos*). *Research in Veterinary Science*, 16(1), 54-56. doi: [https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(18\)33774-3](https://doi.org/10.1016/S0034-5288(18)33774-3).
- Oselu, S., Ebere, R., & Arimi, J. M. (2022). Camels, camel milk, and camel milk product situation in Kenya in relation to the world. *International Journal of Food Science*, 2022. doi: <https://doi.org/10.1155/2022/1237423>.
- Otgonsuren, D., Sivakumar, T., Amgalanbaatar, T., Enkhtaivan, B., Narantsatsral, S., Davaasuren, B., Zoljargal, M., Munkhgerel, D., Davkharbayar, B., Batmagnai, E., Tuvshintulga, B., Ahedor, B., Myagmarsuren, P., Battur, B., Battsetseg, B., & Yokoyama, N. (2022). Molecular survey of bovine Babesia species in Bactrian camels (*Camelus bactrianus*) in Mongolia. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 13(1), 101871. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101871>.

- Ouajd, S., & Kamel, B. (2009). Physiological particularities of dromedary (*Camelus dromedarius*) and experimental implications. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 36(1), 19-29. doi: <https://doi.org/10.23675/sjlas.v36i1.165>.
- Palma-Hidalgo, J. M., Belanche, A., Jiménez, E., Martín-García, A. I., Newbold, C. J., & Yáñez-Ruiz, D. R. (2021). Saliva and salivary components affect goat rumen fermentation in short-term batch incubations. *Animal*, 15(7), 1-5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100267>.
- Parés-Casanova, P. M., Siddiq, A. B., Morilla-Gorgot, C., & Onar, V. (2020). Lower palatine developmental instability in hybrid Old World camelids. *Journal Of Advanced Veterinary And Animal Research*, 7(4), 663-668. doi: <https://doi.org/10.5455/javar.2020.g465>.
- Patel, D., Pinto, S., & Pal, M. (2022). A Comprehensive Review on the Properties of Camel Milk and Milk Products. *International Journal Of Food Science And Agriculture*, 6(2), 200-207.
- Pathak, V., & Rajput, R. (2021). Importance of buccal hygiene in livestock. *Indian Farmer*. 8(9), 487-490.
- Polidori, P., Cammertoni, N., Santini, G., Klimanova, Y., Zhang, J. J., & Vincenzetti, S. (2021). Nutritional properties of camelids and equids fresh and fermented milk. *Dairy*. 2(2), 288-302. doi: <https://doi.org/10.3390/dairy2020024>.
- Ponce Quispe, W., & Merlo Maydana, F. E. (2020). Degradabilidad in situ de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 4(11), 135-156.
- Popova, T., Tejeda, L., Peñarrieta, J. M., Smith, M. A., Bush, R. D., & Hopkins, D. L. (2021). Meat of South American camelids-Sensory quality and nutritional composition. *Meat Science*, 171,1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108285>.
- Price, E. O. (1984). Behavioral aspects of animal domestication. *The quarterly review of biology*, 59(1), 1-32.
- Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic*

- Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales*, 45, 1-14. doi: <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>.
- Radhi, A. (2017). *A Quantitative Study of Hunter-Schreger Bands in the Tooth Enamel of Camelus Dromedarius* (Doctoral dissertation, Royal College of Surgeons in Ireland). 70-81.
- Raziq, A., & Younas, M. (2006). White Camels of Balochistan. *Science International-Lahore*, 18(1), 1-3.
- Rowen, D., & Frandson, W. Lee Wilke Anna Dee Fails (2009). *Anatomy and Physiology of Farm Animals*.
- Roy, D., Ye, A., Moughan, P. J., & Singh, H. (2020). Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species—A review. *Frontiers in Nutrition*, 7 (2020), 1-17. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.577759>.
- Rutagwenda, T., Lechner-Doll, M., Kaske, M., Engelhardt, W. V., Schultka, W., & Schwartz, H. J. (1989). Adaptation strategies of camels on a thornbush savannah pasture: comparison with other domestic animals. *Options méditerranéennes, série Séminaires*, 2, 69-73.
- Seifu, E. (2023). Camel milk products: innovations, limitations and opportunities. *Food Production, Processing And Nutrition*, 5(15), 1-20. doi: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00130-7>.
- Singh, R., Mal, G., Kumar, D., Patil, N. V., & Pathak, K. M. L. (2017). Camel milk: an important natural adjuvant. *Agricultural Research*, 6, 327-340. doi: <https://doi.org/10.1007/s40003-017-0284-4>.
- Soler, R. M., Pastur, G. M., Lencinas, M. V., & Borrelli, L. (2013). Seasonal diet of Lama guanicoe (Camelidae: Artiodactyla) in a heterogeneous landscape of South Patagonia. *Bosque*, 34(2), 129-141.
- Soliman, M. K. (2015, January). Functional anatomical adaptations of dromedary (Camelus dromedarius) and ecological evolutionary impacts in KSA. In *International Conference on Plant, Marine and Environmental Sciences (PMES)*. 1(2), 19-22. doi: <http://dx.doi.org/10.15242/IICBE.C0115058>.
- Suchodolski, J. S. (2022). Analysis of the gut microbiome in dogs and cats. *Veterinary Clinical Pathology*, 50, 6-17. doi: <https://doi.org/10.1111/vcp.13031>.

- Tadesse, Y., Urge, M., Abegaz, S., Kurtu, M. Y., Kebede, K., & Dessie, T. (2014). Husbandry and breeding practices of dromedary camels among pastoral communities of Afar and Somali regional states, Ethiopia. *Journal Of Agriculture And Environment For International Development*, 108(2), 167-189.
- Tapio, I., Snelling, T. J., Strozzi, F., & Wallace, R. J. (2017). The ruminal microbiome associated with methane emissions from ruminant livestock. *Journal Of Animal Science And Biotechnology*, 8, 1-11. doi: <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0141-0>
- Taraborelli, P., Moreno, P., & Torres, M. E. M. (2019). Are there different vigilance strategies between types of social units in *Lama guanicoe*?. *Behavioural processes*, 167,1-6. doi: <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2019.103914>
- Tleumuratov, A., & Kaliev, B. (2023). Economic and biological features of camels. *American Journal Of Research In Humanities And Social Sciences*, 13, 162-164.
- Vater, A., & Maierl, J. (2018). Adaptive anatomical specialization of the intestines of alpacas taking into account their original habitat and feeding behaviour. *The Anatomical Record*, 301(11), 1840-1851. doi: <https://doi.org/10.1002/ar.23863>
- Victor, Sierpe. (2015). Atlas Osteológico del guanaco (*Lama guanicoe*).
- Vilá, B. (2016). *Camélidos sudamericanos* (Vol. 40). Eudeba.
- Vilá, B., & Arzamendia, Y. (2022). South American Camelids: their values and contributions to people. *Sustainability Science*, 17(3), 707-724. doi: <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00874-y>.
- Volpato, G., Dioli, M., & Di Nardo, A. (2017). Piebald camels. *Pastoralism*, 7(1), 1-17. doi: <https://doi.org/10.1186/s13570-017-0075-3>.
- Wang, J. L., Lan, G., Wang, G. X., Li, H. Y., & Xie, Z. M. (2000). Anatomical subdivisions of the stomach of the Bactrian camel (*Camelus bactrianus*). *Journal Of Morphology*, 245(2), 161-167. doi: [https://doi.org/10.1002/1097-4687\(200008\)245:2<161::AID-JMOR6>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1097-4687(200008)245:2<161::AID-JMOR6>3.0.CO;2-B).
- Wani, N. A., Wernery, U., Hassan, F. A. H., Wernery, R., & Skidmore, J. A. (2010). Production of the first cloned camel by somatic cell nuclear transfer. *Biology Of Reproduction*, 82(2), 373-379. doi: <https://doi.org/10.1095/biolreprod.109.081083>.

- Warda, M., Prince, A., Kim, H. K., Khafaga, N., Scholkamy, T., Linhardt, R. J., & Jin, H. (2014). Proteomics of old world camelid (*Camelus dromedarius*): Better understanding the interplay between homeostasis and desert environment. *Journal of Advanced Research*, 5(2), 219-242. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.03.004>
- Wheeler, J. C. (2006). Historia natural de la vicuña. *Investigación, conservación y manejo de vicuñas*, 1-11.
- Wheeler, J. C. (2012). South American camelids-past, present, and future. *Journal of Camelid Science*, 5(1), 1-24.
- Wilson, R. T. (1989). The Camel. En Tisserand J.-L. (ed.), *The nutritional requirements of camel*, 171-179. Zaragoza.
- Wilson, RT (1984). El camello (págs. 83-101). Londres: Longman.
- Yacobaccio, H. D. (2021). The domestication of South American camelids: a review. *Animal Frontiers*, 11 (3), 43-51. doi: <https://doi.org/10.1093/af/vfaa065>.
- Yahaya, A., Olopade, J. O., Kwari, H. D., & Wiam, I. M. (2012). Osteometry of the Skull of One-Humped Camels: Part I: Immature Animals. *Italian Journal of Anatomy and Embriology*, 117 (1), 23-33.
- Yılmaz, O., & Ertuğrul, M. (2015). Zootekni Bilimi Açısından Türkiye'de Deve Güreşleri. *Hayvansal Üretim*, 56(1), 70-79.
- Zhang, Y., Choi, S. H., Nogoy, K. M., & Liang, S. (2021). The development of the gastrointestinal tract microbiota and intervention in neonatal ruminants. *Animal*, 15(8), 100316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100316>.
- Zarrin, M., Riveros, J. L., Ahmadpour, A., de Almeida, A. M., Konuspayeva, G., Vargas-Bello-Pérez, E., Faye, B., & Hernández-Castellano, L. E. (2020). Camelids: new players in the international animal production context. *Tropical animal health and production*, 52, 903-913. doi: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02197-2>.