



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA**

Carne de guanaco (*Lama guanicoe*) para consumo humano

Bioq. Betiana Romina Garrido

Directora: Dra. María Angélica Fajardo
Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Co-directora: Dra. Marcela Aida González
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas
Universidad Nacional del Litoral

Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

2026

A mis padres Norka y Héctor, por su amor y guía incondicional.

A mis hermanos Claudia y Darío, por su compañía y apoyo constante.

A mi sobrino Valentino, por ser mi fuente de alegría y ternura.

A mi pareja Javier, por caminar a mi lado con amor y fortaleza.

AGRADECIMIENTOS

A la Educación Pública, que me brindó la oportunidad de formarme desde los primeros años en la Escuela Provincial N° 32, continuar en el Colegio Universitario Patagónico y finalmente llegar a la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, institución en la que he desarrollado y continuó consolidando mi trayectoria académica y científica.

A mi directora, Dra. María Angélica Fajardo, por guiarme y acompañarme desde mis inicios en la cátedra de Bromatología y Nutrición, y por brindarme la oportunidad de llevar adelante este trabajo de tesis doctoral, ofreciéndome su constante apoyo y orientación en cada etapa del camino.

A mi co-directora, Dra. Marcela González, por sus sabios consejos, su disposición incondicional y su acompañamiento cercano, que hicieron más amena esta trayectoria.

A la cátedra de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires: Dra. María Julieta Binaghi, Dra. Karina Cellerino, Dra. Carola Greco, Dra. Laura López y Farm. Viviana Rodríguez, por su generosa colaboración y el enriquecedor intercambio de conocimientos, que contribuyeron a mi formación.

Al Centro de Investigación Científica y de Transferencia Tecnológica a la Producción (CICyTTP-CONICET) de la Universidad Autónoma de Entre Ríos: Dra. Pamela Leiva, Dra. Melina Simoncini y Lic. Florencia Valli, por sus valiosas contribuciones al progreso de esta investigación.

Al Dr. Raúl Cian del Instituto de Tecnología de los Alimentos y el Dr. Facundo Cuffia de la Facultad de Ingeniería Química, ambos de la Universidad del Litoral, por los aportes brindados que fortalecieron este estudio.

A la Ing. Paola Fazzari, el Ing. Juan José Anglesio y el Sr. Alberto Miño de la Estancia “La Paulina”, por su invaluable colaboración y el esfuerzo dedicado en la recolección de las muestras, que hizo posible la realización de este trabajo.

A mis colegas y amigos del Departamento de Bioquímica: Nacho, Laura, Carla, Lucía, Lara, Cecilia, Adriana y Marco, por estar siempre dispuestos a ayudarme y por la complicidad en el día a día, lo que hizo más fácil este largo camino.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS	16
ÍNDICE DE FIGURAS.....	18
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	19
1. INTRODUCCIÓN	25
1.1. Carne para la alimentación humana	25
1.2. Beneficios nutricionales de la carne.....	27
1.2.1. Macronutrientes.....	29
1.2.2. Micronutrientes	33
1.3. Producción y consumo de carne.....	37
1.3.1. Hábitos de consumo de carne en Argentina	44
1.3.2. Carnes no tradicionales	46
1.3.3. Producción sostenible de carnes.....	54
1.4. Camélidos sudamericanos	55
1.4.1. Guanaco.....	59
1.4.2. Aspectos nutricionales de la carne de camélidos sudamericanos.....	65
1.4.3. Producción y consumo de carne de camélidos sudamericanos	71
1.4.4. Aspecto higiénico-sanitario de la carne de camélidos sudamericanos	74
1.5. Hipótesis.....	76
2. OBJETIVOS	78
2.1. Objetivo general	78
2.2. Objetivos específicos.....	78
3. MATERIALES Y MÉTODOS	80
3.1. Tipo de estudio.....	80
3.2. Población y muestra	80
3.2.1. Identificación biológica de la especie	80
3.2.2. Zona de muestreo	80
3.2.3. Obtención de las muestras.....	81

3.2.4. Técnica de muestreo y tamaño de muestra.....	82
3.3. Reparos éticos	83
3.4. Variables de estudio	83
3.4.1. Composición centesimal	83
3.4.2. Contenido de colesterol.....	83
3.4.2.1. Saponificación y extracción de colesterol libre.....	83
3.4.2.2. Cuantificación de colesterol	84
3.4.3. Contenido de minerales.....	84
3.4.3.1. Lavado del material.....	84
3.4.3.2. Determinación de P.....	84
3.4.3.2.1. Mineralización vía seca.....	84
3.4.3.2.2. Preparación del estándar.....	84
3.4.3.2.3. Cuantificación de P	85
3.4.3.3. Determinación de Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn	85
3.4.3.3.1. Secado y molienda	85
3.4.3.3.2. Mineralización por vía húmeda.....	85
3.4.3.3.3. Análisis elemental cuantitativo	85
3.4.4. Contenido de vitaminas.....	86
3.4.4.1. Vitaminas liposolubles	86
3.4.4.1.1. Tratamiento de las muestras.....	86
3.4.4.1.2. Preparación de las soluciones estándares	86
3.4.4.1.2.1. Solución estándar de vitamina A.....	86
3.4.4.1.2.2. Solución estándar de vitamina E.....	87
3.4.4.1.3. Condiciones cromatográficas	87
3.4.4.2. Vitaminas hidrosolubles.....	87
3.4.4.2.1. Tratamiento de las muestras.....	87
3.4.4.2.2. Preparación de las soluciones estándares	87
3.4.4.2.3. Condiciones cromatográficas	88
3.4.5. Perfil de ácidos grasos.....	88
3.4.5.1. Extracción de lípidos.....	88
3.4.5.2. Metilación	88
3.4.5.3. Análisis cuantitativo.....	88

3.4.5.4. Evaluación de la calidad de los lípidos	89
3.4.6. Perfil de aminoácidos	89
3.4.6.1. Derivatización de las muestras	89
3.4.6.2. Condiciones cromatográficas	90
3.4.7. Calidad proteica.....	90
3.4.8. Identificación de la proteína.....	90
3.4.8.1. Muestras	90
3.4.8.2. Desgrasado/deshidratado de las muestras	91
3.4.8.3. Extracción de proteínas totales.....	91
3.4.8.4. Electroforesis.....	91
3.4.9. Análisis sensorial.....	92
3.4.9.1. Preparación de las muestras	92
3.4.9.2. Caracterización sensorial basada en consumidores	92
3.4.9.3. Aceptabilidad (<i>Overall Liking</i>)	93
3.4.9.4. Preguntas: marque todo lo que aplique (<i>CATA questions</i>).....	93
3.4.9.5. Análisis de penalización.....	93
3.4.10. Análisis estadístico.....	94
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	96
4.1. Composición centesimal	96
4.2. Contenido de colesterol.....	102
4.3. Contenido de minerales.....	105
4.4. Contenido de vitaminas.....	110
4.5. Perfil de ácidos grasos.....	112
4.6. Perfil de aminoácidos.....	121
4.7. Calidad proteica	123
4.8. Propuesta de rótulo nutricional	125
4.9. Identificación de la proteína.....	127
4.10. Análisis sensorial	132
5. CONCLUSIONES	143
6. PERSPECTIVAS FUTURAS	146
7. BIBLIOGRAFÍA.....	149

RESUMEN

La carne en la dieta humana constituye una fuente importante de proteínas de alto valor biológico y micronutrientes como vitaminas y minerales, algunos de los cuales sólo están disponibles o tienen mayor biodisponibilidad en productos de origen animal. A nivel global, la producción y el consumo de carne siguen aumentando a medida que la demanda se ve impulsada por el crecimiento de la población y la globalización de los sistemas alimentarios. El volumen de carne producido en el año 2023 a nivel mundial alcanzó los 363 millones de toneladas. El pollo, el cerdo y la vaca representaron casi el 90% de la producción mundial entre 2000 y 2023. En el caso de Argentina, el sector cárnico se caracteriza principalmente por la producción vacuna. El consumo de carne promedio a nivel nacional se encuentra entre los mayores del mundo, alcanzando los 114 kg/persona en 2022. Las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA) recomiendan incorporar carnes rojas con una frecuencia de hasta tres veces por semana, como así también diversificar el consumo de carnes debido al fuerte hábito de consumo de carne vacuna y la escasez de carnes magras en la dieta.

En este contexto, el consumo de carnes no convencionales como complemento de las carnes tradicionales adquiere creciente relevancia. Se percibe que las carnes de animales silvestres o criados en libertad presentan características nutricionales intrínsecamente mejores respecto a las carnes de consumo habitual. La mayoría de estas carnes presenta un valor energético relativamente bajo, un alto nivel de proteína y un bajo contenido en grasa y colesterol. Además, la carne de caza silvestre presenta un perfil de ácidos grasos más saludable, mostrando una mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), especialmente de la serie n-3. También se ha demostrado que estas carnes presentan concentraciones más elevadas de macro y microelementos, como P, Mg, Fe y Zn, junto con un contenido significativo de vitaminas del grupo B y vitamina E, en comparación con carnes provenientes de sistemas de cría intensiva. Por lo tanto, la carne de especies no convencionales es una alternativa interesante a considerar como componente de la dieta humana.

Los camélidos sudamericanos (CSA) incluyen dos especies domésticas: la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*), y dos especies silvestres: la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*). El aprovechamiento sostenible de los CSA contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con la lucha contra el hambre, la erradicación de la pobreza extrema y la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres. En particular, el guanaco es el ungulado silvestre de mayor tamaño y más amplia distribución. *L. g. guanicoe* se encuentra particularmente concentrado en la Patagonia argentina, con una población estimada de 1.066.000 individuos en la provincia de Santa Cruz y 657.304 ejemplares en la provincia del Chubut. El Código Alimentario Argentino (CAA) incluye al guanaco dentro de la categoría de productos de caza mayor. Actualmente, el país

cuenta con un único establecimiento frigorífico con tránsito federal habilitado por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) en la provincia de Santa Cruz. A fines de 2018, se concretó la exportación de carne sin hueso con destino a Bélgica, además de la inserción y distribución de diferentes cortes en el mercado interno. Una de las principales limitaciones para la producción y comercialización de carne de CSA es la presencia de macro y microquistes intramusculares del parásito *Sarcocystis* spp., lo que provoca el rechazo de la canal por parte de las autoridades sanitarias y la devaluación de su valor comercial.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los aspectos nutricionales de los cortes de uso comercial (lomo y peceto) de la carne de guanaco (*L. g. guanicoe*), del departamento Escalante de la provincia de Chubut (Argentina), durante los años 2019, 2022 y 2023.

El lugar seleccionado para la obtención de las muestras fue la estancia “La Paulina”, ubicada a 66 km al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Los animales utilizados en el estudio procedieron de zonas con predominio de un sistema de producción extensivo, donde la alimentación está basada en pastos nativos. El periodo de muestreo anual se adaptó a la temporada de caza habilitada por la Dirección de Flora y Fauna Silvestre de la provincia del Chubut. Se obtuvieron las muestras de 10 ejemplares machos adultos de *L. g. guanicoe* durante cada año de muestreo. Las muestras fueron obtenidas al azar y faenadas en el campo. Se conservaron a -20 °C y se transportaron refrigeradas al laboratorio hasta el momento de su procesamiento.

Se determinó humedad a 100–105 °C (AOAC 950.46), proteínas por Kjeldahl (factor = 6,25) (AOAC 920.153), grasas por Soxhlet (AOAC 960.39), cenizas a 500–600 °C (AOAC 928.08), y carbohidratos por diferencia. El contenido de colesterol se determinó por método enzimático (Wiener lab®). La determinación de P se realizó por el método colorimétrico de Gomori y el contenido de Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn se determinó mediante espectrómetro de absorción atómica (Perkin Elmer® AAnalyst 400). La determinación de vitaminas A, B2, B6 y E se llevó a cabo por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Waters™). El análisis cuantitativo de ácidos grasos se realizó por cromatografía gaseosa (Shimadzu®). La determinación cuantitativa de aminoácidos se realizó mediante HPLC (Perkin Elmer®). Se realizó el patrón electroforético de las proteínas de la carne en geles de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE).

Para la caracterización sensorial basada en consumidores se seleccionaron 3 tipos de carnes rojas: guanaco, cordero y vaca, las cuales se cocinaron bajo la misma metodología de braseado. Se reclutaron un total de 68 consumidores que dieron su consentimiento informado por escrito. Las pruebas se realizaron en un laboratorio sensorial en cabinas individuales (ISO8589). Se pidió a los consumidores que degustaran las muestras y calificaran su gusto general mediante una puntuación hedónica horizontal (1 = me disgusta muchísimo, 9 = me gusta muchísimo). Asimismo, se les solicitó completar una pregunta de marque todo lo que aplique

(CATA) con 29 términos relacionados con las características sensoriales de los diferentes tipos de carnes.

Los resultados descriptivos se expresaron como promedio \pm desvío estándar, las diferencias se analizaron con el Test de Student y Tukey-Kramer, utilizando el paquete informático INSTAT 2.02. Se llevó a cabo Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía con prueba de Tukey para el gusto general, la prueba Q de Cochran para el análisis sensorial CATA, complementada con Análisis de Coordenadas Principales y Análisis de Correspondencias, mediante el programa XLSTAT 2014. En todos los casos se consideró como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$ y altamente significativo un $p < 0,01$.

La composición centesimal de los cortes lomo y peceto, expresada en g/100 g de carne cruda de guanaco ($n = 10$), para el año 2019, fue: humedad $75,5 \pm 0,03$ y $75,4 \pm 0,04$; proteínas $21,6 \pm 0,12$ y $21,6 \pm 0,07$; grasas totales $0,31 \pm 0,01$ y $0,34 \pm 0,01$; cenizas $1,22 \pm 0,03$ y $1,19 \pm 0,03$; y carbohidratos $1,37$ y $1,47$; respectivamente. El corte peceto presentó un contenido de grasa significativamente más elevado ($p < 0,05$), mientras que no se observaron diferencias estadísticas para el resto de los nutrientes ($p > 0,05$). La composición centesimal de los cortes lomo y peceto, expresada en g/100 g de carne cruda de guanaco ($n = 10$), para el año 2022, fue: humedad $75,1 \pm 0,13$ y $75,2 \pm 0,06$; proteínas $22,2 \pm 0,23$ y $22,3 \pm 0,18$; grasas totales $0,69 \pm 0,01$ y $0,68 \pm 0,02$; cenizas $0,85 \pm 0,03$ y $0,88 \pm 0,04$; y carbohidratos $1,14$ y $0,95$; respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre la composición de ambos cortes. La composición centesimal de los cortes lomo y peceto, expresada en g/100 g de carne cruda de guanaco ($n = 10$), para el año 2023, fue: humedad $76,6 \pm 0,14$ y $76,7 \pm 0,17$; proteínas $20,6 \pm 0,21$ y $20,5 \pm 0,25$; grasas totales $0,58 \pm 0,03$ y $0,53 \pm 0,03$; cenizas $1,07 \pm 0,04$ y $1,02 \pm 0,02$; y carbohidratos $1,21$ y $1,19$; respectivamente. Se observó un mayor contenido de grasa en el corte lomo ($p < 0,05$), mientras que no se evidenciaron diferencias estadísticas para el resto de los nutrientes ($p > 0,05$).

El contenido de colesterol en los cortes lomo y peceto, expresado en mg/100 g de carne cruda de guanaco ($n = 10$), para el año 2022, fue: $58,9 \pm 4,52$ y $64,4 \pm 4,20$; respectivamente; mientras que para el año 2023 fue: $43,5 \pm 3,17$ y $37,8 \pm 2,10$; respectivamente. No se observaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre el contenido de ambos cortes en cada año de muestreo.

La concentración de minerales en los cortes lomo y peceto, expresada en mg/100 g de carne cruda de guanaco ($n = 10$), para el año 2022, fue: P $281 \pm 52,8$ y $290 \pm 62,2$; Ca $1,98 \pm 0,33$ y $1,93 \pm 0,22$; Na $57,4 \pm 0,38$ y $56,1 \pm 0,71$; K $159 \pm 1,31$ y $158 \pm 1,37$; Mg $5,04 \pm 0,23$ y $4,82 \pm 0,38$; Fe $2,61 \pm 0,04$ y $2,13 \pm 0,04$; y Zn $1,65 \pm 0,01$ y $1,63 \pm 0,03$; respectivamente. No se registraron diferencias estadísticas significativas entre la composición de ambos cortes ($p > 0,05$).

El contenido de vitaminas en los cortes lomo y peceto, correspondiente al año 2022, fue: vitamina A $21,4 \pm 4,00$ y $15,2 \pm 3,00$, expresada en $\mu\text{g}/100$ g de carne cruda de guanaco ($n = 10$); vitamina E $0,260 \pm 0,051$ y $0,333 \pm 0,069$; vitamina B2 $0,036 \pm 0,001$ y $0,032 \pm 0,002$; y

vitamina B6 $0,203\pm 0,003$ y $0,174\pm 0,003$, expresadas en mg/100 g carne cruda de guanaco (n = 10), respectivamente. No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre el contenido de ambos cortes ($p > 0,05$).

Los ácidos grasos identificados en la carne de guanaco, analizada en el año de muestreo 2022, variaron entre C12:0 y C24:0. Entre los ácidos grasos saturados (AGS), el ácido palmítico (C16:0) y el esteárico (C18:0) fueron los más abundantes. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el ácido láurico (C12:0) con concentraciones más elevadas en lomo, y para el araquídico (C20:0) con mayor valor en peceto, y altamente significativas ($p < 0,01$) para el tridecanoico (C13:0) con mayor proporción en lomo. Dentro de los ácidos grasos monoinsaturados (AGM), el ácido vaccénico (C18:1n-7) predominó en ambos cortes, registrándose diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para el lauroleico (C12:1), miristoleico (C14:1) y gadoleico (C20:1n-11) con valores mayores en lomo, y para el tridecenoico (C13:1) y pentadecenoico (C15:1) con valores mayores en peceto; mientras que el heptadecenoico (C17:1) mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) con mayor concentración en peceto. En cuanto a los AGPI, los principales fueron el ácido linoleico (C18:2n-6) y el araquidónico (C20:4n-6), sin diferencias significativas entre los cortes ($p > 0,05$). El contenido de ácidos grasos implicados en la salud humana de los cortes lomo y peceto, expresado en g/100 g de ácidos grasos totales de carne cruda de guanaco (n = 10), para el año 2022, fue: AGS $42,1\pm 0,88$ y $39,0\pm 7,23$; AGM $22,2\pm 3,00$ y $27,8\pm 3,11$; AGPI $35,7\pm 2,71$ y $33,2\pm 4,25$; serie n-6 $26,4\pm 1,61$ y $22,9\pm 1,98$; y serie n-3 $6,93\pm 0,35$ y $6,24\pm 0,55$; respectivamente. El contenido de AGS fue significativamente mayor en el lomo ($p < 0,05$), mientras que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre el resto de ácidos grasos. Los índices de calidad nutricional de los cortes lomo y peceto, expresados en g/100 g de ácidos grasos totales de carne cruda de guanaco (n = 10), para el año 2022, fue: AGPI/AGS $0,85\pm 0,06$ y $0,88\pm 0,25$; n-6/n-3 $3,81\pm 0,11$ y $3,67\pm 0,32$; e índice aterogénico (IA) $0,39\pm 0,01$ y $0,35\pm 0,13$; respectivamente. El IA fue significativamente menor en peceto ($p < 0,01$) y no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las relaciones AGPI/AGS y n-6/n-3.

El perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto, expresado en g/100 g de proteína de carne cruda de guanaco (n = 10), determinado en el año de muestreo 2022, fue: Asp $7,96\pm 0,16$ y $7,48\pm 0,23$; Glu $21,8\pm 0,21$ y $21,4\pm 0,16$; Ser $14,5\pm 0,89$ y $14,4\pm 0,18$; Gly $3,98\pm 0,17$ y $3,53\pm 0,09$; Arg $9,99\pm 0,07$ y $10,0\pm 0,30$; Ala $3,85\pm 0,08$ y $4,13\pm 0,17$; Pro $1,41\pm 0,00$ y $1,79\pm 0,07$; Tyr $2,35\pm 0,07$ y $2,36\pm 0,02$; Cys $0,87\pm 0,03$ y $0,96\pm 0,02$; Val $4,81\pm 0,09$ y $4,57\pm 0,04$; Met $3,04\pm 0,05$ y $5,29\pm 0,04$; Ile $3,67\pm 0,07$ y $3,44\pm 0,02$; Leu $6,73\pm 0,14$ y $6,36\pm 0,05$; Phe $4,98\pm 0,14$ y $4,73\pm 0,02$; Trp $0,83\pm 0,08$ y $0,79\pm 0,01$; Lys $4,77\pm 0,12$ y $4,61\pm 0,03$; His $2,42\pm 0,04$ y $2,14\pm 0,11$; y Thr $2,91\pm 0,17$ y $2,76\pm 0,13$; respectivamente. En general, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de aminoácidos entre ambos cortes, con excepción de los niveles de Ser ($p < 0,05$) y Phe ($p < 0,01$) que fueron más altos en lomo, y los

niveles de Pro y Met que fueron más alto en el corte peceto ($p < 0,01$). La calidad de la proteína de la carne cruda de guanaco, teniendo en cuenta las necesidades del preescolar, reveló un valor del puntaje químico (CS) de 82% y un valor de la puntuación de aminoácidos indispensables digeribles (DIAAS) de 0,82. En ambos casos, la Lys se evidenció como el aminoácido limitante.

La metodología electroforética permitió detectar la proteína de carne de guanaco en sistemas modelos de mezclas con otras especies cárnicas para detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos. En el densitograma de carne de guanaco se encontraron los picos G1 de 89,6 kD; G2 de 69,5 kD; G3 de 29,8 kD y G4 de 22,1 kD; en el de carne vacuna los picos V1 y V2; en el de pollo el pico P; y en el de carne de cerdo el pico C. Los picos G1, G2 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne vacuna, ya que no se superponen a los picos V1 y V2 característicos de la carne de vaca. Los picos G1, G3 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne porcina ya que no se superponen el pico C característico de la carne de cerdo.

Se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones generales de gusto de los diferentes tipos de carnes braseadas ($p < 0,05$). Los puntajes de aceptabilidad fueron $6,94 \pm 1,39$; $6,91 \pm 1,48$ y $6,38 \pm 1,28$ para las muestras de guanaco, cordero y vaca; respectivamente. La carne de guanaco fue estadísticamente más aceptada que la carne de vaca; sin embargo, no mostró diferencias con la carne de cordero. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en 8 de los 29 términos de la pregunta CATA: blando, rico, duro, lo compraría, aroma agradable, ácido, difícil de comer y seco. Las carnes de guanaco y cordero mostraron percepciones similares, mientras que la carne de vaca fue percibida como más seca, más dura, más difícil de comer, menos blanda, menos rica y con menor intención de compra respecto de las otras carnes. El análisis de coordenadas principales pudo evidenciar que el gusto de los consumidores se caracterizó por los términos que se hallaron próximos al *liking*: llamativo, rico, aroma y color agradable, sabroso y lo compraría. El análisis de correspondencia mostró que los consumidores percibieron la carne de guanaco como nutritiva, jugosa, llamativa, rica y con intención de compra (los tres últimos asociados al *liking*); la carne de cordero como brillante, fácil de comer, blanda, sabrosa y de aroma agradable (los dos últimos asociados al *liking*); y la carne de vaca como sabor pobre, salada, seca y fibrosa.

El guanaco es una especie silvestre y abundante en la Patagonia argentina, cuya carne resulta muy atractiva para el consumo humano debido a su destacado valor nutritivo. Este alimento autóctono representa una opción alimentaria regional, con un potencial posicionamiento en los mercados nacional e internacional como una carne no convencional. El estudio sobre la calidad nutricional de la carne de guanaco patagónico permitiría promover el aprovechamiento de este recurso a través de su uso sustentable, contribuyendo a su valorización y ofreciendo una fuente alternativa de nutrientes para la alimentación humana.

En términos generales, respecto a otras carnes de consumo habitual, la carne cruda de ejemplares machos adultos de guanaco se caracteriza por un contenido de proteínas ligeramente mayor, un porcentaje de grasas totales significativamente menor y un nivel de colesterol ligeramente inferior, aportando un menor valor energético. El estudio sobre el contenido de micronutrientes que se analizaron en la carne de guanaco evidencia que presenta niveles de P y Fe más elevados que las carnes tradicionales. Además, la carne de guanaco presenta niveles de vitamina A considerablemente más elevados respecto de las carnes de consumo frecuente, mientras que los valores de vitamina B2 y B6 informados para guanaco en este estudio son los primeros reportados en carne de CSA.

Los cortes lomo y peceto de guanaco muestran un mayor porcentaje de ácido palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), vaccénico (C18:1n-7), linoleico (C18:2n-6) y araquidónico (C20:4n-6). La carne de guanaco presentó un contenido de AGM menor respecto de las carnes de consumo frecuente y de AGPI notablemente más elevado, con una relación n-6/n-3 cercana a 4:1 y un IA de 0,37.

La proteína de la carne cruda de guanaco contiene todos los aminoácidos indispensables (AAI), con una mayor proporción de Leu, seguida por Phe, Lys y Val, que en conjunto representan el 67% del total de AAI y el 21% del total de aminoácidos. La evaluación de la calidad proteica permite clasificar a la carne de guanaco como una fuente de proteína de buena calidad, considerado el grupo etario con mayores exigencias nutricionales en cuanto a requerimientos de AAI.

La metodología electroforética permitió detectar las especies cárnicas empleadas en la formulación de sistemas modelo de mezcla carne de guanaco/carne de vaca y carne de guanaco/carne de cerdo, en los que se pudieron identificar claramente los picos característicos de cada especie cárnica. En estos sistemas modelos, la presencia de carne de guanaco se presume a partir del 10% y se confirma a partir del 20%. Por lo tanto, se puede aplicar esta metodología al análisis de productos cárnicos comerciales frescos para verificar la presencia de carne de guanaco no declarada en los respectivos rótulos.

El análisis sensorial comprobó una buena aceptabilidad para la carne braseada de guanaco, por encima de la carne de vaca de consumo habitual, lo que demuestra el potencial en la factibilidad para su consumo y posible comercialización. Los consumidores percibieron la carne de guanaco como nutritiva, jugosa, llamativa, rica y con intención de compra.

Palabras clave: carne silvestre, composición nutricional, evaluación sensorial.

ABSTRACT

Meat in the human diet constitutes an important source of high biological value proteins and micronutrients such as vitamins and minerals, some of which are either exclusively available or display greater bioavailability in animal-derived products. Globally, meat production and consumption continue to rise, driven by population growth and the globalization of food systems. In 2023, global meat production reached 363 million tons. Poultry, pork, and beef accounted for nearly 90% of worldwide production between 2000 and 2023. In Argentina, the meat sector is primarily characterized by beef production. Average national meat consumption ranks among the highest in the world, reaching 114 kg/person in 2022. The Argentine Dietary Guidelines (GAPA) recommend the inclusion of red meats up to three times per week, while also encouraging diversification of meat consumption given the strong habit of beef intake and the scarcity of lean meats in the diet.

In this context, the consumption of non-conventional meats as a complement to traditional ones is gaining increasing relevance. It is perceived that meats from wild or free-ranging animals display intrinsically superior nutritional properties compared to conventional meats. Most of these meats provide relatively low energy, high protein levels, and low fat and cholesterol content. Moreover, wild game meat exhibits a healthier fatty acid profile, with a higher proportion of polyunsaturated fatty acids (PUFA), particularly of the n-3 series. These meats have also been shown to contain higher concentrations of macro and microelements, such as P, Mg, Fe, and Zn, as well as significant amounts of B-complex vitamins and vitamin E, compared with meats from intensive farming systems. Therefore, meat from non-conventional species represents an interesting alternative to be considered as a component of the human diet.

South American Camelids (SAC) include two domestic species—the alpaca (*Vicugna pacos*) and llama (*Lama glama*)—and two wild species—the vicuña (*Vicugna vicugna*) and guanaco (*Lama guanicoe*). The sustainable use of SAC contributes to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) related to eradicating hunger and extreme poverty, and promoting the sustainable use of terrestrial ecosystems. The guanaco, in particular, is the largest wild ungulate with the widest distribution. *L. g. guanicoe* is especially concentrated in Argentine Patagonia, with an estimated population of 1,066,000 individuals in Santa Cruz province and 657,304 in Chubut province. The Argentine Food Code (CAA) includes guanaco meat within the category of big game products. Currently, the country has only one federally authorized slaughterhouse under the National Service for Agri-Food Health and Quality (SENASA), located in Santa Cruz province. By late 2018, boneless guanaco meat was exported to Belgium, while different cuts were introduced and distributed in the domestic market. One of the main limitations for SAC meat production and commercialization is the occurrence of

intramuscular macro and microcysts of the parasite *Sarcocystis* spp., which leads to carcass condemnation by sanitary authorities and a subsequent decrease in commercial value.

The aim of the present study was to evaluate the nutritional aspects of commercial cuts (loin and round) of guanaco meat (*L. g. guanicoe*) from Escalante department, Chubut province (Argentina), during the years 2019, 2022, and 2023.

Samples were collected from “La Paulina” ranch, located 66 km north of Comodoro Rivadavia city. The animals used in the study originated from areas under extensive production systems, where feeding is based on native pastures. Sampling was adapted to the hunting season authorized by the Directorate of Wildlife of Chubut province. Ten adult male *L. g. guanicoe* individuals were sampled each year. Samples were randomly collected and slaughtered in the field, stored at -20 °C, and transported under refrigeration to the laboratory until processing.

Moisture was determined at 100–105 °C (AOAC 950.46), protein by Kjeldahl (factor = 6.25) (AOAC 920.153), fat by Soxhlet extraction (AOAC 960.39), ash at 500–600 °C (AOAC 928.08), and carbohydrates by difference. Cholesterol content was measured using an enzymatic method (Wiener lab®). Phosphorus was determined by Gomori’s colorimetric method, while Ca, Na, K, Mg, Fe, and Zn were analyzed by atomic absorption spectrophotometry (Perkin Elmer® AAnalyst 400). Vitamins A, B2, B6, and E were analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC) (Waters™). Fatty acid quantification was carried out by gas chromatography (Shimadzu®), and amino acid quantification by HPLC (Perkin Elmer®). Electrophoretic patterns of guanaco meat proteins were determined using sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE).

For consumer-based sensory evaluation, three types of red meats—guanaco, lamb, and beef—were braised under identical conditions. A total of 68 consumers, who provided informed consent, participated in the study. Tests were conducted in individual sensory booths (ISO 8589). Consumers rated overall liking on a nine-point hedonic scale (1 = dislike extremely; 9 = like extremely) and completed a check-all-that-apply (CATA) questionnaire with 29 sensory terms.

Descriptive results were expressed as mean \pm standard deviation. Differences were analyzed using Student’s t-test and the Tukey–Kramer test with the INSTAT 2.02 software package. A one-way Analysis of Variance (ANOVA) followed by Tukey’s test was performed for overall liking, while Cochran’s Q test was applied for the CATA sensory analysis, complemented with Principal Coordinates Analysis and Correspondence Analysis using XLSTAT 2014. In all cases, differences were considered statistically significant at $p < 0.05$ and highly significant at $p < 0.01$.

The proximate composition of loin and round cuts, expressed in g/100 g of raw guanaco meat ($n = 10$), for the year 2019, was: moisture 75.5 ± 0.03 and 75.4 ± 0.04 ; protein 21.6 ± 0.12 and 21.6 ± 0.07 ; total fat 0.31 ± 0.01 and 0.34 ± 0.01 ; ash 1.22 ± 0.03 and 1.19 ± 0.03 ; and carbohydrates

1.37 and 1.47, respectively. The round cut exhibited significantly higher fat content ($p < 0.05$), while no statistical differences were observed for the remaining nutrients ($p > 0.05$). The proximate composition of loin and round cuts, expressed in g/100 g of raw guanaco meat ($n = 10$), for the year 2022, was: moisture 75.1 ± 0.13 and 75.2 ± 0.06 ; protein 22.2 ± 0.23 and 22.3 ± 0.18 ; total fat 0.69 ± 0.01 and 0.68 ± 0.02 ; ash 0.85 ± 0.03 and 0.88 ± 0.04 ; and carbohydrates 1.14 and 0.95, respectively. No significant differences ($p > 0.05$) were found between cuts. The proximate composition of loin and round cuts, expressed in g/100 g of raw guanaco meat ($n = 10$), for the year 2023, was: moisture 76.6 ± 0.14 and 76.7 ± 0.17 ; protein 20.6 ± 0.21 and 20.5 ± 0.25 ; total fat 0.58 ± 0.03 and 0.53 ± 0.03 ; ash 1.07 ± 0.04 and 1.02 ± 0.02 ; and carbohydrates 1.21 and 1.19, respectively. The loin cut showed a significantly higher fat content ($p < 0.05$), whereas no statistical differences were found for the other nutrients ($p > 0.05$).

Cholesterol content, expressed in mg/100 g raw guanaco meat ($n = 10$) for 2022 was 58.9 ± 4.52 and 64.4 ± 4.20 in loin and round, respectively. In 2023, values were 43.5 ± 3.17 and 37.8 ± 2.10 , respectively. No significant differences ($p > 0.05$) were observed between cuts within each year.

The mineral concentration of loin and round cuts, expressed in mg/100 g of raw guanaco meat ($n = 10$), for the year 2023, was: P 281 ± 52.8 and 290 ± 62.2 ; Ca 1.98 ± 0.33 and 1.93 ± 0.22 ; Na 57.4 ± 0.38 and 56.1 ± 0.71 ; K 159 ± 1.31 and 158 ± 1.37 ; Mg 5.04 ± 0.23 and 4.82 ± 0.38 ; Fe 2.61 ± 0.04 and 2.13 ± 0.04 ; Zn 1.65 ± 0.01 and 1.63 ± 0.03 , respectively. No statistically significant differences were detected between cuts ($p > 0.05$).

Vitamin content of loin and round cuts, for the year 2023, was: vitamin A 21.4 ± 4.00 and 15.2 ± 3.00 , expressed in $\mu\text{g}/100$ g of raw guanaco meat ($n = 10$); vitamin E 0.260 ± 0.051 and 0.333 ± 0.069 mg/100 g; vitamin B2 0.036 ± 0.001 and 0.032 ± 0.002 mg/100 g; vitamin B6 0.203 ± 0.003 and 0.174 ± 0.00 , expressed in mg/100 g of raw guanaco meat ($n = 10$), respectively. No statistically significant differences were observed between cuts ($p > 0.05$).

The fatty acids identified in guanaco meat analyzed in the 2022 sampling year ranged from C12:0 to C24:0. Among saturated fatty acids (SFA), palmitic acid (C16:0) and stearic acid (C18:0) were the most abundant. Significant differences ($p < 0.05$) were observed for lauric acid (C12:0), with higher concentrations in loin, and for arachidic acid (C20:0), with higher values in round, as well as highly significant differences ($p < 0.01$) for tridecanoic acid (C13:0), with greater proportion in loin. Within monounsaturated fatty acids (MUFA), vaccenic acid (C18:1n-7) predominated in both cuts. Highly significant differences ($p < 0.01$) were found for lauroleic (C12:1), myristoleic (C14:1), and gadoleic acid (C20:1n-11), with higher values in loin, and for tridecenoic (C13:1) and pentadecenoic acid (C15:1), with higher values in round. Heptadecenoic acid (C17:1) showed significant differences ($p < 0.05$), with greater concentration in round. Regarding PUFA, the main ones were linoleic acid (C18:2n-6) and arachidonic acid (C20:4n-6), with no significant differences between cuts ($p > 0.05$). The fatty

acid content related to human health in loin and round cuts, expressed in g/100 g of total fatty acids in raw guanaco meat (n = 10) for 2022, was: SFA 42.1±0.88 and 39.0±7.23; MUFA 22.2±3.00 and 27.8±3.11; PUFA 35.7±2.71 and 33.2±4.25; n-6 series 26.4±1.61 and 22.9±1.98; and n-3 series 6.93±0.35 and 6.24±0.55, respectively. SFA content was significantly higher in loin (p < 0.05), whereas no statistically significant differences (p > 0.05) were detected for the remaining fatty acids. Nutritional quality indices of loin and round cuts, expressed in g/100 g of total fatty acids in raw guanaco meat (n = 10) for 2022, were: PUFA/SFA ratio 0.85±0.06 and 0.88±0.25; n-6/n-3 ratio 3.81±0.11 and 3.67±0.32; and atherogenic index (AI) 0.39±0.01 and 0.35±0.13, respectively. AI was significantly lower in round (p < 0.01), while no significant differences (p > 0.05) were observed for PUFA/SFA and n-6/n-3 ratios.

The amino acid profile of loin and round cuts, expressed in g/100 g of protein from raw guanaco meat (n = 10), determined in the 2022 sampling year, was: Asp 7.96±0.16 and 7.48±0.23; Glu 21.8±0.21 and 21.4±0.16; Ser 14.5±0.89 and 14.4±0.18; Gly 3.98±0.17 and 3.53±0.09; Arg 9.99±0.07 and 10.0±0.30; Ala 3.85±0.08 and 4.13±0.17; Pro 1.41±0.00 and 1.79±0.07; Tyr 2.35±0.07 and 2.36±0.02; Cys 0.87±0.03 and 0.96±0.02; Val 4.81±0.09 and 4.57±0.04; Met 3.04±0.05 and 5.29±0.04; Ile 3.67±0.07 and 3.44±0.02; Leu 6.73±0.14 and 6.36±0.05; Phe 4.98±0.14 and 4.73±0.02; Trp 0.83±0.08 and 0.79±0.01; Lys 4.77±0.12 and 4.61±0.03; His 2.42±0.04 and 2.14±0.11; and Thr 2.91±0.17 and 2.76±0.13, respectively. Overall, no significant differences (p > 0.05) were observed in amino acid content between cuts, except for Ser (p < 0.05) and Phe (p < 0.01), which were higher in loin, and Pro and Met, which were higher in round (p < 0.01). The protein quality of raw guanaco meat, considering preschool children's requirements, showed a Chemical Score (CS) value of 82% and a Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS) value of 0.82. In both cases, Lys was identified as the limiting amino acid.

The electrophoretic methodology enabled the detection of guanaco meat protein in model systems of mixtures with other meat species, allowing the identification of adulterations in fresh commercial meat products. In the guanaco meat densitogram, the following peaks were identified: G1 at 89.6 kD, G2 at 69.5 kD, G3 at 29.8 kD, and G4 at 22.1 kD; in bovine meat, peaks V1 and V2; in chicken meat, peak P; and in pork, peak C. Peaks G1, G2, and G4 allow the identification of guanaco meat in mixtures with bovine meat, as they do not overlap with the characteristic bovine peaks V1 and V2. Similarly, peaks G1, G3, and G4 allow the detection of guanaco meat in mixtures with pork, since they do not overlap with the characteristic porcine peak C.

Significant differences were found in overall liking scores among the different types of braised meats (p < 0.05). Acceptability scores were 6.94±1.39, 6.91±1.48, and 6.38±1.28 for guanaco, lamb, and beef samples, respectively. Guanaco meat was statistically more accepted than beef, although no differences were observed compared with lamb. Significant differences

($p < 0.01$) were found in 8 out of 29 terms of the CATA question: tender, tasty, tough, would buy, pleasant aroma, acidic, difficult to eat, and dry. Guanaco and lamb meats showed similar perceptions, while beef was perceived as drier, tougher, more difficult to eat, less tender, less tasty, and with lower purchase intent compared to the other meats. Principal Coordinates Analysis revealed that consumer liking was characterized by terms located close to overall liking: appealing, tasty, pleasant aroma and color, flavorful, and would buy. Correspondence Analysis showed that consumers perceived guanaco meat as nutritious, juicy, appealing, tasty, and with purchase intent (the last three associated with liking); lamb meat as bright, easy to eat, tender, flavorful, and with pleasant aroma (the last two associated with liking); and beef as poor flavor, salty, dry, and fibrous.

The guanaco is a wild and abundant species in Argentine Patagonia, whose meat is highly attractive for human consumption due to its outstanding nutritional value. This native food represents a regional dietary option with potential for positioning in both national and international markets as a non-conventional meat. Research on the nutritional quality of Patagonian guanaco meat would promote the utilization of this resource through sustainable use, contributing to its valorization and providing an alternative source of nutrients for human diets.

In general terms, compared with other commonly consumed meats, raw meat from adult male guanacos is characterized by a slightly higher protein content, a significantly lower percentage of total fat, and a slightly lower cholesterol level, thus providing a reduced energy value. The study of micronutrient content in guanaco meat shows higher levels of P and Fe compared to traditional meats. In addition, guanaco meat contains considerably higher levels of vitamin A relative to frequently consumed meats, while the values of vitamins B2 and B6 reported for guanaco in this study represent the first data published for South American camelid meat.

Guanaco loin and round cuts show higher percentages of palmitic acid (C16:0), stearic acid (C18:0), vaccenic acid (C18:1n-7), linoleic acid (C18:2n-6), and arachidonic acid (C20:4n-6). Guanaco meat exhibited a lower content of MUFA compared to commonly consumed meats and a notably higher content of PUFA, with an n-6/n-3 ratio close to 4:1 and an AI of 0.37.

The protein from raw guanaco meat contains all indispensable amino acids (IAA), with the highest proportion of Leu, followed by Phe, Lys, and Val, which together represent 67% of total IAA and 21% of total amino acids. The evaluation of protein quality allows guanaco meat to be classified as a good-quality protein source, considering the age groups with the highest nutritional requirements regarding IAA intake.

The electrophoretic methodology enabled the detection of meat species used in the formulation of model systems of guanaco/beef and guanaco/pork mixtures, in which the characteristic peaks of each meat species could be clearly identified. In these model systems, the presence of guanaco meat can be presumed at 10% and confirmed at 20%. Therefore, this

methodology can be applied to the analysis of fresh commercial meat products to verify the presence of undeclared guanaco meat on labels.

Sensory analysis demonstrated good acceptability for braised guanaco meat, surpassing that of commonly consumed beef, highlighting its potential for consumption and possible commercialization. Consumers perceived guanaco meat as nutritious, juicy, appealing, tasty, and with purchase intent.

Keywords: wild meat, nutritional composition, sensory evaluation.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido promedio de macronutrientes expresado en 100 g de carnes crudas de consumo habitual.	27
Tabla 2. Contenido promedio de minerales expresado en mg/100 g de carnes crudas de consumo habitual.	28
Tabla 3. Contenido promedio de vitaminas expresado en 100 g de carnes crudas de consumo habitual.	28
Tabla 4. Contenido promedio de aminoácidos indispensables expresado en g/100 g de carnes crudas de consumo habitual.	31
Tabla 5. Cantidad de carne producida a nivel mundial en las distintas regiones, expresada en millones de toneladas, en el período 2000-2023.	39
Tabla 6. Composición centesimal, contenido de colesterol y valor energético, expresados en 100 g (promedio±DE) de distintos cortes de carnes crudas de caza de especies silvestres.	49
Tabla 7. Proporciones de ácidos grasos, expresadas en g/100 g (promedio±DE) de ácidos grasos totales, en carnes crudas de caza de especies silvestres.	50
Tabla 8. Contenido de minerales expresado en mg/100 g (promedio±DE) de carne cruda de caza de especies silvestres.	51
Tabla 9. Contenido de vitaminas expresado en 100 g (promedio±DE) de carne cruda de caza de especies silvestres.	52
Tabla 10. Clasificación sistemática de los camélidos sudamericanos actuales.	56
Tabla 11. Composición centesimal y contenido de colesterol, expresados en 100 g (promedio±DE) de diferentes cortes de carne cruda de camélidos sudamericanos.	66
Tabla 12. Contenido de minerales expresado en mg/100 g (promedio±DE) de diferentes cortes de carne cruda de camélidos sudamericanos.	67
Tabla 13. Contenido de vitaminas A y E expresado en 100 g (promedio±DE) de carne cruda de camélidos sudamericanos.	68
Tabla 14. Perfil de ácidos grasos, expresado en % del total de ácidos grasos (promedio±DE), de carne cruda de camélidos sudamericanos.	69
Tabla 15. Contenido de aminoácidos, expresado en % sobre el total de aminoácidos (promedio±DE), de carne cruda de camélidos sudamericanos.	70
Tabla 16. Pesos de las muestras de cada corte para cada año de muestreo.	82
Tabla 17. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2019, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	96
Tabla 18. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	96

Tabla 19. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2023, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).....	96
Tabla 20. Comparación interanual de la composición centesimal del corte lomo de los años 2019, 2022 y 2023, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 30).	98
Tabla 21. Comparación interanual de la composición centesimal del corte peceto de los años 2019, 2022 y 2023, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 30).	98
Tabla 22. Contenido de colesterol en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en mg por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	103
Tabla 23. Contenido de colesterol en cortes lomo y peceto del año 2023, expresado en mg por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	103
Tabla 24. Comparación interanual del contenido de colesterol del corte lomo de los años 2022 y 2023, expresado en mg por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 20).	103
Tabla 25. Comparación interanual del contenido de colesterol del corte peceto de los años 2022 y 2023, expresado en mg por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 20).	104
Tabla 26. Contenido de minerales en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en mg por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	106
Tabla 27. Contenido de vitaminas A, E, B2 y B6 en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	111
Tabla 28. Perfil de ácidos grasos en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado como porcentaje del total de ésteres metílicos de ácidos grasos (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).....	114
Tabla 29. Contenido de ácidos grasos implicados en la salud humana, expresado en g/100 g (promedio±DE) de ácidos grasos totales, e índices de calidad nutricional de los cortes lomo y peceto de carne cruda de guanaco del año 2022 (n = 10).....	117
Tabla 30. Perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en g por 100 g (promedio±DE) de proteína de la carne cruda de guanaco (n = 10).	121
Tabla 31. Perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).	122
Tabla 32. Perfil de aminoácidos indispensable, expresado en mg AAI/g proteína, y puntaje químico de la carne cruda de guanaco.	124
Tabla 33. Perfil de aminoácidos indispensable, expresado en mg AAI/g proteína, y puntuación de aminoácidos indispensables digeribles de la carne cruda de guanaco.	125
Tabla 34. Comparación de rótulos nutricionales de los cortes de carne cruda de guanaco y vaca.	126

Tabla 35. Porcentaje de consumidores que seleccionaron cada uno de los términos de la pregunta Marque Todo lo que Aplique (CATA) para describir las muestras de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca. 134

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción mundial de carnes, expresada en millones de toneladas, en el período 2000-2023.	38
Gráfico 2. Mayores productores de los principales productos cárnicos en el año 2023.....	40
Gráfico 3. Evolución de la producción de carne argentina en el período 2000-2023.	40
Gráfico 4. Producción de los principales tipos de carne argentina a nivel nacional en el año 2023.....	41
Gráfico 5. Mapa global del consumo per cápita de carne, medido en kilogramos por persona al año, par el año 2022.	41
Gráfico 6. Consumo per cápita mundial según los diferentes tipos de carne, expresado en kg/persona/año, para el año 2022.....	42
Gráfico 7. Tendencias en los países con el mayor consumo según los diferentes tipos de carne, expresadas en kg/persona/año, para el año 2022.....	43
Gráfico 8. Consumo per cápita según los diferentes tipos de carne, expresado en kg/persona/año, en Argentina para el año 2024.	44
Gráfico 9. Hábito de compra de carne en el país en 2017-2018.....	45
Gráfico 10. Evolución de la faena anual de llamas para el período 2018-2024, expresada en número de cabezas.	73
Gráfico 11. Evolución de la faena anual de guanacos en la provincia de Santa Cruz, para el período 2018-2024, expresada en número de cabezas.	74
Gráfico 12. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco, vaca, pollo y cerdo, separadas por SDS-PAGE.....	129
Gráfico 13. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco y vaca, y sistemas modelos con 10%, 20%, 50% y 80% de carne de guanaco en carne de vaca, separadas por SDS-PAGE.	130
Gráfico 14. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco y cerdo, y sistemas modelos con 10%, 20%, 50% y 80% de carne de guanaco en carne de cerdo, separadas por SDS-PAGE.	131
Gráfico 15. Niveles de aceptabilidad de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca (n = 68).	133
Gráfico 16. Representación de los términos y del <i>liking</i> de los consumidores en la primera y segunda dimensión del análisis de coordenadas principales realizado sobre la tabla de contingencias que contiene la frecuencia de mención de los términos de la pregunta CATA..	137
Gráfico 17. Representación de los términos y de las muestras de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca en la primera y segunda dimensión del gráfico simétrico del análisis de	

correspondencia realizado sobre la tabla de contingencias que contiene la frecuencia de mención de los términos de la pregunta CATA.	139
Gráfico 18. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de guanaco.	140
Gráfico 19. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de cordero.	140
Gráfico 20. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de vaca.	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar adulto de guanaco (<i>L. g. guanicoe</i>).	60
Figura 2. Distribución del guanaco en Argentina.	61
Figura 3. Zona de muestreo.....	81
Figura 4. Ubicación de los cortes de carne.....	82

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Instituciones

ACS: *American Chemical Society* (Sociedad Americana de Química)

AOAC: *Association of Analytical Communities* (Asociación de Comunidades Analíticas)

AOCS: *American Oil Chemists' Society* (Sociedad Americana de Químicos de Aceites)

BCR: Bolsa de Comercio de Rosario

CREEBBA: Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca

DFyFS: Dirección de Flora y Fauna Silvestre

FAO: *Food and Agriculture Organization* (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)

FAOSTAT: base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura

INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina

INECO: Instituto de Economía

IOM: *Institute of Medicine* (Instituto de Medicina)

IPCVA: Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina

MIDAGRI: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

OMS: Organización Mundial de la Salud

ONU: Organización de las Naciones Unidas

SAGyP: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación

SAYDS: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UNU: *United Nations University* (Universidad de las Naciones Unidas)

USDA: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

WHO: *World Health Organization* (Organización Mundial de la Salud)

Abreviaturas

λ_{em} : longitud de onda de emisión

λ_{exc} : longitud de onda de excitación

10c: sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de cerdo

10v: sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de vaca

20c: sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de cerdo

20v: sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de vaca

50c: sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de cerdo

50v: sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de vaca
80c: sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de cerdo
80v: sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de vaca
AAI: aminoácidos indispensables
AAL: aminoácido limitante
AF: *Adductor femoris*
ADN: ácido desoxirribonucleico
AGM: ácido graso monoinsaturado
AGPI: ácido graso poliinsaturado
AGS: ácido graso saturado
Ala: alanina
ALA: ácido alfa-linolénico
ANOVA: *Analysis of Variance* (Análisis de Varianza)
ARA: ácido araquidónico
Arg: arginina
Asp: ácido aspártico
atm: atmósfera
BF: *Biceps femoris*
Ca: calcio
CAA: Código Alimentario Argentino
CATA: *Check-All-That-Apply* (marque todo lo que aplique)
CC: carne de cerdo
CDIR: coeficiente de digestibilidad ileal real
CG: carne de guanaco
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CLA: ácido linoleico conjugado
CMS: Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias
Co: cobre
CP: carne de pollo
CS: puntaje químico
CSA: camélidos sudamericanos
CV: carne de vaca
Cys: cistina
DE: desvío estándar
DHA: ácido docosahexaenoico
DIAAS: puntuación de aminoácidos indispensables digestibles

DPA: ácido docosapentaenoico
EEUU: Estados Unidos
EFD: equivalente de folato dietético
ENGHo: Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares
ENNyS 2: Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud
EPA: ácido eicosapentaenoico
FAD: dinucleótido de flavina y adenina
FAME: *Fatty Acid Methyl Esters* (ésteres metílicos de ácidos grasos)
Fe: hierro
FMN: mononucleótido de flavina
GAPA: Guías Alimentarias para la Población Argentina
GC: *Gas Chromatography* (cromatografía de gases)
Glu: ácido glutámico
Gly: glicina
His: histidina
HPLC: *High Performance Liquid Chromatography* (cromatografía líquida de alta resolución)
IA: Índice Aterogénico
IC: *Ilioischiocaudalis*
IDR: ingesta diaria recomendada
Ile: isoleucina
K: potasio
LA: ácido linoleico
LD: *Longissimus dorsi*
LDL: lipoproteínas de baja densidad
Leu: leucina
LL: *Longissimus lumborum*
LT: *Longissimus thoracis*
LTL: *Longissimus thoracis et lumborum*
Lys: lisina
Met: metionina
Mg: magnesio
MP = músculo pectoral
n: número de muestras
Nº: número
Na: sodio
NK: células *Natural Killer*
n/d: datos no disponibles o no informados

O: oeste

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

P: fósforo

PcoA: Análisis de Coordenadas Principales

PDCAAS: puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad proteica

pH: potencial de hidrógeno

Phe: fenilalanina

PL: piridoxal

PLP: piridoxal 5'-fosfato

PM: piridoxamina

PN: piridoxina

Pro: prolina

RAE: *Retinol Activity Equivalent* (equivalente de actividad del retinol)

S: sur

SARA: Sistema de Análisis y Registro de Alimentos

SDS-PAGE: *Sodium Dodecyl Sulfate - Polyacrylamide Gel Electrophoresis* (electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio)

Ser: serina

SM: *Semimembranosus*

spp: especies

ST: *Semitendinosus*

Thr: treonina

Tris-HCl: tris(hidroximetil)aminometano con ácido clorhídrico

Trp: triptófano

Tyr: tirosina

UV: ultravioleta

Val: valina

Zn: zinc

Unidades

°: grado

': minuto

": segundo

%: porcentaje

°C: grados Celsius

°C/min: grados Celsius por minuto

Å: ángstrom

μg : microgramo
 $\mu\text{g}/100\text{ g}$: microgramo por 100 gramos
 $\mu\text{g}/\text{ml}$: microgramo por mililitro
 μl : microlitro
 μm : micrómetro
cm: centímetro
g: gramo
g%: gramo por 100 gramos
g/100 g: gramo por 100 gramos
g/l: gramo por litro
M: molar
mg: miligramo
mg/100 g: miligramo por 100 gramos
mg/día: miligramo por día
mg/ml: miligramo por mililitro
ml: mililitro
ml/min: mililitro por minuto
mm: milímetro
mM: milimolar
Mt: millones de toneladas
N: normal
kcal: kilocalorías
kg: kilogramo
km: kilómetro
 km^2 : kilómetro cuadrado
km/h: kilómetros por hora
nm: nanómetro
msnm: metros sobre el nivel del mar
ppm: partes por millón
p/v: peso sobre volumen
rpm: revoluciones por minuto
V: voltios
v/v: volumen sobre volumen

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN

La alimentación y la nutrición desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la salud humana y la prevención de enfermedades no transmisibles. La composición de una dieta óptima desde una perspectiva nutricional debe centrarse en garantizar que se proporcionen todos los nutrientes esenciales en los niveles requeridos, al mismo tiempo que se garantiza que esto se haga mediante una combinación de productos alimenticios que no resulte en una ingesta excesiva de componentes nutritivos o no nutritivos que puedan conducir a factores de riesgo alimentarios (OMS, 2003). La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen acceso en todo momento (ya sea físico, social y económico) a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa (FAO, 2024a).

Se ha establecido que los alimentos de origen animal terrestre contribuyen a la seguridad alimentaria mundial al proporcionar macro y micronutrientes esenciales (FAO, 2022). La carne en la dieta humana es una fuente importante de proteínas de alto valor biológico y micronutrientes como vitaminas y minerales, algunos de los cuales sólo están disponibles o tienen mayor biodisponibilidad en productos de origen animal (Kavanaugh *et al.*, 2025).

El consumo de carnes no convencionales como complemento de las carnes tradicionales está adquiriendo cada vez mayor relevancia. Se percibe que las carnes de animales silvestres tienen características nutricionales intrínsecamente mejores respecto a las carnes de consumo habitual. La mayoría de estas carnes tienen un alto contenido de proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos y minerales, con bajo contenido de grasa. Estas características de los animales silvestres responden a una alimentación variada y a la ausencia de confinamiento, en contraste con los ejemplares criados en cautiverio. Por lo tanto, la carne no convencional es una alternativa interesante a considerar como componente de la dieta humana (Domínguez *et al.*, 2019a). El aprovechamiento sostenible de los camélidos desempeña una función importante para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la lucha contra el hambre, la erradicación de la pobreza extrema, el empoderamiento de las mujeres y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres (FAO, 2024b; FAO, 2025a).

1.1. Carne para la alimentación humana

La carne se define, en términos básicos, como el tejido muscular de los animales destinado al consumo humano (Savell, 2022). Procede de distintas especies animales y se consume en diferentes maneras. A menudo se hace una distinción entre carne roja y blanca, principalmente por su color y contenido de grasa. Las carnes rojas son aquellas que tienen un color más oscuro debido a su alto contenido de mioglobina y presentan mayor contenido de

grasas saturadas. Son ejemplos de carnes rojas convencionales la carne bovina, porcina y ovina. Las carnes blancas son más claras debido a un menor contenido de mioglobina y suelen ser más magras. Incluyen la carne de aves de corral como pollo y pavo (Keeton y Dikeman, 2017). La mayor parte de la producción mundial de carne proviene de la cría en cautiverio, siendo las principales especies el ganado vacuno, el cerdo, el pollo y el cordero. Algunos países o regiones utilizan otros animales como fuente de carne para el consumo, como búfalos, camellos, cabras, caballos, conejos y animales de caza exóticos (Savell, 2022).

El Código Alimentario Argentino (CAA), en el artículo 247 del capítulo VI referido a los alimentos cárneos y afines, establece que con la denominación genérica de carne, se entiende la parte comestible de los músculos de vacunos, bubalinos, porcinos, ovinos, caprinos, llamas, conejos domésticos, nutrias de criadero, pollos, pollas, gallos, gallinas, pavitos, pavitas, pavos, pavas, patos domésticos, gansos domésticos y codornices, declarados aptos para la alimentación humana por la inspección veterinaria oficial antes y después de la faena. A su vez, con la misma definición se incluyen a los animales silvestres de caza o criados en cautiverio. Además, establece que la carne será limpia, sana, debidamente preparada, y comprende a todos los tejidos blandos que rodean al esqueleto, incluyendo su cobertura grasa, tendones, vasos, nervios, aponeurosis y todos aquellos tejidos no separados durante la operación de la faena (CAA, 2025a).

El consumo de carne ha tenido un papel importante en la evolución humana. Los seres humanos y sus ancestros homínidos han consumido carne durante más de 3 millones de años (Leroy y Cofnas, 2020). El uso de herramientas primitivas para cazar, junto con el dominio del fuego para cocinar los productos cárnicos obtenidos mediante la caza, permitió a los primeros humanos acceder a alimentos más ricos en energía y proteínas. La evidencia antropológica, basada en características craneodentales y el análisis de isótopos estables en fósiles, indica una creciente dependencia del consumo de carne a lo largo de la evolución humana. El estudio de las sociedades cazadoras-recolectoras en tiempos recientes revela una fuerte dependencia de los alimentos de origen animal para la supervivencia. Los alimentos vegetales silvestres, en general, ofrecen un retorno energético insuficiente para la supervivencia, mientras que los grandes animales cazados constituyen los alimentos con mayor retorno energético (Mann, 2007). Los productos de origen animal, especialmente la carne, han sido un componente importante en la dieta y en la evolución de los homínidos debido a su alto contenido de nutrientes biológicamente disponibles, incluyendo proteínas, hierro (Fe), zinc (Zn) y vitaminas del complejo B, especialmente la vitamina B12 (Pereira y Vicente, 2013; Bohrer, 2017).

A medida que los homínidos comenzaron a consumir estos alimentos más nutritivos, se redujo la necesidad de un sistema digestivo voluminoso, especialmente del intestino grueso. El aparato digestivo es un gran consumidor de energía, y en este sentido, compite con el cerebro, otro órgano con elevados requerimientos energéticos. La posibilidad de acceder a una dieta con

mayor aporte energético a través del consumo de carne, y la consiguiente reducción del tamaño del intestino, contribuyó de manera esencial al desarrollo de una cavidad endocraneal más amplia y permitió un mayor crecimiento cerebral (Mann, 2007). Además, numerosas adaptaciones evolutivas en los humanos, como la baja producción de taurina, la incapacidad para alargar las cadenas de ácidos grasos vegetales y la pérdida de la capacidad de absorber la vitamina B12 en el intestino grueso donde es producida por las bacterias intestinales, indican una alta dependencia del consumo de carne (Leroy y Cofnas, 2020).

1.2. Beneficios nutricionales de la carne

A lo largo de la historia humana, la carne ha proporcionado una amplia variedad de nutrientes que no siempre se obtienen de productos de origen vegetal (Leroy y Cofnas, 2020). Tiene un alto contenido de proteínas con un buen perfil de aminoácidos, y aporta minerales y vitaminas que desempeñan papeles importantes en el metabolismo y se asimilan más fácilmente a través de la carne que de otros alimentos (Wood, 2022). Las Tablas 1, 2 y 3 presentan el contenido de macro y micronutrientes de las carnes de consumo habitual, incluyendo carne de cerdo (*Sus scrofa domestica*), cordero (*Ovis orientalis aries*), pollo (*Gallus gallus domesticus*) y vaca (*Bos taurus*), según los datos de la tabla de composición química de alimentos para Argentina del Sistema de Análisis y Registro de Alimentos (SARA) (Ministerio de Salud de la Nación, 2022). Los niveles de nutrientes varían considerablemente entre las especies animales, así como entre los cortes de la carne y su contenido de grasa (Leroy *et al.*, 2023).

Tabla 1. Contenido promedio de macronutrientes expresado en 100 g de carnes crudas de consumo habitual.

Especie	Valor energético (kcal)	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasas totales (g)	Colesterol (mg)	Ácidos grasos					Carbohidratos (g)	Cenizas (g)
						Saturados (g)	Monoinsaturados (g)	Poliinsaturados (g)	18:2 cis Linoleico (g)	18:3 cis Alfa linoléico (g)		
Cerdo	206	66,0	18,2	14,8	69	4,92	6,10	1,73	0,70	0,026	0	0,88
Cordero	224	64,9	17,8	17,0	66	8,19	6,91	0,72	0,42	0,202	0	0,88
Pollo	106	74,9	20,3	2,70	65	0,67	0,83	0,67	0,41	0,060	0	1,07
Vaca*	176	68,0	21,3	10,1	66	4,12	4,68	0,56	0,25	0,011	0	1,01

Fuente: SARA, 2022. *Cortes semigrasos (ej. bife angosto, lomo).

Tabla 2. Contenido promedio de minerales expresado en mg/100 g de carnes crudas de consumo habitual.

Espece	Sodio	Potasio	Calcio	Fósforo	Magnesio	Cobre	Hierro	Zinc
Cerdo	57	319	11	195	21	0,075	0,89	2,27
Cordero	74	284	13	168	20	0,145	1,43	3,67
Pollo	75	238	10	198	23	0,05	1,03	1,19
Vaca*	61	306	13	194	17	0,071	2,07	4,82

Fuente: SARA, 2022. *Cortes semigrasos (ej. bife angosto, lomo).

Tabla 3. Contenido promedio de vitaminas expresado en 100 g de carnes crudas de consumo habitual.

Espece	Vitamina A (RAE) (µg)	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)	Folato EFD (µg)	Vitamina B12 (mg)	Vitamina C (mg)	Vitamina D (µg)
Cerdo	1	0,622	0,255	4,73	3	0,67	0,3	0,7
Cordero	0	0,133	0,261	4,93	23	2,47	0	0
Pollo	13	0,069	0,134	7,88	7	0,36	0	0
Vaca*	3	0,071	0,192	5,51	4	2,32	0	0,08

Fuente: SARA, 2022. *Cortes semigrasos (ej. bife angosto, lomo).

Un gran beneficio de la carne es su alto valor proteico, con aminoácidos esenciales como lisina, treonina y metionina (Burd *et al.*, 2019). También aporta vitaminas del grupo B, siendo la vitamina B12 exclusiva de fuentes animales, así como vitaminas A y E. Además proporciona varios minerales, siendo el Fe hemo, el Zn y el selenio (Se) de especial importancia (Leroy *et al.*, 2023). La carne también contiene varios componentes bioactivos como taurina, creatina, carnosina, anserina y carnitina, así como ácido linoleico conjugado (CLA), ubiquinona y glutatión. Estos componentes favorecen el desarrollo óptimo de las funciones cognitivas y desempeñan importantes funciones fisiológicas en las reacciones antioxidantes y antiinflamatorias, así como en la función muscular, cardiovascular, inmunológica y retiniana (Mann, 2018; Chen *et al.*, 2019; Basak y Duttaroy *et al.*, 2020; Wu, 2020; Dai *et al.*, 2024).

Por lo tanto, la exclusión o la reducción drástica de los alimentos de origen animal en la dieta puede contribuir o aumentar el riesgo de ciertas deficiencias nutricionales (Webb *et al.*, 2018; Adesogan *et al.*, 2020). Una baja ingesta de carne puede tener varios efectos negativos

para la salud, especialmente en ciertos grupos de la población con mayores necesidades nutricionales (Fusell *et al.*, 2021; Stevens *et al.*, 2022). Cuando se incluye como parte de una dieta equilibrada, el consumo de carne se ha asociado con un menor riesgo de deficiencias de micronutrientes, la mejora de los factores de riesgo cardiometabólicos, la atenuación de la sarcopenia en adultos mayores (Derbyshire, 2017; O'Connor *et al.*, 2018; Granic *et al.*, 2020), así como una menor mortalidad infantil y una mayor esperanza de vida (You *et al.*, 2022). Los riesgos de deficiencia nutricional asociados al bajo consumo de alimentos de origen animal están documentados en la literatura médica con síntomas patológicos graves y a veces irreversibles que se informan en bebés, niños, adolescentes y adultos. Estos informes se refieren a la falta de crecimiento, retraso en el desarrollo, hipotonía muscular, anemia, deterioro cognitivo, neuropatías ópticas, letargo y otras condiciones graves (Moshe *et al.*, 2013; Mantadakis *et al.*, 2020; Reischl-Hajjabadi *et al.*, 2022; Niklewicz *et al.*, 2023).

1.2.1. Macronutrientes

La carne es una fuente importante de energía en la dieta y aporta macronutrientes esenciales para el cuerpo humano. Es la principal fuente de proteínas de alta calidad, ya que contiene todos los aminoácidos necesarios para el crecimiento y mantenimiento muscular. Además, contiene grasa intramuscular que varía según el tipo y el corte de la carne, tiene bajos niveles de carbohidratos y no contiene fibra dietética (Bohrer, 2017). En la Tabla 1 se muestra el contenido de valor energético, agua, proteínas, grasas totales, colesterol, ácidos grasos, carbohidratos y cenizas en carnes de consumo frecuente.

Las proteínas desempeñan un papel crucial en el crecimiento, el mantenimiento y las funciones fisiológicas del cuerpo humano. Constituyen el principal componente estructural de los músculos y otros tejidos. Además, los aminoácidos son importantes en la síntesis de enzimas, hormonas, inmunoglobulinas, proteínas plasmáticas y hemoglobina, entre otras proteínas con actividad biológica (Adhikari *et al.*, 2022). El consumo adecuado de proteínas en la dieta es importante en todas las etapas de la vida y, en particular, es fundamental para satisfacer los requerimientos de aminoácidos indispensables (AAI): histidina (His), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Thr), triptófano (Trp) y valina (Val) (IOM, 2006). Por consiguiente, garantizar fuentes de proteínas equilibradas en la alimentación es primordial para cumplir los requerimientos de AAI, ya que las deficiencias pueden causar problemas de salud graves, especialmente en mujeres embarazadas, niños y personas mayores. Las deficiencias de AAI pueden originar retraso del crecimiento, desarrollo cognitivo deficiente, atrofia muscular esquelética, desequilibrio endocrino, respuesta inmunitaria deteriorada, insuficiencia cardíaca, anomalías cardiovasculares, alteración de la espermatogénesis, reducción de la fertilidad y muerte embrionaria (Hou y Wu, 2018).

No todas las proteínas tienen el mismo valor nutricional. Es esencial establecer la calidad de una proteína para considerar los beneficios nutricionales que puede proporcionar. La calidad de una proteína se determina evaluando su composición de AAI, su digestibilidad y su biodisponibilidad (Moughan, 2021). Se han desarrollado diversos métodos para evaluar la calidad de las proteínas dietéticas. La puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad proteica (PDCAAS, por sus siglas en inglés) ha sido ampliamente adoptada como el método estándar. Al calcular PDCAAS, la puntuación del aminoácido limitante (AAL), es decir, la relación entre el primer AAL en un gramo de proteína del alimento objetivo y el de una proteína de referencia o valor de requerimiento, se multiplica por la digestibilidad de la proteína, con la intención de evaluar cómo la proteína dietética puede satisfacer la demanda de aminoácidos (FAO/WHO, 1991). Más recientemente se ha recomendado la variante de la puntuación de aminoácidos indispensables digestibles (DIAAS, por sus siglas en inglés) (FAO, 2013). Con el método DIAAS la digestibilidad de cada aminoácido indispensable se contabiliza mediante la aplicación de coeficientes de digestibilidad ileal real (CDIR) de aminoácidos, lo que permite una determinación precisa de la digestibilidad de los aminoácidos basada en mediciones de digestibilidad realizadas al final del intestino delgado (Moughan y Wolfe, 2019). Una proteína recibe una puntuación de 1 o más si todos los AAI absorbidos son utilizables, mientras que una puntuación más baja indica que solo una porción de los AAI absorbidos están disponibles para su utilización (Moughan, 2021).

Tradicionalmente, las proteínas de origen animal, incluida la proteína de la carne, se consideran proteínas de alta calidad porque contienen grandes cantidades de AAI, como se observa en la Tabla 4 (Bello Gutiérrez, 2000). En comparación, las proteínas de origen vegetal suelen tener dificultades para proporcionar la diversidad necesaria de AAI, en particular Lys, Met, Thr y Trp. Además, las proteínas vegetales tienden a tener una menor digestibilidad en comparación con las proteínas animales debido a su contenido de diversos polisacáridos no amiláceos y factores antinutricionales como el fitato, el inhibidor de la proteasa, los taninos, las lectinas, los alcaloides y el oxalato (Neacsu *et al.*, 2017; Moughan, 2021). Para la carne, los valores de DIAAS oscilan entre 0,8 y 1,4, mientras que los valores para la mayoría de las proteínas vegetales tradicionales son considerablemente más bajos; en general, los valores para las legumbres varían entre 0,4 y 1,1, similares a los valores entre 0,4 y 0,9 de los frutos secos, pero más altos que los valores entre 0,1 y 0,8 de los cereales (Marinangeli y House, 2017; Leroy *et al.*, 2023).

Tabla 4. Contenido promedio de aminoácidos indispensables expresado en g/100 g de carnes crudas de consumo habitual.

Aminoácidos	Cerdo	Cordero	Pollo	Vaca
Phe	0,47	0,67	0,81	0,72
Ile	0,61	0,85	1,09	0,92
Leu	0,88	1,27	1,49	1,43
Lys	0,98	1,33	1,81	1,53
Met	0,30	0,39	0,54	0,43
Thr	0,55	0,75	0,88	0,77
Trp	0,15	0,21	0,28	0,20
Val	0,62	0,81	1,01	0,97

Fuente: Bello Gutiérrez, 2000. Cortes semigrasos.

La ingesta diaria recomendada (IDR) de proteínas se establece en 0,80 g de proteína por kg de peso corporal para adultos. Los valores de IDR para niños menores de 18 años y para mujeres embarazadas y lactantes son más altos que para la población adulta general (IOM, 2005). Las carnes de consumo frecuente aportan entre 17,8 g% de proteína en el caso del cordero y 21,3 g% en carne de vaca, como se observa en la Tabla 1 (SARA, 2022). La IDR solo es suficiente para satisfacer los requerimientos de la población objetivo si esta ingesta también proporciona los niveles de AAI. En el caso de las proteínas de la carne, estas poseen una composición completa de AAI y una alta digestibilidad, por lo que constituyen una fuente importante de AAI en la dieta (Leroy *et al.*, 2023).

La grasa dietética constituye una fuente importante de energía de almacenamiento y desempeña un papel fundamental en la regulación de diversos procesos fisiológicos del organismo como el mantenimiento de la temperatura corporal, la estructura de la membrana celular, la transducción de señales, la respuesta inmunitaria, la síntesis de hormonas y la absorción de vitaminas liposolubles (Sakers *et al.*, 2022). Según se evidencia en la Tabla 1, el contenido de grasa total es mayor en las carnes rojas, con niveles de 10,1 g% en cortes semigrasos de carne de vaca, de 14,8 g% en cerdo y de 17,0 g% en cordero. En comparación, las carnes blancas presentan un contenido de grasa mucho más bajo, siendo de 2,70 g% en carne de pollo (SARA, 2022). El contenido y la composición de la grasa en la carne está influenciada por varios factores, incluyendo la raza, el sexo, la edad, la región anatómica, la dieta y las condiciones ambientales (Belhaj *et al.*, 2020; Gonzales-Barron *et al.*, 2021; Nogoy *et al.*, 2022; Mykolaichuk *et al.*, 2024; Nesic *et al.*, 2024; Hajji *et al.*, 2025). Estos factores tienen un impacto significativo en el perfil de ácidos grasos de la carne, particularmente en la concentración de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGPI), lo que a su vez afecta sus cualidades nutricionales y juega un papel clave en la salud

humana (Ponnampalam *et al.*, 2021; Nogoy *et al.*, 2022; Jeong *et al.*, 2024). El contenido de AGS en las carnes rojas es variable, como se indica en la Tabla 1, con valores entre 4,12 g% en carne de vaca y de 8,19 g% en carne de cordero. En comparación, las carnes blancas son más bajas en contenido de grasas saturadas, con un valor de 0,67 g% en carne de pollo. El contenido de AGPI también varía según la fuente cárnica, siendo de 0,56 g% en carne de vaca, 0,67 g% en pollo y 0,72 g% en cordero, con un nivel más alto de 1,73 g% en cerdo (SARA, 2022).

Los ácidos grasos desempeñan papeles positivos o negativos en la prevención y el tratamiento de enfermedades. Una ingesta excesiva de AGS se considera un factor de riesgo importante de desarrollar enfermedad coronaria debido a su impacto en los niveles séricos de las fracciones lipídicas. Específicamente, el consumo de AGS en la dieta aumenta la concentración en plasma de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y contribuye a niveles elevados de colesterol sérico. Un efecto opuesto se atribuye a los AGM y AGPI presentes en la dieta, que contribuyen a reducir la concentración de LDL y colesterol plasmático, desempeñando un papel favorable en la prevención (Chen y Lui, 2020; Perna y Hewlings, 2022).

Los AGPI de las series n-6 y n-3 tienen efectos beneficiosos para la salud y funciones metabólicas antagónicas en el cuerpo. El ácido linoleico (LA, C18:2n-6) y el ácido alfa-linolénico (ALA, C18:3n-3) son ácidos grasos esenciales que compiten por el mismo conjunto de enzimas en los procesos de elongación y desaturación para sintetizar ácidos grasos insaturados de cadena larga (Ponnampalam *et al.*, 2021). En una alimentación equilibrada, mantener una proporción adecuada de AGPI n-6 y n-3 aporta múltiples beneficios para la salud. Sin embargo, una ingesta excesiva de LA promueve la síntesis de ácido araquidónico (ARA, C20:4n-6) que tiene efectos proinflamatorios y contribuye a la formación de trombos y ateromas, reacciones alérgicas y trastornos inflamatorios, y a un sistema endocannabinoide hiperactivo que afecta el apetito y la ingesta de alimentos, promoviendo el aumento de peso y la obesidad (D'Angelo *et al.*, 2020; Zhou *et al.*, 2021; Jeong *et al.*, 2024). Por otro lado, el consumo de ALA induce la síntesis de derivados de cadena larga como el ácido eicosapentaenoico (EPA, C20:5n-3), el ácido docosapentaenoico (DPA, C22:5n-3) y el ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6n-3), que tienen efectos antiinflamatorios, antiagregantes, vasodilatadores y broncodilatadores, desempeñando un papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión, inflamación, alergias, cáncer, trastornos renales, función neuronal y mejorando la respuesta inmune (Avallone *et al.*, 2019; Sinclair, 2019; Elagizi *et al.*, 2021; Fard *et al.*, 2021; Bae *et al.*, 2023). Por lo tanto, considerando estos efectos antagónicos de los AGPI n-3 y n-6, equilibrar la relación LA/ALA es importante para regular la homeostasis corporal. En una dieta saludable por cada parte de AGPI n-3 aportados por la dieta, deberían consumirse de 5 a 10 partes de n-6 (FAO, 1997).

En muchos sistemas de producción ganadera, la alimentación a base de granos y de engorde en corrales es fuente común de AGPI n-6 (Ponnampalam *et al.*, 2021); mientras que la

carne de rumiantes alimentados a base de pastos y forrajes presentan mayores concentraciones de AGPI n-3 de cadena larga (EPA, DPA y DHA) y CLA (C18:2 cis-9, trans-11 y trans-10, cis-12) (Nogoy *et al.*, 2022). En la Tabla 1 se observan los contenidos de LA y ALA en las carnes de consumo frecuente. Los valores de LA reportados son de 0,25 g% en carne de vaca y de 0,42 g% en cordero, similar al valor de 0,41 g% en pollo, mientras que en cerdo se informa el valor más alto de 0,70 g%. Los valores de ALA se encuentran entre 0,011 g% en vaca y 0,060 g% en pollo, siendo mayor en cordero con 0,202 g% (SARA, 2022).

1.2.2. Micronutrientes

La carne es una excelente fuente de varios micronutrientes esenciales que son de importancia clave para la salud, particularmente Fe, Zn y vitamina B12. Estos nutrientes se obtienen exclusivamente de alimentos de origen animal y son más biodisponibles en estos alimentos. Además, la carne contiene una variedad de otras vitaminas del grupo B que pueden ser limitadas en dietas pobres en micronutrientes basadas en alimentos vegetales no fortificados (Leroy *et al.*, 2023). La deficiencia de micronutrientes en niños y en embarazadas constituye una causa de morbimortalidad importante, dado que induce un menor peso al nacer y programa enfermedades cardiovasculares, renales, metabólicas y endócrinas en la vida adulta (Koletzko *et al.*, 2019). Las dietas que son más restrictivas en alimentos de origen animal, como las dietas veganas, se asocian con una mayor probabilidad de deficiencias de micronutrientes (Chouraqui, 2023).

La carne se considera una fuente importante de minerales, en particular Fe y Zn, ya que presenta un alto contenido y una mayor biodisponibilidad en comparación con otros alimentos (Juárez *et al.*, 2021). La Tabla 2 muestra el contenido de sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), cobre (Co), fósforo (P), Fe, magnesio (Mg) y Zn en carnes de consumo frecuente.

El Fe es un elemento esencial que interviene en diversas funciones vitales, incluyendo el transporte de oxígeno como componente de la hemoglobina, el metabolismo energético y la respiración celular (Dutt *et al.*, 2022). Este metal juega un papel vital en la síntesis de desoxirribonucleótidos y es un componente fundamental de muchas proteínas implicadas en la replicación y la reparación de los ácidos nucleicos, así como en la progresión del ciclo celular (Morales y Xue, 2021; Federico *et al.*, 2022). Desempeña un papel crucial en la desintoxicación de xenobióticos, principalmente como cofactor en enzimas del citocromo P450 (Zhao *et al.*, 2021). Además, las células del sistema inmunitario necesitan Fe para mantener su función, metabolismo y proliferación. En la inmunidad innata regula las polarizaciones de los macrófagos, el reclutamiento de neutrófilos y la actividad de las células *Natural Killer* (NK). En la inmunidad adaptativa tiene un efecto en la activación y diferenciación de las células T y la respuesta de anticuerpos de las células B (Nairz y Weiss, 2020; Ni *et al.*, 2022). El Fe en la dieta

puede encontrarse en forma hemo y no hemo. La forma hemo se absorbe fácilmente y es más biodisponible; procede, fundamentalmente, de la hemoglobina y la mioglobina de la carne. La forma no hemo se encuentra principalmente en alimentos vegetales, pero no es tan fácil de absorber ya que compuestos como fosfatos, fitatos, taninos, oxalatos, polifenoles y agua, que se encuentran en las plantas, disminuyen su absorción (Hurrell y Egli, 2010). Por lo tanto, el Fe hemo tiene una biodisponibilidad mucho mayor, entre 20-30% de absorción frente a 5-10% de absorción para el Fe no hemo (Juárez *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2022). La Tabla 2 muestra el contenido de Fe en carnes tradicionales, con niveles entre 0,89 mg% en cerdo y 2,07 mg% en vaca (SARA, 2022). Las principales causas de la deficiencia de Fe incluyen una ingesta insuficiente en la dieta, una absorción deficiente y la pérdida de sangre. Si es lo suficientemente grave, la deficiencia de Fe conduce a anemia (Gattermann *et al.*, 2021). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido la anemia ferropénica como la deficiencia nutricional más común del mundo. Se estima que el 35,5% de las mujeres embarazadas y el 39,8% de los niños menores de 5 años, así como el 30,7% de las mujeres en edad reproductiva, padecen anemia a nivel mundial (WHO, 2025). Los requerimientos diarios de Fe en la población adulta son de 13,7 mg en hombre y 29,4 mg en mujeres, considerando un 10% de biodisponibilidad (FAO, 2002). La ingesta de Fe por sí sola puede ser insuficiente para tratar la anemia porque otros micronutrientes, incluyendo la vitamina A y las vitaminas del grupo B, son necesarios para la movilización del Fe y la síntesis de hemoglobina (Leroy *et al.*, 2023).

El Zn es un micronutriente esencial involucrado en muchos procesos celulares como la síntesis de proteínas, el metabolismo de los ácidos nucleicos incluyendo la síntesis de ácido desoxirribonucleico (ADN), la transcripción genética, la proliferación y la diferenciación celular (Stiles *et al.*, 2024). Además, es un componente estructural del tejido óseo y desempeña un papel en la síntesis de la matriz de colágeno, la mineralización y el recambio óseo (Molenda y Kolmas, 2023). Asimismo, el Zn regula las vías de señalización intracelular de las células inmunitarias innatas y adaptativas, influye en las respuestas inmunitarias, incluida la producción de anticuerpos, la señalización inflamatoria y la diferenciación de linfocitos, y, por lo tanto, desempeña un papel esencial en la funcionalidad del sistema inmunitario (Lin *et al.*, 2017; Wessels *et al.*, 2017). También desempeña un papel en el sistema endocrino; por ejemplo, es necesario en la formación y estabilidad estructural de la insulina (Fukunaka y Fujitani, 2018). Las carnes rojas proporcionan altas concentraciones de Zn, con un contenido de 3,67 mg% en cordero y 4,82 mg% en vaca, como se aprecia en la Tabla 2 (SARA, 2022). La deficiencia de Zn es menos prevalente entre aquellos individuos que consumen alimentos de origen animal. Los vegetarianos y veganos requieren zinc adicional en su dieta y también están en mayor riesgo de deficiencia de este micronutriente; esto se debe a que los fitatos encontrados en las plantas limitan su absorción. Además, el Zn se absorbe mejor de los alimentos de origen animal, donde está en forma unida a proteínas (Maares y Haase, 2020). El papel central del Zn en la división

celular, la síntesis de proteínas y el crecimiento hace que los lactantes, niños, adolescentes y mujeres embarazadas sean especialmente vulnerables a una ingesta insuficiente de Zn (Garner *et al.*, 2021; Bellini *et al.*, 2024). Las diversas manifestaciones clínicas de la deficiencia de Zn incluyen retraso en el crecimiento, maduración ósea retardada, disfunción sexual, dermatitis, alopecia, síntomas gastrointestinales, mayor susceptibilidad a las infecciones por desregulación inmunológica y anomalías neurológicas (Chasapis *et al.*, 2020; Hussain *et al.*, 2022). Las ingestas nutricionales recomendadas de Zn para satisfacer las necesidades en adultos, a partir de una dieta con una moderada biodisponibilidad, son de 7 mg diarios para hombres y de 4,9 mg diarios para mujeres. Los adolescentes, entre 10 y 18 años, tienen mayores necesidades, siendo de 8,6 mg/día en el caso de los hombres y de 7,2 mg/día en las mujeres. Asimismo, las embarazadas presentan mayores necesidades, entre 5,5 y 10 mg diarios dependiendo del trimestre de embarazo (FAO, 2002).

Todas las carnes son una fuente importante de vitaminas hidrosolubles del grupo B, necesarias en el organismo como cofactores o precursores de cofactores en muchos sistemas enzimáticos implicados en el metabolismo (Wood, 2022).

La vitamina B2, también conocida como riboflavina, participa en varias vías metabólicas, actuando principalmente como coenzima en forma de mononucleótido de flavina (FMN) y dinucleótido de flavina y adenina (FAD). Desempeña un papel fundamental en el metabolismo energético, los sistemas antioxidantes y las interacciones metabólicas con otros micronutrientes, incluidos el hierro, la vitamina B6 y el folato (Olfat *et al.*, 2022). La riboflavina es un nutriente esencial para la salud humana y debe incluirse en la dieta. La IDR para mujeres y hombres adultos es de 1,1 mg y 1,3 mg, respectivamente (FAO, 2002). Las carnes de consumo habitual contienen niveles de riboflavina que varían entre 0,134 mg% en el pollo y 0,261 mg% en el cordero, según los datos de la Tabla 3 (SARA, 2022). La principal causa de la deficiencia de riboflavina es una ingesta dietética inadecuada, particularmente en los países subdesarrollados debido al bajo consumo de productos lácteos y carnes. Los niveles bajos de riboflavina pueden causar una variedad de problemas de salud, incluyendo retraso del crecimiento, edema de las membranas mucosas faríngea y oral, queilosis, estomatitis angular, glositis, dermatitis seborreica, anemia, daño renal, neurodegeneración y trastornos del tracto gastrointestinal (Suwannasom *et al.*, 2020; McNulty *et al.*, 2023).

La vitamina B6 es una coenzima muy importante que interviene en numerosas reacciones bioquímicas. Existen tres formas naturales diferentes de la vitamina B6. Estos compuestos son la piridoxina (PN), la piridoxamina (PM) y el piridoxal (PL). La forma activa es el piridoxal 5'-fosfato (PLP) que actúa como coenzima en diversas reacciones involucradas en el metabolismo de los aminoácidos, como la transaminación y la descarboxilación. También interviene en la biosíntesis del hemo, la degradación del glucógeno y el metabolismo de la esfingosina fosfato, entre otras (Stach *et al.*, 2021). La IDR de vitamina B6 es de 1,3 mg para

mujeres y hombres adultos (FAO, 2002). La deficiencia de vitamina B6 puede ocurrir con frecuencia junto con la deficiencia de riboflavina, ya que esta última es necesaria para la formación del PLP. Las ingestas insuficientes pueden llevar a cambios en la piel que incluyen dermatitis con queilosis y glositis, una disfunción del sistema nervioso y un deterioro del sistema inmunológico (Brown *et al.*, 2023). Las carnes de vaca, de cerdo y de pavo son fuentes ricas de vitamina B6, con contenidos de 0,51 mg%, 0,53 mg% y 0,41 mg%, respectivamente (Menchú y Méndez, 2007).

La vitamina B12, o cobalamina, es crucial para para la formación adecuada de glóbulos rojos, la función neurológica y, junto con el folato, la síntesis de ADN (Bohrer, 2017). El aporte en la alimentación proviene de alimentos de origen animal, siendo la carne la fuente más importante. Los vegetales, a excepción de ciertas algas, no contienen esta vitamina, salvo que hayan sido fortificados (Leroy *et al.*, 2023; Niklewicz *et al.*, 2023). En la Tabla 3 se presenta el contenido de vitamina B12 en las carnes de consumo; las carnes de vaca y cordero son fuentes importantes, con un contenido de 2,32 mg% y 2,47 mg%, respectivamente (SARA, 2022). Los adultos sanos requieren una ingesta promedio de 2,4 µg diarios (FAO, 2002). Las personas que siguen dietas completamente libres de productos de origen animal están en riesgo de sufrir una deficiencia de vitamina B12. Los signos y síntomas incluyen cambios cognitivos y complicaciones neurológicas como letargo, depresión, deterioro de la memoria, confusión, debilidad muscular y, en casos graves, demencia. El bajo estado de vitamina B12 también se asocia con complicaciones del embarazo, incluyendo anomalías del desarrollo, abortos espontáneos, preeclampsia y bajo peso al nacer. En bebés y niños pequeños, la falta de esta vitamina puede causar daño permanente, provocando retrasos en el aprendizaje y en la adquisición de habilidades de desarrollo (Hasbaoui *et al.*, 2021; Leroy *et al.*, 2023; Niklewicz *et al.*, 2023).

Además, la carne es una fuente valiosa de vitaminas liposolubles como la vitamina A y la vitamina E (Juárez *et al.*, 2021).

La vitamina A es esencial para el mantenimiento del sistema inmunológico y la función reproductiva; además, cumple una función fisiológica fundamental en el ciclo visual. En los alimentos de origen animal la vitamina A se encuentra en su mayor proporción como retinol esterificado con el ácido palmítico (Carazo *et al.*, 2021). Los contenidos de vitamina A de las carnes de consumo popular se muestran en la Tabla 3, expresados como equivalente de actividad del retinol (RAE), donde un RAE equivale a 1 µg de retinol. El pollo es una fuente importante, con un nivel de 13 µg% (SARA, 2022). En varones adultos, la IDR es de 600 µg RAE, mientras que para mujeres es de 500 µg RAE (FAO, 2002). La ingesta insuficiente de vitamina A en la dieta es la causa principal de la deficiencia y es común en los países subdesarrollados, especialmente entre los niños y las mujeres en edad reproductiva. La consecuencia más característica de la deficiencia de vitamina A es el deterioro de la visión.

Además de los signos y síntomas específicos de la xeroftalmia y el riesgo de ceguera irreversible, los síntomas inespecíficos incluyen inmunidad deteriorada, infecciones respiratorias frecuentes, hipoplasia del esmalte, enfermedades de la piel, defectos del sistema genitourinario y reproductivo y anomalías en la formación ósea (Carazo *et al.*, 2021; Patil *et al.*, 2023).

La vitamina E es el antioxidante liposoluble más importante del sistema de defensa celular y solo puede obtenerse a través de la dieta. El término vitamina E se emplea para identificar a todos los tocoferoles y tocotrienos que poseen la actividad biológica del tocoferol. El α -tocoferol es la forma más abundante en la mayoría de los alimentos de origen animal (Morrisey y Hill, 2011). El principal papel biológico de la vitamina E es proteger los AGPI y otros componentes de las membranas celulares de la oxidación por los radicales libres (Traber, 2021). La deficiencia de vitamina E es poco frecuente y casi nunca se relaciona con una deficiencia dietética (Traber y Bruno, 2020). La población adulta requiere una ingesta promedio de 10 mg diarios (FAO, 2002).

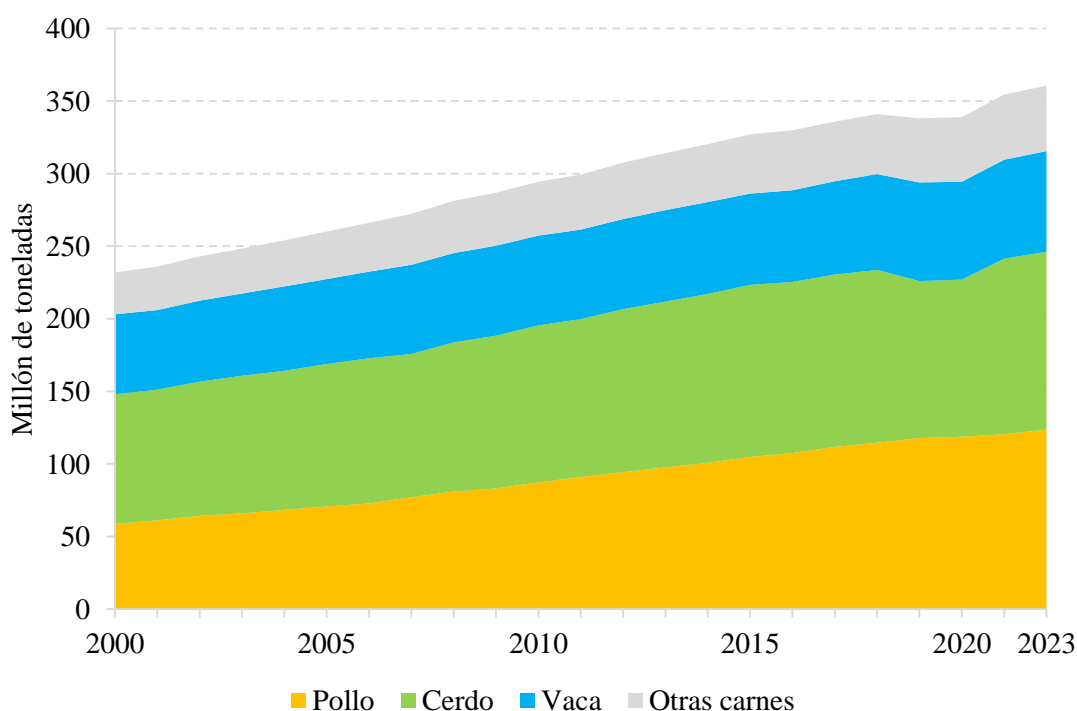
1.3. Producción y consumo de carne

A nivel global, la producción y el consumo de carne siguen aumentando a medida que la demanda se ve impulsada por el crecimiento de la población, junto con la creciente globalización de los sistemas alimentarios, la urbanización y el aumento de los ingresos en los países en desarrollo. Entre los diferentes tipos de carnes que están disponibles en los mercados, las carnes de aves de corral y de cerdo han mostrado el mayor aumento en el consumo. Por otro lado, en los últimos años el consumo de carne de rumiantes de ganado bovino, ovino y caprino se ha mantenido estable, incluso disminuyendo ligeramente (Henchion *et al.*, 2014; Milford *et al.*, 2019). Las proyecciones para los años 2024-2033 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) prevén que la producción mundial de carne continúe creciendo a un ritmo gradual hasta alcanzar los 388 millones de toneladas en 2033. Los países de ingresos medios propician los aumentos mundiales de la demanda de carne. Se espera que, durante el periodo de proyección, el consumo promedio per cápita de proteína cárnica aumente un 3%, acompañando el crecimiento de la población mundial. Específicamente, se estima que para 2033 el consumo de carne de aves de corral aumentaría un 16%, el de carne vacuna un 11% y el de carne de cerdo un 8% (OCDE/FAO, 2024).

La producción mundial de carne ha incrementado de manera sostenida en los últimos años, como puede observarse en el Gráfico 1 elaborado a partir de la base de datos estadísticos de la Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, por sus siglas en inglés). El volumen de carne producido en el año 2023 a nivel mundial alcanzó los 363 millones de toneladas (Mt), un aumento del 57% en comparación con el año 2000, en el que la

producción fue de 231 Mt. A nivel mundial, los tipos de carne predominantes son las aves de corral, el ganado vacuno, el cerdo y, en menor medida, las ovejas y las cabras. Sin embargo, la distribución de los tipos de carne varía considerablemente a nivel mundial; en algunos países, otros tipos de carne, como la de caza, caballo y pato, pueden representar una parte significativa de la producción total. El pollo, el cerdo y el ganado vacuno representaron casi el 90% de la producción mundial entre 2000 y 2023. Si bien la producción de los principales tipos de carne ha aumentado en términos absolutos, en términos relativos, la proporción de estos tipos de carne a nivel mundial ha cambiado significativamente en los últimos años. La carne de pollo solía representar una porción menor de la producción total de carne, pero su participación ha aumentado significativamente, consolidándose como el tipo de carne más producido en 2023 con 144 Mt, representando el 40% de la producción mundial. En cambio, la proporción de carne de vaca en la producción total ha disminuido al 21% en 2023, con una producción de 77 Mt, comparado al 25% del total en 2000. Mientras tanto, la proporción de carne de cerdo en la producción mundial se ha mantenido relativamente estable, representando el 34% del total en 2023 con 125 Mt (FAO, 2025b).

Gráfico 1. Producción mundial de carnes, expresada en millones de toneladas, en el período 2000-2023.



Fuente: FAOSTAT, 2025.

A nivel regional, Asia destaca por su crecimiento significativo, pasando de 89,5 Mt producidas en 2000 a 163,49 Mt en 2023, como se indica en la Tabla 5. Actualmente, es la

principal región productora de carne, aportando una parte sustancial de la producción mundial total. Esto representa un cambio significativo con respecto a décadas anteriores, cuando Europa y Norteamérica eran las principales regiones productoras de carne. Sin embargo, a principios del siglo XXI, su participación combinada había disminuido notablemente, y Asia se convirtió en la región predominante en términos de producción de carne. Norteamérica es una de las pocas regiones que mantiene un crecimiento estable y sin caídas en los últimos años. En contraste, Europa, aunque presenta un crecimiento entre 2000 y 2010, empieza a disminuir después de 2015, pasando de 61,06 Mt a 55,65 Mt en 2023. Por su parte, Sudamérica ha mostrado un crecimiento sostenido, duplicando prácticamente su producción, pasando de 25,72 Mt en 2000 a 49,46 Mt en 2023. Oceanía es la región con los valores absolutos más bajos, pero sigue una tendencia de crecimiento (FAO, 2025b).

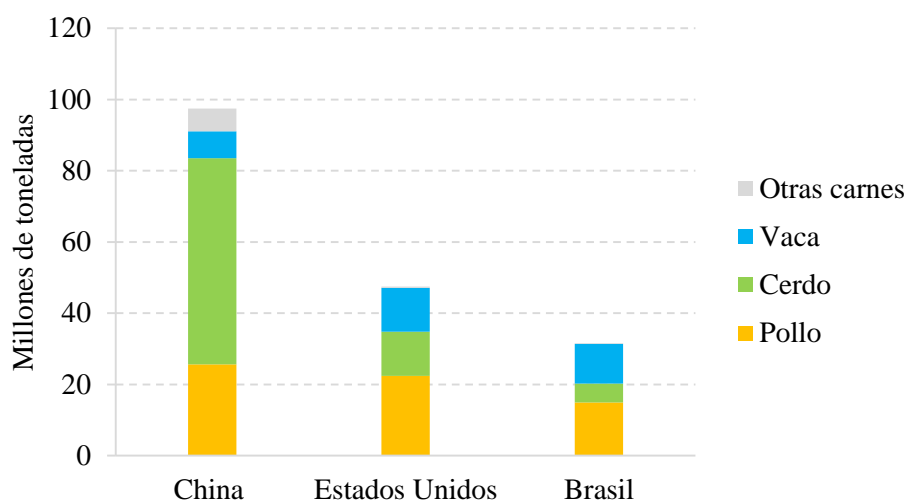
Tabla 5. Cantidad de carne producida a nivel mundial en las distintas regiones, expresada en millones de toneladas, en el período 2000-2023.

Región	2000	2005	2010	2015	2020	2023
Mundial	231,10	259,12	293,64	328,14	335,41	362,86
Asia	89,52	104,94	123,13	141,40	138,45	163,49
Europa	51,39	51,97	56,65	61,06	60,33	55,65
Norteamérica	47,91	51,89	54,73	57,01	62,76	64,29
Sudamérica	25,72	31,51	37,31	42,23	45,44	49,46
África	11,16	13,01	15,94	19,49	21,83	22,78
Oceanía	5,40	5,80	5,87	6,95	6,60	7,18

Fuente: FAOSTAT, 2025.

Los tres mayores productores de carne a nivel mundial son China, Estados Unidos y Brasil, como se muestra en el Gráfico 2. En el año 2023, China lideró la producción con 97,50 Mt, equivalente al 27% del total mundial. En segundo lugar, Estados Unidos registró 47,46 Mt, representado el 13% de la producción global; mientras que Brasil ocupó el tercer puesto con 31,60 Mt, lo que equivale al 9% del total. En particular, China es el principal productor de carne de cerdo, aportando el 46% de la producción mundial total con 57,94 Mt. Otros productores importantes en este sector son Estados Unidos, Alemania, España y Brasil. Además, China lidera la producción avícola, representando el 18% de la producción de carne de pollo con 25,63 Mt, siendo Estados Unidos y Brasil también importantes productores con 22,44 Mt y 14,97 Mt, respectivamente, contribuyendo significativamente a la producción avícola mundial. Por su parte, Estados Unidos es el mayor productor de carne de ganado vacuno, contribuyendo con el 16% de la producción mundial con 12,29 Mt, seguido de Brasil con 11,16 Mt y China con 7,53 Mt. Otros productores destacados en este sector son Argentina, Australia e India (FAO, 2025b).

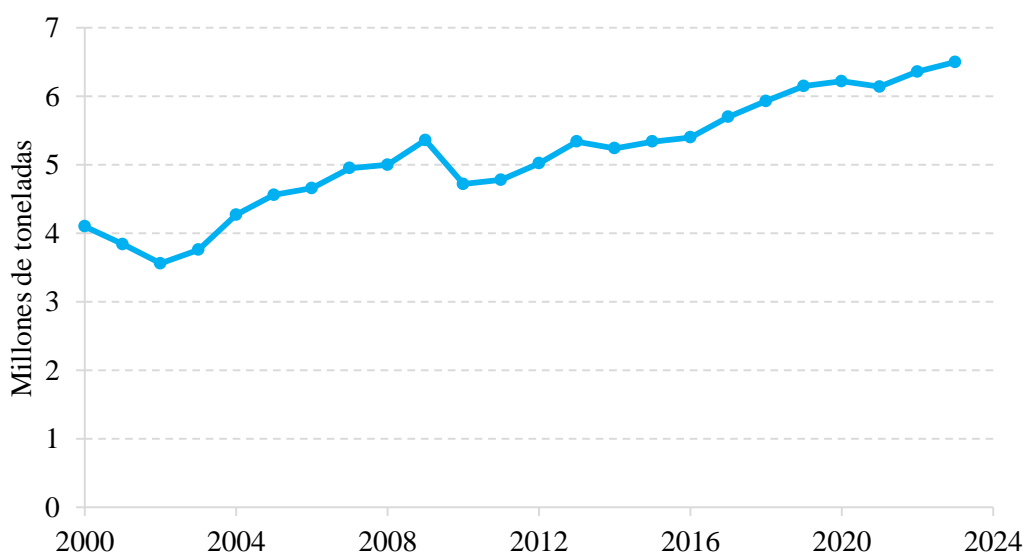
Gráfico 2. Mayores productores de los principales productos cárnicos en el año 2023.



Fuente: FAOSTAT, 2025.

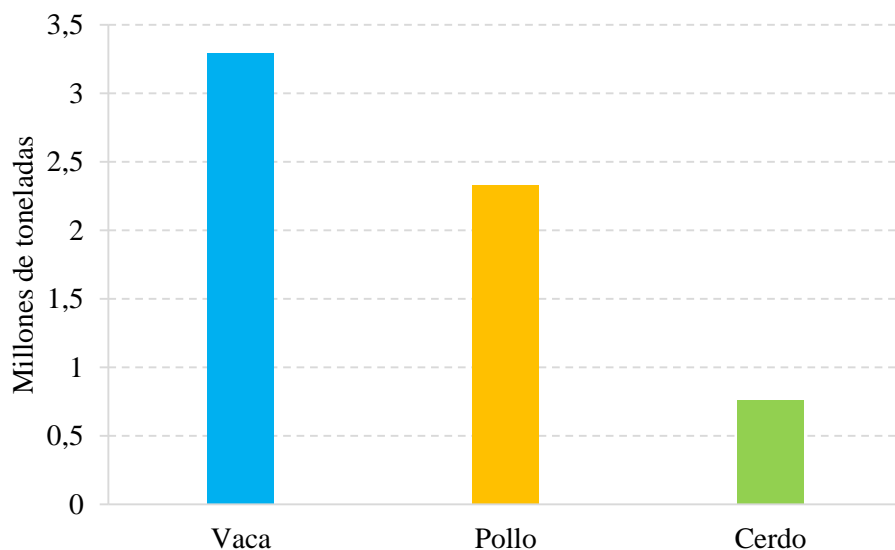
En el caso de Argentina, la producción cárnica a nivel local ha mostrado un crecimiento progresivo a lo largo del tiempo, como puede verse en el Gráfico 3. Su contribución a nivel mundial alcanzó 6,36 Mt en el año 2023, lo que representa un aumento del 55% respecto al año 2000, cuando la producción fue de 4,10 Mt. El país se caracteriza por ser principalmente un productor de carne vacuna, tal como se aprecia en el Gráfico 4, alcanzando una producción de 3,29 Mt en 2023, lo que corresponde al 52% del total de carne producido a nivel nacional. Además, la producción de carne de pollo fue de 2,33 Mt, mientras que la producción de carne de cerdo fue 0,76 Mt a nivel local (FAO, 2025b).

Gráfico 3. Evolución de la producción de carne argentina en el período 2000-2023.



Fuente: FAOSTAT, 2025.

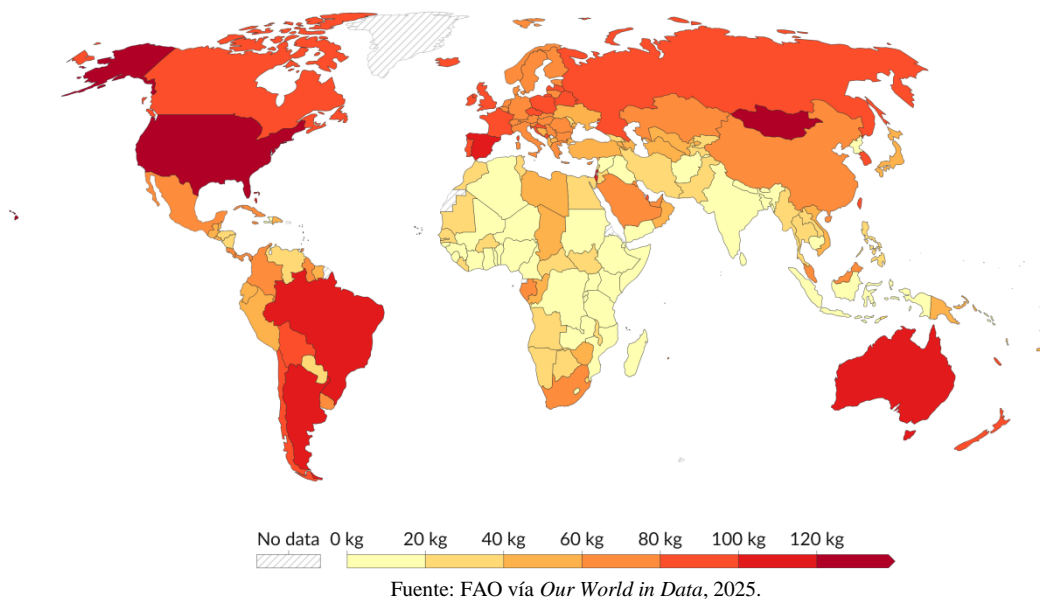
Gráfico 4. Producción de los principales tipos de carne argentina a nivel nacional en el año 2023.



Fuente: FAOSTAT, 2025.

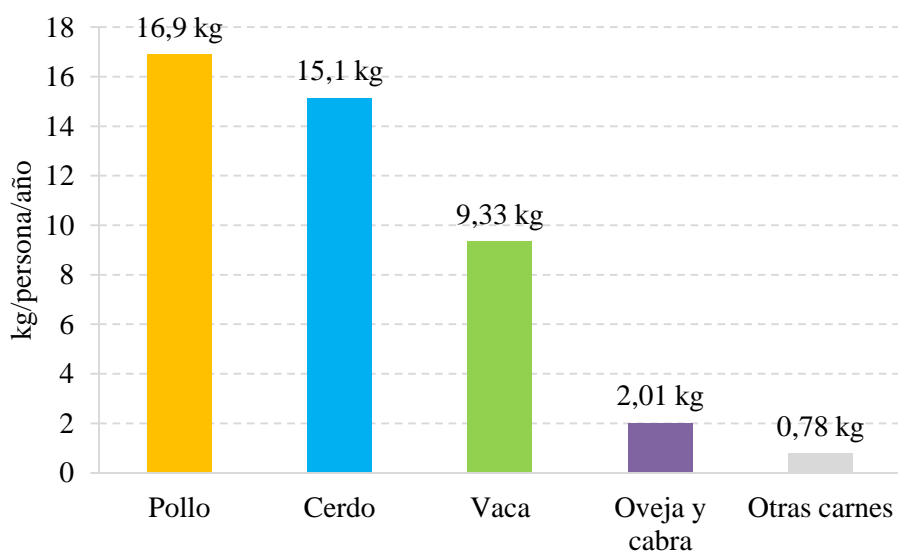
Mongolia, Estados Unidos, Argentina, Australia, España y Brasil son los países con el mayor consumo de carnes en el mundo. Todos estos países se encuentran por encima de los 100 kg de consumo anual por persona, según se evidencia en el Gráfico 5. El consumo cárnico argentino se encuentra entre los mayores del mundo, alcanzando los 114 kg per cápita en 2022, un valor similar al promedio de los últimos 10 años, mientras que el consumo promedio a nivel mundial es de 44 kg/persona/año (FAO, 2024c).

Gráfico 5. Mapa global del consumo per cápita de carne, medido en kilogramos por persona al año, para el año 2022.



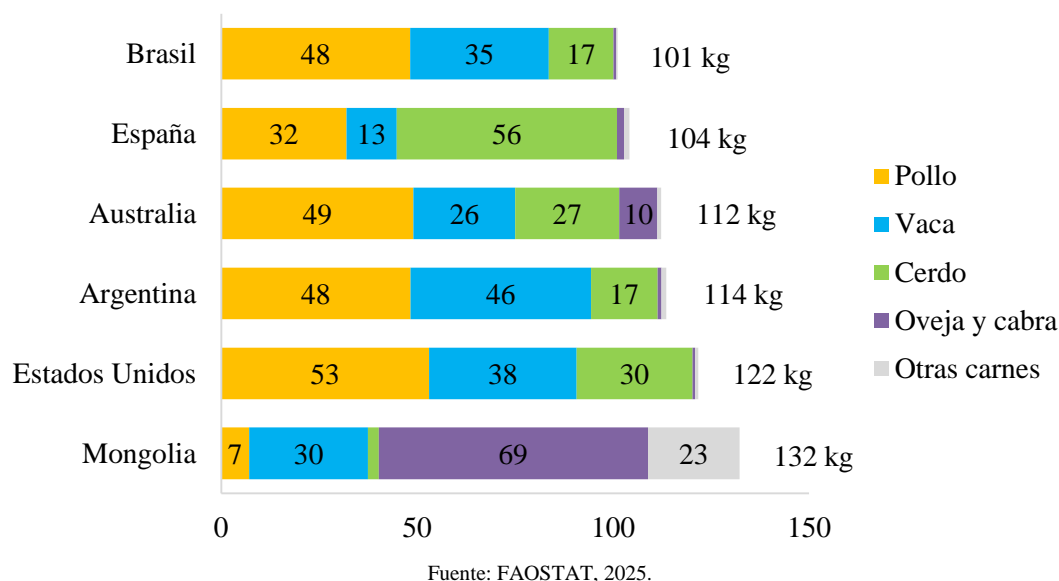
El consumo promedio de una persona incluye la carne de ave y la carne de cerdo como la opción predominante, seguida por la carne de ganado vacuno y la carne de oveja y cabra, mientras que otros tipos de carne representan una fracción menor del consumo total, como se detalla en el Gráfico 6. Las tendencias de consumo varían significativamente a nivel mundial, tal como se muestra en el Gráfico 7. Mongolia muestra una preferencia mucho mayor por la carne de oveja y cabra en comparación con el promedio mundial, presentando un consumo de 68,7 kg/persona/año en 2022. Estados Unidos lidera el consumo de carne aviar, con un promedio de 53,0 kg/persona/año, seguido por Australia, Argentina y Brasil. El mayor consumo de carne de cerdo se presenta en España con un promedio de 56,2 kg/persona/año. Argentina se destaca como el país que lidera el consumo de carne vacuna a nivel mundial, con un promedio de 46,1 kg/persona/año (FAO, 2024c).

Gráfico 6. Consumo per cápita mundial según los diferentes tipos de carne, expresado en kg/persona/año, para el año 2022.



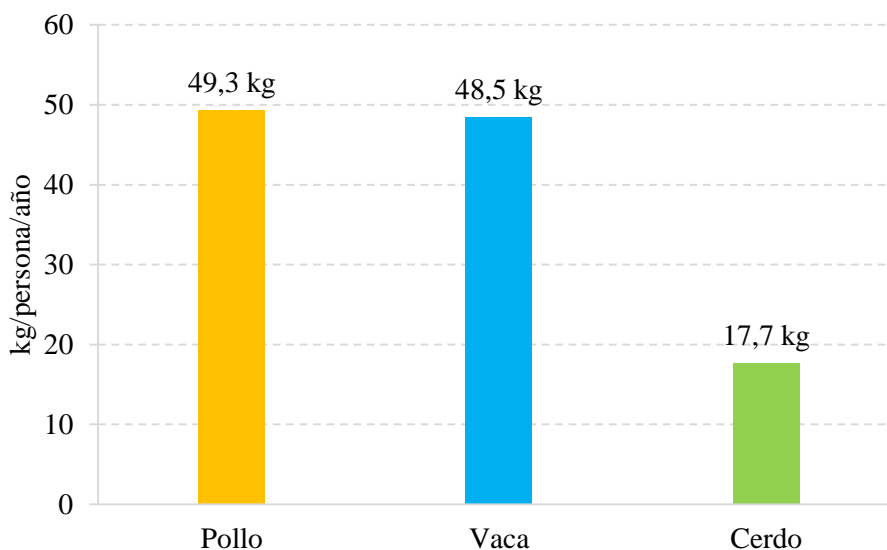
Fuente: FAOSTAT, 2025.

Gráfico 7. Tendencias en los países con el mayor consumo según los diferentes tipos de carne, expresadas en kg/persona/año, para el año 2022.



Las estimaciones de la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR), en base a datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), en términos de consumo promedio de carnes tradicionales, que incluye carne vacuna, aviar y porcina, indican que Argentina se habría posicionado como el segundo país con mayor consumo promedio de carne per cápita a nivel mundial en 2024, alcanzando los 115 kg/persona/año, superado únicamente por Estados Unidos con 120 kg/persona/año. Además, en el año 2024, Argentina habría vuelto a ocupar el primer lugar de consumo promedio per cápita de carne vacuna a nivel mundial, lugar que tradicionalmente sostiene. En dicho año, el consumo promedio por habitante habría sido de 48,5 kg en nuestro país. A pesar de que Argentina continúa liderando el podio mundial de consumo de carne vacuna, el consumo promedio per cápita se encuentra en una tendencia decreciente desde mediados del siglo pasado, en la medida que el consumo de carne vacuna fue siendo reemplazado por la carne de pollo y cerdo. Como referencia, el promedio del consumo promedio per cápita en el período 1950-1980 era de 84 kg, un 73% por encima del actual. Según las estimaciones del BCR, en 2024 se habría consumido más carne de pollo que de vaca en Argentina, como se observa en el Gráfico 8, alcanzando los 49,3 kg/persona/año. Argentina replica la tendencia mundial a un mayor consumo de carne aviar en los últimos años que se espera continúe en la próxima década. Si bien Argentina ha logrado duplicar su consumo promedio per cápita de carne de cerdo en los últimos años, no llega a acercarse a las primeras posiciones a nivel mundial, como ocurre en el caso de la carne bovina y aviar. En 2024, se habría alcanzado un consumo promedio de 17,7 kg/persona/año (BCR, 2024).

Gráfico 8. Consumo per cápita según los diferentes tipos de carne, expresado en kg/persona/año, en Argentina para el año 2024.



Fuente: BCR con base en USDA, 2024.

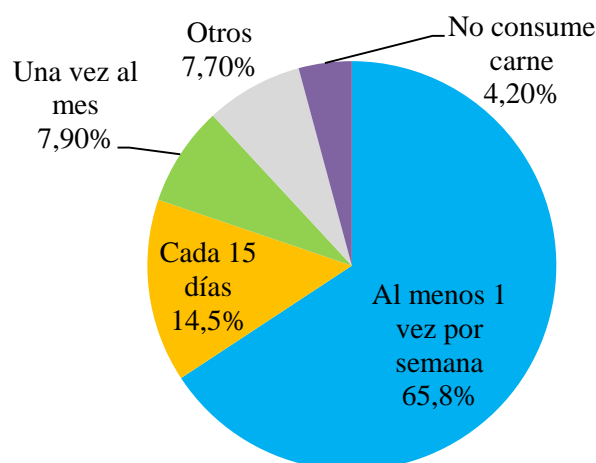
1.3.1. Hábitos de consumo de carne en Argentina

La canasta básica alimentaria es el conjunto de alimentos y bebidas que satisfacen requerimientos nutricionales, energéticos y proteicos, cuya composición refleja los hábitos de consumo de una población de referencia, es decir, un grupo de hogares que cubre con su consumo dichas necesidades alimentarias (INDEC, 2020). Los recursos disponibles, el nivel de ingresos y la cultura condicionan la composición de la canasta alimentaria de cada país, que debe incluir proteínas de origen animal. El informe elaborado por el Instituto de Economía (INECO), en base a los datos informados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (SAGyP), indica que las carnes que conforman la canasta alimentaria de los argentinos incluyen carne vacuna, pollo y cerdo, y no se tienen en cuenta otras carnes de especies no tradicionales debido al bajo consumo que existe en el país. Asimismo, la carne vacuna es uno de los productos con mayor preponderancia en la canasta alimentaria, lo que pone de manifiesto una arraigada tradición y preferencia por los productos cárnicos en la dieta de la población argentina. Históricamente, se ha asociado a la Argentina como un importante productor y exportador de carne vacuna, ya que las condiciones naturales que tiene el país lo llevan a tener ventajas en la producción ganadera. Por estas razones, el país se ha ubicado siempre como el mayor consumidor de carne vacuna per cápita del mundo (INECO, 2023).

A partir de los resultados de la Encuesta Nacional de Gasto de los Hogares (ENGHo), realizada por última vez en 2017-2018 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC), se observa que el consumo de carne representa un alto porcentaje de gasto en alimentos de los hogares en Argentina. El 65,8% de los hogares del país

afirmó comprar carne por lo menos una vez a la semana, el 14,5% cada 15 días y el 7,90% una vez al mes, mientras que sólo el 4,20% indicó que no consume carne, según los datos del Gráfico 9 (INDEC, 2019). En la Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS 2), realizada en 2018-2019, respecto a la frecuencia de consumo del grupo de alimentos proteicos, 5 de cada 10 individuos refirieron haber consumido carne roja, carne de ave y/o huevo al menos una vez al día, tomando como referencia los últimos tres meses (Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación, 2019).

Gráfico 9. Hábito de compra de carne en el país en 2017-2018.



Fuente: INDEC, 2019.

A su vez, el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA) realizó un estudio de usos y actitudes vinculado al consumo de carne vacuna en el país en el año 2005. Respecto a la frecuencia de consumo de este tipo de carne, en cualquiera de sus modalidades de preparación, el 29% de los encuestados indicó consumir todos los días, el 17% entre 5 y 6 días en la semana, el 32% entre 4 y 3 días, el 13% únicamente 2 días, y sólo el 9% refirió consumir 1 día o menos. En cuanto al modo de preparación, la encuesta arrojó que los tipos de comidas más usados con la carne vacuna que se consume diariamente son milanesas, churrascos/bifes, asado y estofados/salsas. Por otra parte, los modos de cocción que se destacan son la carne asada a la parrilla, a la plancha, al horno o cacerola. El estudio arrojó otros resultados interesantes vinculados a los tipos de carne probados alguna vez en el hogar: el 99% de los encuestados había probado carne de pollo, además de la carne vacuna, el 98% carne de cerdo, el 78% cordero, el 57% pavo y pavita, el 56% conejo, el 49% carnes de caza y el 42% carne de pato. En cuanto a las razones de consumo, se destacan para la carne vacuna el hábito, la practicidad, la facilidad en la preparación, la calidad y el sabor. El consumo de carne de pollo se debe al

hábito, la practicidad y la percepción de precio accesible; mientras que para la carne de cerdo se debe al gusto, el placer o la posibilidad de no comer siempre lo mismo (IPCVA, 2005).

El análisis del consumo de carne vacuna del Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca (CREEBBA), indica que, a pesar de ser el país con mayor consumo de carne vacuna per cápita, en los últimos años se observa una tendencia decreciente en el consumo de este tipo de carne por parte de los argentinos. Así, se verifica una retracción en el consumo interno de carne vacuna, que pasó de 51 kg/persona/año en 2019 a 48,3 kg/persona/año en 2022. El consumo llegó a un mínimo histórico en 2021, con 47,6 kg/persona/año, y arrojó una caída de más de 10 kg por habitante por año respecto a 2016. Esta reducción del consumo de carne vacuna se relaciona con la dinámica entre los altos índices de inflación de los precios y la pérdida de poder adquisitivo de los salarios a lo largo de la última década; así como también con cambios en los patrones culturales, con un menor consumo de proteínas animales y la tendencia creciente de nuevas corrientes de consumo sostenible que tienen como foco el bienestar de los animales y el cuidado del medioambiente, entre otras (CREEBBA, 2023).

Las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA) recomiendan incorporar carnes rojas con una frecuencia de hasta tres veces por semana, como así también diversificar el consumo de carnes debido al fuerte hábito de consumo de carne vacuna y la escasez de carnes magras en la dieta (Ministerio de Salud de la Nación, 2020).

1.3.2. Carnes no tradicionales

La creciente conciencia nutricional y la preocupación por la salud hacen que los consumidores presten atención cada vez más a la calidad de los alimentos consumidos, su valor nutricional, los beneficios para la salud y el origen de los productos alimenticios. Además, aspectos como la seguridad alimentaria, el bienestar animal, la sostenibilidad en la producción de alimentos y la necesidad de reducir su impacto sobre el cambio climático adquieren una relevancia creciente en las decisiones de consumo. La ganadería intensiva representa una de las principales actividades responsables del cambio climático, debido a su elevada emisión de gases de efecto invernadero, contribuyendo significativamente a la huella de carbono global. Asimismo, esta práctica se asocia con un elevado consumo de recursos hídricos, lo que agrava su impacto ecológico. En consecuencia, un número creciente de consumidores adopta una postura consciente frente al abastecimiento responsable de alimentos, incluida la preferencia por las carnes de especies alternativas, producidas de forma natural en sistemas de bajo impacto, en lugar de aquellas provenientes de animales de cría intensiva (Hartmann y Siegrist, 2017; Corallo *et al.*, 2019; Cheah *et al.*, 2020; Popoola *et al.*, 2020; Blanco-Penedo *et al.*, 2021).

Las carnes de especies alternativas se definen como aquellas provenientes de animales silvestres o no domesticados, procedentes de sistemas ganaderos no convencionales o no

tradicionales, que no son comúnmente consumidas a gran escala en los mercados globales (Polawska *et al.*, 2013; Pérez-Peña, 2022). La carne de caza constituye un recurso importante para numerosas comunidades rurales en regiones del mundo ricas en biodiversidad, que siguen dependiendo de la fauna silvestre para alimentarse, tener ingresos económicos y mantener su identidad cultural (FAO, 2025c).

En la mayoría de los países europeos, la carne de animales silvestres proviene principalmente de especies de caza mayor como el alce (*Alces alces*), el ciervo rojo (*Cervus elaphus*), el gamo (*Dama dama*), el jabalí (*Sus scrofa*) y el corzo (*Capreolus capreolus*), así como de especies de caza menor como la liebre (*Lepus europaeus*) y diversas aves silvestres, entre ellas el faisán (*Phasianus colchicus*) y la perdiz roja (*Alectoris rufa*). En los últimos años, se ha generalizado la producción de animales cinegéticos en sistemas de cría semiextensivos, como alternativa a la caza tradicional. Esta modalidad permite un mayor control sobre la sanidad animal, la trazabilidad del producto y la sostenibilidad del recurso, al tiempo que garantiza la calidad de la carne (Kudrnáčová *et al.*, 2018; Antunes *et al.*, 2019; Milczarek *et al.*, 2021; Lestingi, 2023; Kokoszyński *et al.*, 2024; Frunzã *et al.*, 2025).

En América del Sur, principalmente en zonas rurales, existen numerosas especies silvestres utilizadas como fuente de proteína animal de fácil acceso y económica, con potencial para la cría en sistemas productivos controlados (Saadoun y Cabrera, 2008). Entre las carnes autóctonas se destacan el capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la nutria (*Myocastor coypus*), el guanaco (*Lama guanicoe*), la alpaca (*Lama pacos*), la llama (*Lama glama*), el ñandú común (*Rhea americana*), el yacaré overo (*Caiman latirostris*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) (Cabrera *et al.*, 2007; Bernad *et al.*, 2018; Nogueira-Filho *et al.*, 2018; Simoncini *et al.*, 2020; Popova *et al.*, 2021; John y Jones, 2024). En nuestro continente, diversas poblaciones amazónicas incorporan carne de caza como un componente relevante de su alimentación habitual. En este sentido, estudios recientes estiman que en la Amazonia se extraen anualmente alrededor de 0,34 Mt de carne silvestre comestible que puede cubrir una proporción significativa de los requerimientos de proteínas, Fe, Zn y vitaminas del complejo B de las poblaciones rurales (Antunes *et al.*, 2025).

En Argentina, país reconocido mundialmente por su producción y consumo de carne vacuna, se ha observado un creciente interés por las carnes no tradicionales, dentro de las cuales se enmarcan las carnes de caza. La producción de carnes no tradicionales ha registrado en el último período un aumento considerable tanto en volumen como en valor, según las estadísticas del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Aunque se han incorporado otras especies no tradicionales como guanacos o ñandúes, las principales especies son liebres, ciervos y jabalíes (SENASA, 2025).

Las especies animales alternativas tienen el potencial de producir carne de buena calidad, y por ello están generando un creciente interés como ganado especializado. Sin

embargo, la industria de carne alternativa sigue siendo, en general, un sector minoritario, con niveles de producción y consumo que representan una proporción baja del mercado cárnico mundial, debido tanto a limitaciones de demanda como de oferta (Popoola *et al.*, 2020). En 2022, el consumo de “otras carnes”, incluidas las carnes de caza silvestre, representó apenas el 1,77 % del consumo mundial per cápita de carne (FAO, 2025b). La mayoría de estas carnes ofrece beneficios nutricionales en comparación con las carnes rojas convencionales; por lo tanto, la carne de caza de especies silvestres puede complementar el mercado cárnico global con productos de buena calidad (Polawska *et al.*, 2013).

El rango de variabilidad en la composición química, las propiedades físicas y la calidad sensorial de la carne de caza es bastante heterogéneo dada la amplia gama de especies silvestres, así como las diferencias climáticas, las condiciones geográficas y la composición de la vegetación entre las zonas de captura. La calidad de la carne también se ve afectada por el sexo, la edad, la condición y el estado fisiológico de los animales, así como de la temporada de caza y la parte particular de la carcasa utilizada (Bernad *et al.*, 2018; Ludwiczak *et al.*, 2020; Leiva *et al.*, 2021; Soriano *et al.*, 2021; Tůmová *et al.*, 2021; Bokor *et al.*, 2023; Razmaitė y Šiukšcius *et al.*, 2023).

Sin embargo, existen similitudes que la distinguen claramente de la carne de ganado tradicional. En general, si consideramos las especies silvestres más consumidas, la carne presenta un valor energético relativamente bajo, un alto nivel de proteína y un bajo contenido en grasa y colesterol, según se detalla en la Tabla 6 (Sales *et al.*, 1999; Arenas de Moreno *et al.*, 2000; Oda *et al.*, 2004; Saadoun *et al.*, 2006; Romanelli *et al.*, 2008; Antunes *et al.*, 2019; Flis *et al.*, 2020; Ludwiczak *et al.*, 2020; Simoncini *et al.*, 2020; Żmijewski *et al.*, 2020; Milczarek *et al.*, 2021; Tůmová *et al.*, 2021; Zmijewski *et al.*, 2021; Kasprzyk *et al.*, 2022; Razmaitė y Šiukšcius, 2023). Además, la carne de caza silvestre presenta un perfil de ácidos grasos más saludable en comparación con otras carnes, mostrando una mayor proporción de AGPI, especialmente de la serie n-3, y, en consecuencia, una relación AGPI/AGS más favorable, tal como se indica en la Tabla 7 (Oda *et al.*, 2004; Romanelli *et al.*, 2008; Głogowski *et al.*, 2010; Antunes *et al.*, 2019; Domínguez *et al.*, 2019a; Simoncini *et al.*, 2020; Kilar y Kasprzyk, 2021; Milczarek *et al.*, 2021; Kasprzyk *et al.*, 2022; Razmaitė y Šiukšcius, 2023; Sampels *et al.*, 2023). Asimismo, se ha demostrado que la carne de animales salvajes presenta cantidades de macroelementos y microelementos, como P, Mg, Fe y Zn, mayores que en la carne de animales de cría intensiva, como también un alto contenido de vitaminas del grupo B y vitamina E, como se muestra en las Tablas 8 y 9 (Arenas de Moreno *et al.*, 2000; Quaresma *et al.*, 2012; Dannenberger *et al.*, 2013; Pedrazzoli *et al.*, 2017; Antunes *et al.*, 2019; Cawthorn *et al.*, 2020; Flis *et al.*, 2020; Soriano *et al.*, 2020; Żmijewski *et al.*, 2020; Lénárt *et al.*, 2023). La carne de caza también puede considerarse una fuente de compuestos bioactivos, tales como el CLA y la anserina, entre otros (Viganò *et al.*, 2019; Takeda *et al.*, 2020).

Tabla 6. Composición centesimal, contenido de colesterol y valor energético, expresados en 100 g (promedio±DE) de distintos cortes de carnes crudas de caza de especies silvestres.

Especie	Corte	Valor energético (kcal)	Humedad (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Colesterol (mg)	Cenizas (g)
Corzo ¹	SM	96,5	74,9±0,21	23,9±0,21	0,10±0,01	n/d	1,07±0,01
Ciervo rojo ¹	SM	87,4	77,2±0,21	21,5±0,21	0,16±0,01	n/d	1,08±0,01
Ciervo rojo ²	LL	n/d	n/d	n/d	1,46	59,1	n/d
	SM	n/d	n/d	n/d	1,57	60,7	n/d
Gamo ³	LTL	107	74,0±0,62	23,2±0,51	1,55±0,35	n/d	1,10±0,04
	SM	100	74,8±0,25	23,3±0,31	0,79±0,15	n/d	1,03±0,04
Jabalí ⁴	SM	106	75,8±0,61	22,8±0,47	1,63±0,28	n/d	n/d
Jabalí ⁵	LTL	125	72,0±0,55	23,7±0,42	3,33±0,44	n/d	1,00±0,15
Liebre ⁶	LTL	104	73,5±0,38	21,9±0,40	1,87±0,28	62,7±2,94	1,57±0,14
	BF	105	74,1±0,46	21,6±0,55	2,07±0,41	60,9±3,26	1,41±0,14
Capibara ⁷	LD	104	75,6±0,20	22,0±0,60	1,75±0,15	27,0±2,92	1,05±0,02
Nutria ⁸	MP	105	72,9±1,73	22,3±0,43	1,78±0,22	72,2±1,4	n/d
	Muslo	91,1	74,6±1,72	19,6±0,19	1,41±0,15	70,1±3,0	n/d
Nutria ⁹	Pata	108	74,5±0,62	21,3±0,33	2,55±0,56	n/d	1,08±0,02
Faisán ¹⁰	Pechuga	98,5	74,4±4,16	24,0±1,32	0,28±0,03	n/d	1,05±0,05
	Muslo	97,7	74,7±3,94	23,4±0,92	0,45±0,03	n/d	1,08±0,06
Perdiz roja ¹¹	Pechuga	n/d	n/d	n/d	0,82±0,08	34,5±1,03	n/d
	Muslo	n/d	n/d	n/d	1,40±0,08	54,2±1,03	n/d
Ñandú ¹²	Pata	n/d	73,3±1,49	n/d	1,17±0,49	59,0±6,80	n/d
Ñandú ¹³	Muslo	106	74,1±0,14	22,8±0,33	1,59±0,36	n/d	1,52±0,17
Yacaré overo ¹⁴	IC	89,2	77,2±0,39	20,5±0,26	0,80±0,33	n/d	n/d
Iguana ¹⁵	n/d	115	74,7±0,30	20,8±0,36	3,49±0,12	n/d	1,18±0,30

Fuente: ¹Milczarek *et al.*, 2021; ²Kasprzyk *et al.*, 2022; ³Zmijewski *et al.*, 2020; ⁴Ludwiczak *et al.*, 2020; ⁵Zmijewski *et al.*, 2021;

⁶Razmaitė y Šiukščiū, 2023; ⁷Oda *et al.*, 2004; ⁸Saadoun *et al.*, 2006; ⁹Tůmová *et al.*, 2021; ¹⁰Flis *et al.*, 2020; ¹¹Antunes *et al.*, 2019; ¹²Sales *et al.*, 1999; ¹³Romanelli *et al.*, 2008; ¹⁴Simoncini *et al.*, 2020; ¹⁵Arenas de Moreno *et al.*, 2000.

SM = *Semimembranosus*, LL = *Longissimus lumborum*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, BF = *Biceps femoris*, LD = *Longissimus dorsi*, MP = músculo pectoral, IC = *Ilioischiocondalis*, n/d = datos no disponibles o no informados.

Tabla 7. Proporciones de ácidos grasos, expresadas en g/100 g (promedio±DE) de ácidos grasos totales, en carnes crudas de caza de especies silvestres.

Especie	Corte	AGS	AGM	AGPI	AGPI/AGS	n-6	n-3	n-6/n-3
Corzo ¹	SM	42,7±0,50	31,0±0,16	25,6±0,16	0,60±0,02	n/d	n/d	n/d
Ciervo rojo ²	LL	44,7±2,87	28,8±3,19	26,5±1,01	0,60±0,04	14,8±1,10	10,2±0,76	1,47±0,19
	SM	45,2±3,20	28,8±3,34	26,0±1,97	0,58±0,07	14,6±1,04	9,64±1,11	1,53±0,15
Gamo ³	LL	49,2±4,79	32,5±3,39	18,3±2,26	0,38±0,07	11,1±1,62	5,65±0,74	1,96±0,18
Jabalí ⁴	TB	24,3±0,56	42,3±1,38	5,66±0,73	n/d	21,0±1,59	1,96±0,20	12,7±2,45
Liebre ⁵	LTL	31,9±1,21	19,9±1,43	41,9±1,27	1,33±0,08	n/d	n/d	1,54±0,27
	BF	31,9±0,84	20,7±1,58	42,5±1,17	1,34±0,06	n/d	n/d	1,34±0,22
Capibara ⁶	SM	38,8	30,8	28,3	0,72	22,6	5,67	3,98
Nutria ⁷	Pata	35,1	44,6	20,4	0,58	14,7	5,60	2,60
Perdiz roja ⁸	Pechuga	31,3±0,76	24,7±2,06	31,9±1,96	0,42±0,04	25,1±1,79	6,80±0,34	3,83±0,57
	Muslo	34,4±0,76	33,1±2,06	27,9±1,96	0,58±0,04	24,0±1,79	3,90±0,34	7,22±0,57
Ñandú ⁹	Muslo	27,9±0,70	42,4±2,50	29,7±1,90	1,06±0,01	28,8±2,20	0,92±0,40	31,3±9,00
Yacaré overo ¹⁰	IC	30,2	33,2	36,8	1,25	34,1	2,70	19,9
Iguana ¹¹	n/d	36,9	45,6	15,8	0,42	5,40	10,1	0,63

Fuente: ¹Milczarek *et al.*, 2021; ²Kasprzyk *et al.*, 2022; ³Kilar y Kasprzyk, 2021; ⁴Sampels *et al.*, 2023; ⁵Razmaitė y Šiukščiūs, 2023; ⁶Oda *et al.*, 2004; ⁷Głogowski *et al.*, 2010; ⁸Antunes *et al.*, 2019; ⁹Romanelli *et al.*, 2008; ¹⁰Simoncini *et al.*, 2020; ¹¹Domínguez *et al.*, 2019a.

SM = *Semimembranosus*, LL = *Longissimus lumborum*, TB = *Triceps brachii*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, BF = *Biceps femoris*, IC = *Ilioischiocaudalis*, AGS = ácidos grasos saturados, AGM = ácidos grasos monoinsaturados, AGPI = ácidos grasos poliinsaturados, n/d = datos no disponibles o no informados.

Tabla 8. Contenido de minerales expresado en mg/100 g (promedio±DE) de carne cruda de caza de especies silvestres.

Especie	Corte	Na	K	Ca	P	Mg	Fe	Zn
Corzo ¹	LTL	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	3,38±0,09	3,93±0,17
Ciervo rojo ²	LT	51,9±2,52	290±6,17	n/d	170±3,30	n/d	5,44±0,37	7,90±0,50
Gamo ³	LTL	43,5±0,81	362±3,38	3,71±0,07	224±1,81	25,9±0,14	4,32±0,20	2,08±0,06
	BF	43,3±0,96	374±5,05	3,48±0,07	230±2,08	27,3±0,21	3,83±0,14	1,50±0,05
Gamo ⁴	LTL	59,6±5,57	377±3,46	2,27±0,17	231±3,90	21,6±0,41	3,29±0,14	n/d
	SM	49,5±1,13	387±4,39	1,88±0,11	235±4,25	23,6±4,50	3,18±0,09	n/d
Jabali ¹	LTL	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	2,17±0,17	3,19±0,31
Jabali ⁵	BF	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	5,21±1,15
Faisán ⁶	Pechuga	27,6±0,50	356±9,50	6,91±0,40	238±7,90	23,8±0,60	1,74±0,55	3,97±0,15
	Muslo	45,5±0,90	306±9,20	12,7±0,40	230±7,90	20,2±0,30	2,41±0,80	5,54±0,23
Iguana ⁷	n/d	89,2±2,60	266±13,2	10,1±0,40	217±6,97	21,9±0,54	1,93±0,09	2,53±0,02

Fuente: ¹Dannenberger *et al.*, 2013; ²Soriano *et al.*, 2020; ³Cawthorn *et al.*, 2020; ⁴Zmijewski *et al.*, 2020; ⁵Lénárt *et al.*, 2023; ⁶Flis *et al.*, 2020;

⁷Arenas de Moreno *et al.*, 2000.

LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, LT = *Longissimus thoracis*, BF = *Biceps femoris*, SM = *Semimembranosus*, n/d = datos no disponibles o no informados.

Tabla 9. Contenido de vitaminas expresado en 100 g (promedio±DE) de carne cruda de caza de especies silvestres.

Especie	Corte	Vitamina						
		B1 (mg)	B2 (mg)	B3 (mg)	B6 (mg)	B9 (µg)	B12 (µg)	E (mg)
Corzo ¹	LTL	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,669±0,080
Ciervo rojo ²	PM	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,881±0,049
Ciervo rojo ³	LT	0,17±0,01	0,40±0,04	5,46±0,28	0,14±0,01	3,87±0,15	5,91±0,42	n/d
Jabalí ¹	LTL	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,463±0,040
Jabalí ⁴	LD	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,692±0,123
Perdiz roja ⁵	Pechuga	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,779±0,043
	Muslo	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,980±0,043

Fuente: ¹Dannenberger *et al.*, 2013; ²Quaresma *et al.*, 2012; ³Soriano *et al.*, 2020; ⁴Pedrazzoli *et al.*, 2017; ⁵Antunes *et al.*, 2019.

LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, PM = *Psoas major*, LT = *Longissimus thoracis*, LD = *Longissimus dorsi*, n/d = datos no disponibles o no informados.

Por otro lado, la obtención de carne de animales silvestres implica la caza, lo que sugiere que esta carne puede presentar diferentes niveles de higiene, especialmente vinculados con las habilidades de sacrificio y manipulación de la carne por parte de los cazadores (Sauvala *et al.*, 2019; Marescotti *et al.*, 2021). La calidad microbiológica de la carne de caza se ve afectada por muchos factores, como la microbiota propia en la piel, el tracto digestivo y los músculos de los animales, las condiciones de sacrificio, el traslado y el posterior almacenamiento de la carne (Gill, 2007; Ramanzin *et al.*, 2010). Las especies de fauna silvestre destinadas a la caza pueden ser portadoras de diversos patógenos zoonóticos. En este contexto, la carne de jabalí se considera una de las principales fuentes de transmisión de *Trichinella* spp (Balić *et al.*, 2020; Ribicich *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2024), la carne de ciervos y liebres se asocia a un riesgo de infección por *Toxoplasma gondii* y *Yersinia enterocolitica* (Syczyło *et al.*, 2018; Almeria *et al.*, 2021; Stensgaard *et al.*, 2022; Floris *et al.*, 2018), mientras que las aves de caza representan un riesgo potencial de transmisión de *Campylobacter jejuni* y *Listeria monocytogenes* (Sauvala *et al.*, 2021). Es necesario mantener una buena higiene en el sacrificio y educar a los cazadores para evitar la contaminación de las canales con bacterias intestinales (Sauvala *et al.*, 2019; Marescotti *et al.*, 2021).

Además de los beneficios nutricionales de las carnes de especies silvestres, las necesidades alimenticias de la mayoría de estos animales pueden ser cubiertos mediante el pastoreo en pastizales naturales o autóctonos, sin necesidad de recurrir a cultivos forrajeros intensivos, fertilizantes sintéticos o suplementos alimenticios industrializados. En consecuencia, su producción implica un menor uso de insumos agrícolas, reduce la presión sobre los ecosistemas agrícolas tradicionales y favorece el aprovechamiento racional de ambientes naturales, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad (Gerber *et al.*, 2013; Kaufmann, 2015). Algunas especies, como el jabalí, los ciervos y los camélidos, emiten menores niveles de metano entérico, por lo que su aporte a la emisión global de gases de efecto invernadero es menor respecto del ganado vacuno (Dittmann *et al.*, 2014; Fiala *et al.*, 2020; Lestingi, 2023). La carne de rumiantes es reconocida como el producto alimenticio con la mayor huella de carbono. Como consecuencia de la fisiología digestiva de las especies rumiantes, el metano, que se origina como un subproducto de la fermentación entérica, es responsable del 40% de la huella de carbono de la agricultura mundial y de aproximadamente el 6% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Smith *et al.*, 2022). Asimismo, los animales silvestres no están expuestos al estrés asociado a la cría intensiva y, cuando la caza se realiza de manera adecuada, se evita también el sufrimiento asociado al traslado y sacrificio en el matadero. La variedad de pastos consumidos en los hábitats naturales de los animales salvajes, así como una mayor actividad física, son solo algunos de los factores que influyen en el sabor, la apariencia, la textura y las propiedades nutricionales, generalmente deseables, de la carne de caza (Czarniecka-Skubina *et al.*, 2022).

La carne procedente de la caza contribuye a la seguridad alimentaria y cumple un rol significativo en la conservación de la biodiversidad, así como en la generación de empleo local, principalmente en varios países en desarrollo (Taylor *et al.*, 2020; Needham *et al.*, 2023). Por lo tanto, la carne de caza contribuye de manera relevante al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, como el ODS 1: fin de la pobreza, el ODS 2: hambre cero, el ODS 3: salud y bienestar, el ODS 8: trabajo decente y crecimiento económico, el ODS 12: producción y consumo responsables, el ODS 13: acción por el clima, y el ODS 15: vida de ecosistemas terrestres (ONU, 2015).

1.3.3. Producción sostenible de carnes

La FAO reconoce que la carne es una fuente importante de proteínas y micronutrientes para la población, especialmente en países en desarrollo donde el acceso a una variedad de alimentos es limitado. En este sentido, la FAO considera que aumentar la producción de carne en el sistema global permitirá aumentar el consumo de proteína animal, lo que contribuirá a mejorar la salud y la nutrición de las poblaciones en los países en desarrollo que se encuentran subalimentadas o experimentan notorias deficiencias nutritivas. Para ello, es necesario fomentar una producción de carne basada en criterios de sostenibilidad, con el objetivo principal de reducir las emisiones de metano generadas por la ganadería (FAO, 2023a). Esta actividad, en particular bajo sistemas intensivos, es responsable del 12% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero provocadas por actividades humanas. El ganado bovino es la principal fuente de emisiones (62%), seguido por el porcino (14%), los pollos (9%), los búfalos (8%) y las ovejas y cabras (7%). Frente a este escenario, la producción sostenible de carne se presenta como una necesidad urgente para garantizar la seguridad alimentaria, reducir el impacto ambiental y mitigar el cambio climático (FAO, 2023b).

La sostenibilidad, un término utilizado con frecuencia en relación con los sistemas biológicos, se define como la capacidad de un ecosistema para mantener los procesos ecológicos, la biodiversidad y la productividad en el futuro (Kaufmann, 2015). Un sistema agrícola sostenible debe satisfacer las necesidades de las generaciones presentes y futuras, y al mismo tiempo garantizar la rentabilidad, la salud ambiental, y la equidad social y económica. La alimentación y la agricultura sostenibles contribuyen a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria que incluyen la disponibilidad, el acceso, la utilización y la estabilidad, y requieren un enfoque integral que contemple las tres dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, social y económica. La FAO promueve una alimentación y una agricultura sostenibles con el fin de ayudar a países de todo el mundo a lograr los ODS establecidos por las Naciones Unidas, a través de una transición hacia sistemas agroalimentarios más eficientes, inclusivos, resilientes y

sostenibles, que ofrezcan mejoras en la producción, la nutrición, el medio ambiente y los medios de vida, a fin de proporcionar alimentos suficientes a las poblaciones del mundo (FAO, 2025d).

La cría de ganado y el procesamiento sostenible de carne se refiere a la conversión respetuosa de un animal en un alimento de calidad, nutritivo y seguro para el consumo humano. En un clima global cambiante, el bienestar animal y humano y la protección del medio ambiente son primordiales para la sostenibilidad y deben ser el centro de cualquier consideración de la producción animal y el procesamiento de carne, con resultados socioeconómicos y ambientales positivos (Ponnampalam y Holman, 2023). En este contexto, es prioritario desarrollar e implementar estrategias sostenibles de producción, centradas en el uso racional de los recursos naturales, la reducción de residuos, la minimización de la contaminación y la revalorización de los subproductos a través de esquemas de economía circular. Este enfoque no solo busca reducir los impactos negativos sobre el ambiente, sino también fortalecer la viabilidad económica y social del sector agropecuario, garantizando su sostenibilidad a largo plazo y su contribución a una alimentación adecuada y segura para una población global en crecimiento (FAO, 2021).

El consumo de carnes de especies alternativas producidas de manera sostenible es una alternativa que busca reducir el impacto ambiental, mejorar el bienestar animal y garantizar la seguridad alimentaria, respondiendo así a las crecientes demandas de la sociedad (Font-i-Furnols y Guerrero, 2022).

1.4. Camélidos sudamericanos

Los camélidos se clasifican en el orden *Artiodactyla*, suborden *Tylopoda* y familia *Camelidae*, y se subdividen a nivel de tribu en *Camelini* y *Lamini*. La tribu *Camelini*, conformada por el género *Camelus*, habita en zonas desérticas de Asia y África y se conoce como camélidos del Viejo Mundo. Existen tres especies actuales que incluyen los camellos bactrianos (*C. bactrianus*), los camellos salvajes (*C. ferus*) y los dromedarios (*C. dromedarius*). La tribu de los *Lamini*, conformada por los géneros *Lama* y *Vicugna*, habita en América del Sur y se conoce como camélidos sudamericanos (CSA) o camélidos del Nuevo Mundo. Los CSA incluyen, en la actualidad, dos especies domésticas: la alpaca (*V. pacos*) y la llama (*L. glama*), y dos especies silvestres: la vicuña (*V. vicugna*) y el guanaco (*L. guanicoe*) (Wheeler, 2012). Estudios moleculares utilizando ADN mitocondrial (ADNmt) y microsatélites han permitido determinar que la vicuña es el ancestro silvestre de la alpaca doméstica, mientras que el guanaco es el ancestro silvestre de la llama doméstica (Kadwell *et al.*, 2001).

Tabla 10. Clasificación sistemática de los camélidos sudamericanos actuales.

Orden: <i>Artiodactyla</i>
Suborden: <i>Tylopoda</i>
Familia: <i>Camelidae</i>
Subfamilia: <i>Camelinae</i>
Tribu: <i>Lamini</i>
Género: <i>Lama</i>
<i>Lama glama</i> – Nombre vulgar: llama
<i>Lama guanicoe</i> – Nombre vulgar: guanaco
Género: <i>Vicugna</i>
<i>Vicugna vicugna</i> – Nombre vulgar: vicuña
<i>Vicugna pacos</i> – Nombre vulgar: alpaca

Fuente: Wheeler, 2012.

La familia *Camelidae* se distingue por la ausencia de cuernos o astas, la presencia de caninos verdaderos separados de los premolares por un diastema tanto en la mandíbula superior como en la inferior, la anatomía de las extremidades traseras que permite al animal flexionar las patas bajo el cuerpo y descansar sobre su estómago, la presencia de una uña en cada falange de sus patas y una almohadilla plantar en cada dedo (Wheeler, 2012). Las cuatro especies de CSA poseen características comunes, como la presencia de glándulas metatarsianas, labio leporino, utilización de estercoleros o bosteaderos comunes, organización social polígama, ausencia de marcado dimorfismo sexual, ovulación inducida con la producción de una sola cría por parto o estación reproductiva (de Lamo, 2011).

La presencia de los CSA abarca un extenso territorio en la región andina de América del Sur, demostrando una gran adaptación a ambientes extremos con una amplia distribución en ecosistemas diversos de Argentina, Chile, Bolivia, Perú y Ecuador, incluyendo los pastizales de gran altitud andinos y las estepas áridas patagónicas. Los guanacos habitan una amplia variedad de entornos abiertos, que incluyen zonas áridas y semiáridas, así como bosques templados, desde el sur de Perú y Bolivia hasta Chile y Argentina. La distribución de las vicuñas se limita al norte de Argentina, Chile, Perú y Bolivia, restringida a ambientes de puna de gran altitud, por encima de los 3.400 msnm. Inicialmente, las llamas habitaban las regiones andinas de Perú, Bolivia, Chile y Argentina, mientras que las alpacas se limitaban a los ambientes altos y húmedos del altiplano de Perú, Bolivia y el norte de Chile (Franklin, 2011; Vilá, 2012). En las últimas décadas, la cría de alpacas y llamas en países como Estados Unidos, Australia, Nueva Zelanda y Europa, ha permitido la expansión de la población de CSA fuera del territorio de América del Sur (D'Alterio *et al.*, 2006; Gillespie *et al.*, 2010; Smith *et al.*, 2015; Biffin *et al.*, 2019; Logan *et al.*, 2019; Neubert *et al.*, 2021).

Se pueden reconocer dos variedades fenotípicas de alpacas, denominadas Huacaya y Suri. La variedad Huacaya es la más abundante y se caracteriza por su vellón esponjoso y denso, con fibras rizadas que cubren la totalidad del cuerpo, dándole una apariencia voluminosa. La raza Suri se distingue por su fibra larga, sedosa y lacia, que cae desde la línea media a ambos lados del cuerpo, dándole una apariencia elegante y brillante. También existen dos razas de llamas, el tipo Q'ara o pelada y el tipo Chaku o lanuda. La raza Q'ara se caracteriza por su pelaje corto con poco desarrollo de fibra en el cuerpo y ausencia de fibras en la cara y piernas; mientras que el tipo Chaku se distingue por su pelaje abundante y lanudo, con mayor cantidad de fibras en el cuerpo, que se extienden al frente de la cabeza y sale de las orejas, pero no cubre las piernas (Renieri *et al.*, 2009). El guanaco cuenta con dos subespecies que se diferencian por adaptaciones a su entorno, como variaciones en el tamaño corporal y el espesor del pelaje, influenciadas por las condiciones climáticas y geográficas de su hábitat. La subespecie *L. g. cacsilensis* habita en la región norte, abarcando Perú y el norte de Chile; mientras que *L. g. guanicoe* está presente en la región sur de Argentina y Chile (Marín *et al.*, 2008). De manera similar, la vicuña también presenta dos subespecies que se diferencian en aspectos como el tamaño corporal y ciertas adaptaciones al clima y altitud de los Andes donde habitan. La subespecie *V. v. mensalis* se encuentra en la porción norte de su ámbito de distribución, abarcando Ecuador, Perú y el norte de Bolivia; mientras que *V. v. vicugna* habita en toda la porción sur, incluyendo el sur de Bolivia y el norte de Chile y Argentina (Marín *et al.*, 2007).

Los CSA tienen numerosas adaptaciones anatómicas y fisiológicas a las condiciones áridas y frías donde viven, que incluyen un sistema digestivo particular eficiente para convertir alimentos de baja calidad. Asimismo, al habitar grandes altitudes, los camélidos del altiplano se adaptan a condiciones de escasez de oxígeno y baja presión, es decir a la hipoxia hipobárica (Vilá, 2012).

Los camélidos no son verdaderos rumiantes, taxonómicamente pertenecen a un suborden distinto a *Ruminantia*, pero su forma de alimentarse muestra muchas similitudes, ya que regurgitan y vuelven a masticar el bolo alimenticio no degradado, y el proceso anaeróbico de digestión, los microorganismos implicados y los ácidos volátiles producto de la fermentación son análogos. Los camélidos poseen un estómago complejo dividido en tres compartimentos denominados C1, C2 y C3, en lugar de los cuatro de los rumiantes (rumen, retículo, omaso y abomaso). El C1 es el compartimento más grande, mientras que el C2 es el más pequeño. Ambos compartimentos están implicados en los procesos de fermentación, mientras que en el compartimento C3 se produce la secreción de ácido clorhídrico y continúa la digestión. Los compartimentos C1 y C2 contienen la población microbiana necesaria para el aprovechamiento de los forrajes con alto contenido de hemicelulosa, componente importante de la pared celular de los pastos fibrosos de las zonas áridas que debe ser digerido para acceder a los nutrientes. Dentro de las adaptaciones fisiológicas del sistema digestivo, se puede señalar que el tiempo

que los vegetales están en los compartimentos de fermentación C1 y C2 es mayor comparativamente con los rumiantes, aumentando así su degradación. La combinación estos dos parámetros (mayor tiempo de fermentación y mejor rendimiento microbiano) es responsable de una mejor digestión de la materia orgánica y de las fracciones celulósicas de las raciones. Como resultado, los CSA presentan una alta eficiencia digestiva incluso con forrajes de menor calidad y difíciles de digerir, presentes en las estepas semidesérticas (Jouany, 2000; Sponheimer *et al.*, 2003; Engelhardt *et al.*, 2007; Fowler, 2008).

Asimismo, los CSA poseen estructuras bucales (labios hendidos y tipo de dentición) que les permiten selectividad y corte de las partes de los vegetales que consumen, lo que facilita el rebrote. Además, presentan dedos con almohadillas plantares que no compactan por pisoteo el suelo. Estas características los definen como pastoreadores de bajo impacto ambiental, lo que significa que frente al pastoreo de los camélidos las estepas tienen buenos rebrotes, a diferencia de lo que ocurre con el pastoreo de otros herbívoros (Pinto Jiménez *et al.*, 2010; Vilá, 2012).

Los CSA se consideran mamíferos autóctonos del continente americano, donde aparecieron hace aproximadamente 45 millones de años. Históricamente, los grupos humanos andinos han utilizado camélidos silvestres desde los primeros asentamientos de América, hace más de 11.000 años. La evidencia arqueológica muestra que las contribuciones de las vicuñas y los guanacos fueron esenciales para la dispersión de los primeros cazadores en los Andes, quienes se beneficiaron de su carne, piel, pelaje e incluso sus huesos para la fabricación de herramientas. La domesticación de los CSA ocurrió en los Andes centrales hace aproximadamente 5.000 a 6.000 años. Fue un proceso complejo asociado a las adaptaciones de los grupos de cazadores-recolectores a la fragmentación ambiental, causada por el aumento de la aridez durante el Holoceno medio y la consecuente pérdida de hábitats productivos en la región. Las llamas y alpacas desempeñaron un papel esencial en las civilizaciones precolombinas, constituyendo el grueso de ganado, utilizadas como animales de carga y transporte, mientras que su fibra se empleaba en la confección de vestimentas y su carne representaba una fuente importante de proteína (Yacobaccio, 2021; Vilá y Arzamendia, 2022).

Los países andinos mantienen la población de CSA más grande del mundo. En América del Sur hay cerca de 7,5 millones de alpacas, 4 millones de llamas, 600.000 guanacos y 350.000 vicuñas. Estas especies ofrecen una gran variedad de productos y servicios, como carne, leche, fibra, fertilizante y medio de transporte, y dan apoyo a los pueblos sudamericanos que habitan los altiplanos andinos y las tierras áridas y semiáridas del continente. Además de estos aspectos, los CSA también están estrechamente vinculados a las identidades y culturas locales, sustentando los conocimientos tradicionales y modernos de estas sociedades, que han preservado, mantenido y protegido la diversidad genética (FAO, 2024d).

Los camélidos desempeñan una función importante en el progreso hacia los ODS relacionados con la lucha contra el hambre, la erradicación de la pobreza extrema y la

utilización sostenible de los ecosistemas terrestres. Se adaptan muy bien a lugares donde otras especies de ganado no sobrevivirían y aún en condiciones climáticas extremas siguen produciendo fibra y alimentos nutritivos. En este sentido, los CSA pueden contribuir a crear resiliencia frente al cambio climático (FAO, 2024d).

Las Naciones Unidas declararon el año 2024 Año Internacional de los Camélidos. Su celebración pone de manifiesto la importancia económica, social y cultural de estos mamíferos. Son un recurso de subsistencia clave para los pueblos originarios y las comunidades locales. Contribuyen a la seguridad alimentaria, a la nutrición y al crecimiento económico, además de poseer una gran relevancia cultural para muchas comunidades. El Año Internacional de los Camélidos pretende concienciar sobre el potencial no explotado de estas especies y hacer un llamamiento a aumentar las inversiones en el sector de los camélidos, abogando por que se investigue más, se desarrollen capacidades y se adopten prácticas y tecnologías innovadoras (FAO, 2024d).

1.4.1. Guanaco

El guanaco es el ungulado silvestre de mayor tamaño y más amplia distribución. En la actualidad, su expansión territorial abarca desde el sur de Argentina y Chile hasta el noroeste de Perú, el oeste y sur de Bolivia, y el noroeste de Paraguay. La especie habita ambientes áridos, semiáridos, montañosos, esteparios y de bosque templado (Bay Gavuzzo *et al.*, 2015). Dada su extensa presencia en el continente, a lo largo de las décadas de estudios, se describieron cuatro subespecies en base a datos de caracteres morfológicos y de distribución geográfica: *L. g. cacsilensis* (Lönnerberg, 1913), *L. g. voglii* (Krumbiegel, 1944), *L. g. huanacus* (Molina, 1782) y *L. g. guanicoe* (Müller, 1776) (González *et al.*, 2006). Sin embargo, estudios genéticos basados en el citocromo b del ADN mitocondrial solo corroboraron una diferenciación entre las poblaciones de *L. g. cacsilensis* más septentrionales en Perú y norte de Chile, con aquellas poblaciones de *L. g. guanicoe* que presentan una distribución más austral en Argentina, Bolivia y Chile (Marín *et al.*, 2008).

Todos los guanacos presentan una coloración de pelaje similar, que varía desde el marrón rojizo oscuro en las poblaciones del sur (*L. g. guanicoe*), como se observa en la Figura 1, hasta el marrón más claro con tonos amarillo ocre en la variedad del norte (*L. g. cacsilensis*). El pecho, el vientre y la parte interna de las patas son prácticamente de color blanco puro. La cabeza, de gris a negra, es blanca alrededor de los labios, los ojos y el borde de las orejas. El peso de un adulto puede llegar hasta los 120 a 130 kg, mientras que la altura a la cruz varía de 100 a 120 cm y el largo corporal, desde la punta de la nariz a la base de la cola, varía entre 167 y 210 cm. No existe dimorfismo sexual, salvo por la presencia de grandes caninos en ejemplares machos (Wheeler, 2012).

Figura 1. Ejemplar adulto de guanaco (*L. g. guanicoe*).

Fuente: imagen propia.

Es un herbívoro oportunista que presenta una alternancia de forrajeo entre pastoreador y ramoneador dependiendo de la disponibilidad de alimento. El guanaco está adaptado para digerir forrajes de baja calidad con abundantes fibras, presentando una gran eficiencia digestiva. Es capaz de consumir la mayoría de las especies de plantas disponibles, tanto pastos como especies leñosas, principalmente arbustos. El estrato vegetal herbáceo es la principal fuente de forraje durante el año, con preferencia por algunas especies de plantas. Sin embargo, cuando la disponibilidad de estratos herbáceos disminuye durante el invierno, el guanaco se alimenta principalmente de estratos arbustivos o arbóreos. En relación con el recurso alimenticio, considerando las variaciones estacionales por las que atraviesan, los guanacos, al igual que otras poblaciones de animales silvestres, se encuentran en mejores condiciones nutricionales en el verano y a comienzos del otoño (Puig *et al.*, 1996).

La principal estructura social de la especie se caracteriza por ser un grupo familiar conformado por un macho líder que comparte territorio con su grupo de 2 a 12 hembras y sus respectivas crías (Puig y Videla, 1995). Las hembras alcanzan su edad reproductiva alrededor de los 2 años, mientras que los machos lo hacen a partir de los 3 años. Luego de un período de gestación de entre 345 y 360 días, las hembras dan a luz una única cría. La época de parición varía según la localización geográfica de la población. En las provincias de Chubut y Santa Cruz la mayoría de las pariciones comienzan desde mediados de noviembre y se pueden extender hasta finales de febrero, con el pico de nacimientos durante el mes de diciembre (de Lamo y Saba, 1993; Vilá, 2012).

Actualmente, la especie ocupa solo el 40% de su distribución territorial original y se estima que más del 90% de la población total de guanacos se encuentra en Argentina, principalmente en la región patagónica (Amaya *et al.*, 2001). La población original de guanacos presentes durante el periodo prehispánico fue estimada entre 30 y 50 millones de individuos.

Estas cifras disminuyeron rápidamente durante la conquista europea y, desde entonces, la especie ha sufrido un importante declive poblacional atribuido a la alteración del hábitat, la competencia por introducción de ganado ovino, la caza indiscriminada y el comercio ilegal (Baldi *et al.*, 2001; Baldi *et al.*, 2004; Antún y Baldi, 2020). En Argentina, el área de distribución geográfica del guanaco comprende diferentes territorios de las provincias de Tierra del Fuego, Santa Cruz, Chubut, Río Negro, Neuquén, La Pampa, Buenos Aires, San Luis, Córdoba, Mendoza, San Juan, La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta y Jujuy, como se observa en la Figura 2. Se calcula que la población total de guanacos se encuentra entre 1.500.000 y 2.200.000 individuos, con las provincias de Santa Cruz, Chubut y Río Negro concentrando la mayor cantidad de ejemplares (González y Acebes, 2016). La población estimada para la provincia de Santa Cruz es de 1.066.000 individuos con una densidad media de 4,79 guanacos/km² (Travaini *et al.*, 2015) y para la provincia del Chubut es de 657.304 individuos con una densidad media de 2,97 guanacos/km² (Pedrana *et al.*, 2019). En el resto del territorio argentino las densidades se encuentran por debajo de 1 guanaco/km², con algunas poblaciones aisladas (Sosa y Sarasola, 2005; Baigún *et al.*, 2008).

Figura 2. Distribución del guanaco en Argentina.



Fuente: Carmanchahi *et al.*, 2019.

A lo largo de toda su distribución, el guanaco juega un rol ecológico crucial como herbívoro nativo, contribuyendo a la regeneración de la vegetación y la conservación de la biodiversidad. Es un esparcidor de semillas y su presencia influye en la estructura del suelo y el crecimiento vegetal. Tras alimentarse de plantas y frutos, el guanaco transporta sus semillas en su aparato digestivo y las deposita en distintos lugares a través de sus excrementos. De este modo, contribuye al proceso de regeneración de la vegetación y a la diversificación de las especies de la zona (Henríquez, 2004). Además, el guanaco es un recurso alimenticio clave de carnívoros y carroñeros nativos, como pumas, zorros y cóndores (Llanos y Travaini, 2020).

Históricamente, el guanaco fue un recurso importante en la economía de los cazadores recolectores que habitaron la Patagonia, quienes no solo aprovecharon la carne para alimentación, sino también el cuero para toldos, vestimenta y abrigos, la lana para el tejido y los huesos para construir diversos instrumentos (de Lamo, 2011; Miotti, 2012). A partir de la colonización europea en la Argentina se produce la introducción del ganado ovino, como así también los trabajos derivados de la actividad agropecuaria. Así es como se originan los conflictos antes mencionados de competencia interespecífica con las ovejas, la degradación de los pastizales y la cacería indiscriminada. La introducción masiva de ovejas domésticas afectó la cantidad y distribución de guanacos, el único ungulado silvestre ampliamente distribuido en las tierras áridas de la Patagonia (Baldi *et al.*, 2001; Baldi *et al.*, 2004; Antún y Baldi, 2020). Asimismo, a mediados de la década de 1970, la exportación de volúmenes elevados de cueros de guanaco desde la Argentina se constituyó en una actividad económica importante. Como consecuencia de la fuerte declinación poblacional, en el año 1978 el guanaco fue incluido en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés), por lo que su aprovechamiento está restringido y regulado, y sólo se permiten comercializar productos provenientes de animales vivos hasta que se presentara un plan de manejo apropiado (Montes *et al.*, 2006; Nugent *et al.*, 2006). El Apéndice II de CITES comprende a aquellas especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia (CITES, 1983).

Para cumplir con la recomendación de CITES, la Resolución 477/2006 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) reglamentó el Plan Nacional de Manejo del Guanaco que establece directrices de manejo que regulan las actividades de exportación, tránsito interprovincial y comercialización en jurisdicción federal de productos y subproductos de guanaco (Baldi *et al.*, 2006). Ante la necesidad de regulaciones que tornen más sustentable el aprovechamiento de la especie, mediante Resolución 243/2019 de la SAyDS, se aprueba el Plan Nacional para el Manejo Sostenible del Guanaco, con el objetivo de establecer un marco de políticas nacionales que aseguren la conservación del guanaco en poblaciones

silvestres y ecológicamente funcionales, su diversidad genética a lo largo del rango de distribución natural, su hábitat y promuevan el desarrollo de una actividad económica basada en el aprovechamiento sostenible de la especie como contribución para el desarrollo de las economías regionales (SAyDS, 2019).

El guanaco está protegido por la Ley Nacional N° 22.421 de Conservación de la Fauna Silvestre, que regula la captura, el traslado, el comercio y la tenencia de animales silvestres y sus productos y subproductos (Poder Ejecutivo Nacional, 1981). Sin embargo, en ciertas provincias como Chubut y Santa Cruz, donde se registran altas densidades poblacionales, la ley se complementa con normativas provinciales que autorizan la captura y el aprovechamiento de la especie (Baldi *et al.*, 2016). Particularmente, la provincia del Chubut aprobó el Plan Provincial de Manejo del Guanaco, mediante Resolución 113/12 del Ministerio de Producción, respondiendo al conflicto entre la abundancia de las poblaciones de guanacos, el aprovechamiento no sustentable de la especie y los intereses de la ganadería ovina. Este plan tiene como objetivo conservar las poblaciones silvestres de la especie en la provincia del Chubut para que las mismas puedan cumplir con su papel biológico y ecológico en las áreas de su distribución natural, y lograr su valoración desde el punto de vista biológico, ecológico, económico, social y cultural. Entre otras medidas, establece acciones tendientes a articular los mecanismos para lograr la comercialización de carne de guanaco, productos y subproductos; establecer y reglamentar la extracción para obtención de carne determinando los umbrales, clases de edad, lugares, épocas y otras variables que se consideren apropiadas; aprobar la normativa que establece los protocolos de cosecha de guanaco tanto en silvestría como en cautiverio para obtención de carne, incluyendo el bienestar animal; desarrollar productos con mayor valor agregado (embutidos, ahumados); desarrollar mecanismo de certificación que incluya la trazabilidad de la carne y, eventualmente, su denominación de origen (DFyFS, 2012).

Por su parte, la Subsecretaría de Ambiente de la Nación aprueba, mediante Disposición 812/2024, las Directrices para el Uso Sostenible del Guanaco, por las cuales se establecen las modalidades de uso sostenible de referencia por quienes realicen tránsito interprovincial, comercialización en jurisdicción federal o exportación de animales vivos, productos y subproductos del guanaco. Las jurisdicciones provinciales en cuyos territorios se produzca el aprovechamiento de la especie y realicen las actividades descriptas, deberán aprobar planes de manejo provinciales tomando como base las directrices y conforme, entre otros aspectos, al estado y dinámica poblacional de la especie y su tasa de aprovechamiento (Subsecretaría de Ambiente, 2024).

Según criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el guanaco es clasificado globalmente como una especie de "Preocupación Menor" debido a la gran población de la subespecie *L. g. guanicoe* ubicada principalmente en la Patagonia; sin embargo, la situación varía significativamente según la región. En Bolivia y

Paraguay su estado de conservación está categorizado como "Peligro Crítico"; en Perú está clasificado como "Preocupación Menor"; mientras que en gran parte del territorio de Chile se define como "Vulnerable", a excepción de las regiones de Aysén y Magallanes donde se considera de "Preocupación Menor". En Argentina, las poblaciones de guanaco en la región patagónica se han incrementado durante la última década y suelen estar conformadas por numerosos individuos, motivo por el cual esta zona se considera de "Preocupación Menor"; en cambio, en las zonas central y norte del país, donde las poblaciones son reducidas, fragmentadas y aisladas, la especie está clasificada como en "Peligro Local" (Carmanchahi *et al.*, 2019). Los guanacos se ven afectados por diversos problemas ambientales, como la degradación del hábitat debido a prácticas ganaderas no planificadas y la explotación irracional de los recursos naturales por las industrias minera y petrolera, la colocación de barreras, como alambrados, rutas y urbanizaciones, la escasez de agua y alimentos por el cambio climático y la caza furtiva (Baldi *et al.* 2016; Carmanchahi *et al.*, 2022).

En el año 2024, el guanaco fue incluido en el Apéndice II de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias (CMS, por sus siglas en inglés). El Apéndice II de la CMS enumera especies migratorias que requieren acuerdos internacionales para su conservación, cuidado y aprovechamiento. De acuerdo a la definición de la CMS, se denomina "especie migratoria" a los animales silvestres que en sus migraciones traspasan los límites de jurisdicciones nacionales o cuyas migraciones se desarrollan fuera de ellos. La Convención sostiene que los estados deben proteger estas especies cuando transitan parte de sus ciclos biológicos en sus jurisdicciones, y que deben impulsar acciones articuladas para su conservación conjunta. El reconocimiento del guanaco como especie migratoria es fundamental para alentar a los gobiernos a implementar, mejorar y coordinar los planes de manejo en todos los países donde la especie está presente. Entre las acciones, se propone el trabajo con autoridades gubernamentales para desarrollar e implementar la conservación y el manejo del guanaco para ayudar a restablecer su rol como principal herbívoro en áreas protegidas y asegurar la persistencia de la población (Wildlife Conservation Society, 2024).

El 23 de agosto de 2024 se celebró por primera vez el Día Internacional del Guanaco, fecha consensuada por diversas organizaciones gubernamentales, académicas, representativas de comunidades indígenas y de la sociedad civil, principalmente de Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Perú, países en donde se encuentra este herbívoro nativo que conecta paisajes y culturas en América del Sur. A través de esta iniciativa, se busca concientizar sobre el rol relevante de este emblemático camélido y la necesidad de proteger las zonas que habita y transita. Cada año, esta fecha representa una oportunidad para brindar información y generar conciencia acerca de la importancia de su conservación. En 2024, el foco fue la conectividad y la integridad ecológica de los ambientes que utiliza a lo largo de su ciclo de vida (Instituto de Ecología Regional, 2024).

1.4.2. Aspectos nutricionales de la carne de camélidos sudamericanos

Se encuentra amplia información bibliográfica sobre los aspectos nutricionales de la carne de llama y alpaca. En tal sentido, como se detalla en la Tabla 11, se describen resultados de trabajos realizados con llamas alimentadas con pasturas naturales en las provincias de Buenos Aires, Neuquén y Jujuy (Coates y Ayerza, 2004; Farfán y Sammán, 2008) y con animales criados de forma extensiva en Chile, Bolivia y Perú (Pérez *et al.*, 2000; Condori *et al.*, 2003; Cristofanelli *et al.*, 2004; Polidori *et al.*, 2007a; Polidori *et al.*, 2007b; Salvá *et al.*, 2009; Mamani-Linares y Gallo, 2013; Mamani-Linares y Gallo, 2014). En el caso del guanaco, solo se encuentra información relacionada a los componentes mayoritarios de la carne en un estudio realizado en el sur de Chile (González *et al.*, 2004). Las variaciones en cuanto a la cantidad de un mismo nutriente pueden explicarse por la región geográfica, la alimentación, la edad o el corte seleccionado para el estudio (Mamani-Linares *et al.*, 2013; Smith *et al.*, 2017; Biffin *et al.*, 2020; Ponnampalam *et al.*, 2024).

En general, el contenido de humedad en carne de CSA varía entre 67,2 g% y 75,8 g%, siendo proporcional la disminución de la humedad con el aumento de grasa en el músculo. El contenido de proteínas determinado en el músculo *Longissimus thoracis et lumborum* en alpacas de Perú es elevado y varía entre 22,7 g% a 23,3 g% (Cristofanelli *et al.*, 2004; Salvá *et al.*, 2009). En la carne de llamas criadas en Chile se encontró 21,8 a 23,9% de proteína en músculos *Longissimus dorsi* y *Longissimus lumborum*, respectivamente (Pérez *et al.*, 2000; Mamani-Linares y Gallo, 2013), mientras que las llamas de Bolivia mostraron en el músculo *L. dorsi* un nivel de proteína de 24,3%, ligeramente más elevado (Condori *et al.*, 2003). El porcentaje de proteínas en carne de guanaco de animales de Chile, determinado en el músculo *Semitendinosus*, fue de 20,9% (González *et al.*, 2004), relativamente menor que en otros CSA. El contenido de grasa intramuscular varía en mayor proporción con el tipo de alimentación recibida por los animales y con el tipo de músculo en estudio (Ponnampalam *et al.*, 2024); además, la cantidad de grasa aumenta con la edad (Smith *et al.*, 2017). Los niveles de lípidos encontrados por Cristofanelli *et al.* (2004) en músculo *L. thoracis et lumborum* de alpaca y llama son significativamente más bajos en comparación con los valores informados por otros autores, posiblemente debido a los diferentes métodos de extracción de lípidos empleados y el corte utilizado. El músculo *Semitendinosus* de guanaco también muestra un nivel reducido de lípidos de 1,00 g% (González *et al.*, 2004). Estos valores obtenidos califican a la carne de CSA como carne magra en comparación con las carnes de vaca y cordero que presentan niveles de lípidos de hasta 17,0 g% (SARA, 2022). Asimismo, hubo discrepancia en el contenido de cenizas encontrado en los distintos camélidos, variando entre 1,00 g% en el músculo *L. dorsi* y 3,06 g% en *L. thoracis* de llamas (Pérez *et al.*, 2000; Polidori *et al.*, 2007a), como puede verse en la Tabla 11. Los valores de colesterol informados en carne de CSA se encuentran entre

27,2 mg% y 58,2 mg% en músculos *Semitendinosus* de guanaco y *L. thoracis* de llama, respectivamente (González *et al.*, 2004; Polidori *et al.*, 2007a).

Tabla 11. Composición centesimal y contenido de colesterol, expresados en 100 g (promedio±DE) de diferentes cortes de carne cruda de camélidos sudamericanos.

Animal	Corte	Humedad (g)	Proteínas (g)	Grasas totales (g)	Cenizas (g)	Colesterol (mg)
Llama ¹ (Argentina)	Pierna Paleta	74,2±0,05 75,8±0,26	22,1±0,10 20,5±0,96	2,47±0,03 2,42±0,06	1,02±0,08 1,01±0,05	n/d n/d
Llama ² (Chile)	LL	73,3±0,75	23,9±0,77	1,56±0,67	1,21±0,11	39,0±1,92
Llama ³ (Chile)	LD	67,2±3,40	21,8±3,10	10,1±3,00	1,00±0,30	n/d
Llama ⁴ (Bolivia)	LD	72,8±2,20	24,3±2,70	3,30±0,70	1,40±0,30	57,7±18,0
Llama ⁵ (Bolivia)	LL	72,6±0,60	25,2±0,90	0,40±0,20	1,40±0,10	n/d
Llama ⁶ (Perú)	LTL	73,9±1,87	23,1±0,88	0,51±0,01	2,43±0,25	56,3±2,89
Llama ⁷ (Perú)	LT	71,0±1,87	22,4±1,21	3,51±0,01	3,06±0,77	58,2±3,44
Alpaca ⁶ (Perú)	LTL	73,6±1,66	23,3±0,69	0,49±0,01	2,54±0,20	51,1±2,01
Alpaca ⁸ (Perú)	LTL	74,1±1,57	22,7±1,70	2,05±0,85	1,10±0,11	n/d
Guanaco ⁹ (Chile)	ST	73,9	20,9	1,00	1,10	27,2

Fuente: ¹Farfán y Sammán, 2008; ²Mamani-Linares y Gallo, 2013; ³Pérez *et al.*, 2000; ⁴Condori *et al.*, 2003; ⁵Mamani-Linares y Gallo, 2014; ⁶Cristofanelli *et al.*, 2004; ⁷Polidori *et al.*, 2007a; ⁸Salvá *et al.*, 2009; ⁹González *et al.*, 2004.

Los datos fueron obtenidos de animales machos adultos. LL = *Longissimus lumborum*, LD = *Longissimus dorsi*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, LT = *Longissimus thoracis*, ST = *Semitendinosus*, n/d = datos no disponibles o no informados.

El contenido de minerales de la carne de llama (Polidori *et al.*, 2007b; Farfán y Sammán, 2008) y alpaca (Polidori *et al.*, 2007b; Salvá *et al.*, 2009) provenientes de animales alimentados en base a pasturas naturales se muestra en la Tabla 12. Los principales minerales encontrados fueron K, P, Na y Mg. La carne de estos camélidos presenta niveles de K más elevados que otros minerales, con valores en el músculo *L. thoracis* entre 411 mg% en alpaca y 447 mg% en llama. Los contenidos de P determinados en ambas especies se encuentran en el

rango de 166 mg% en paleta y 379 mg% en *L. thoracis*. También se puede observar que el contenido de Na varía ampliamente dependiendo del animal y el corte de estudio, presentando valores entre 70,0 mg% en paleta y 110 mg% en pierna de llamas (Farfán y Sammán, 2008). El mayor valor de Mg encontrado fue de 33,8 mg% en músculo *L. thoracis et lumborum* de alpaca (Salvá *et al.*, 2009). Los contenidos de P, Ca y Zn en músculo de llamas y alpacas originarias de Perú son más altos que en la carne de llamas nativas de Argentina. Específicamente, los contenidos de Ca en animales procedentes de Perú varían entre 8,79 mg% y 11,6 mg% en músculo *L. thoracis* de alpaca y llama, respectivamente (Polidori *et al.*, 2007b); mientras que en llamas de Argentina se encontraron valores de 1,96 mg% en pierna y 2,07 mg% en paleta (Farfán y Sammán, 2008). El menor contenido de Zn reportado es de 1,60 mg% en pierna de llamas originarias de Argentina (Farfán y Sammán, 2008), y el mayor valor determinado es de 4,44 mg% en llamas y alpacas procedentes de Perú (Polidori *et al.*, 2007b; Salvá *et al.*, 2009). Los valores de Fe encontrados en ambas especies son similares tanto en animales originarios de Argentina como en ejemplares de Perú, con contenidos entre 2,68 mg% en pierna y 3,26 mg% en *L. thoracis* de llamas (Polidori *et al.*, 2007b; Farfán y Sammán, 2008).

Tabla 12. Contenido de minerales expresado en mg/100 g (promedio±DE) de diferentes cortes de carne cruda de camélidos sudamericanos.

Minerales	Llama ¹		Llama ²	Alpaca ²	Alpaca ³
	(Argentina)		(Perú)	(Perú)	(Perú)
	Pierna	Paleta	LT	LT	LTL
P	174±8,45	166±3,63	379±67,7	338±58,9	295±30
Ca	1,96±0,47	2,07±0,20	11,6±3,31	8,79±2,21	10,7±4,0
Na	110±10	70,0±10	105±33,1	91,8±22,7	88,4±15,2
K	n/d	n/d	447±69,5	411±80,1	419±48
Mg	22,6±3,15	28,8±3,20	28,4±7,11	23,1±5,43	33,8±4,11
Fe	2,68±0,15	3,06±0,24	3,26±0,71	3,03±0,89	2,69±0,96
Zn	1,60±0,04	2,11±0,31	4,44±0,81	3,87±0,93	4,44±2,14

Fuente: ¹Farfán y Sammán, 2008; ²Polidori *et al.*, 2007b; ³Salvá *et al.*, 2009.

Los datos fueron obtenidos de animales machos adultos. LT = *Longissimus thoracis*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, n/d = datos no disponibles o no informados.

Respecto al contenido de vitaminas en carne de CSA, solo se pudieron encontrar en la literatura valores de concentración de retinol y tocoferoles en la carne de alpacas criadas en condiciones extensivas en Perú y Australia (Salvá *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2019), tal como se indica en la Tabla 13. El valor de vitamina A determinado en músculo *L. thoracis et lumborum* fue de 17,0 µg% para alpacas originarias de Perú; mientras que los valores de vitamina E varían

entre 0,031 mg% y 0,610 mg% en músculos *L. thoracis et lumborum* y *Adductor femoris*, respectivamente (Salvá *et al.*, 2009; Smith *et al.*, 2019). No se han encontrado estudios de contenidos de vitaminas hidrosolubles en carne de CSA.

Tabla 13. Contenido de vitaminas A y E expresado en 100 g (promedio±DE) de carne cruda de camélidos sudamericanos.

Vitaminas	Alpaca ¹		Alpaca ²	
	(Perú)		(Australia)	
	LTL	LTL	AF	
A (µg)	17,0±16,0	n/d	n/d	
E (mg)	0,031±0,021	0,540±0,062	0,610±0,062	

Fuente: ¹Salvá *et al.*, 2009; ²Smith *et al.*, 2019.

Los datos fueron obtenidos de animales machos adultos. LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, AF = *Adductor femoris*, n/d = datos no disponibles o no informados.

En la Tabla 14 se describe el perfil de ácidos grasos de guanacos originarios de Chile (González *et al.*, 2004) y llamas provenientes de Argentina, Chile, Bolivia y Perú (Coates y Ayerza, 2004; Polidori *et al.*, 2007c; Salvá *et al.*, 2009; Mamani-Linares y Gallo, 2013; Mamani-Linares y Gallo, 2014). Se observan variaciones en las proporciones de AGS, AGM y AGPI según el animal y el tipo de corte utilizado. El análisis de los ácidos grasos en la carne de guanaco y llama muestra un alto nivel de AGS, siendo los más abundantes el ácido palmítico (C16:0) y el ácido esteárico (C18:0). El más representativo de los AGM es el ácido oleico (C18:1 n9), mientras que los principales AGP son el LA y el ALA. El contenido de AGS en carne de CSA varía entre 43,7% y 52,3% determinados en músculos *L. lumborum* de llama y *Semimembranosus* de guanaco, respectivamente (González *et al.*, 2004; Mamani-Linares y Gallo, 2013). El mayor contenido de AGM reportado fue de 46,3% en músculo *L. lumborum* de llama (Mamani-Linares y Gallo, 2013), mientras que el mayor contenido de AGP encontrado fue de 13,8% en músculo *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). El nivel de los AGPI n-3 en carne de estos camélidos varía en un amplio rango entre 0,63% y 4,50% para el músculo *L. dorsi* de llama y guanaco, respectivamente (Coates y Ayerza, 2004; González *et al.*, 2004). El nivel de los AGPI n-6 reportado se encuentra entre 3,39% en *L. dorsi* de llama y 9,30% en *Semimembranosus* de guanaco (Coates y Ayerza, 2004; González *et al.*, 2004). La relación n-6/n-3 para la carne de guanacos criados en Chile fue de 2,54 y 2,07 para los músculos *L. dorsi* y *Semimembranosus*, respectivamente (González *et al.*, 2004); mientras que en carne de llama la relación n-6/n-3 presenta valores entre 2,30 en *L. lumborum* y 6,32 en *L. dorsi* (Coates y Ayerza, 2004; Mamani-Linares y Gallo, 2014).

Tabla 14. Perfil de ácidos grasos, expresado en % del total de ácidos grasos (promedio±DE), de carne cruda de camélidos sudamericanos.

Ácido graso	Guanaco ¹		Llama ²		Llama ³	Llama ⁴	Llama ⁵	Llama ⁶	
	(Chile)		(Neuquén)		(Buenos Aires)	(Chile)	(Bolivia)	(Perú)	(Perú)
	LD	SM	LD	LD	LL	LL	LTL	LTL	
C14:0	2,70	3,20	3,11	2,44	3,83±0,75	5,19±0,91	4,09±0,74	2,67±0,42	
C16:0	19,6	23,1	23,0	22,0	25,1±2,48	27,2±1,82	24,8±2,01	22,0±1,05	
C16:1	1,10	2,10	3,87	3,41	1,81±0,93	1,11±0,35	5,40±0,82	0,75±0,88	
C16:1n-7	n/d	n/d	n/d	n/d	5,55±1,06	5,97±1,18	5,40±0,82	3,15±1,13	
C18:0	25,4	26,0	19,6	21,5	11,7±4,21	11,7±1,65	21,5±2,02	19,8±1,78	
C18:1n-9	30,6	26,7	33,1	30,7	33,7±5,50	29,8±1,99	35,8±4,11	24,2±5,04	
C18:2n-6	8,90	9,30	3,11	2,20	5,72±1,02	5,78±1,76	3,13±0,86	6,02±2,52	
C18:3n-3	3,50	4,50	0,86	0,53	0,64±0,44	1,00±0,23	0,82±0,17	1,75±0,61	
C20:3n-6	3,40	5,00	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	0,22±0,13	
C20:4n-6	n/d	n/d	0,28	1,78	n/d	n/d	1,78±0,29	1,28±0,51	
AGS	47,7	52,3	45,7	46,0	43,7±4,34	47,9±3,11	50,3	51,2±1,60	
AGM	30,6	26,7	37,0	34,1	46,3±6,15	43,5±1,36	42,5	37,1±3,63	
AGPI	12,4	13,8	4,35	4,61	7,75±1,16	8,56±2,26	7,18	11,7±3,68	
AGPI/AGS	0,26	0,26	0,10	0,10	0,18	0,18	0,14	0,23	
n-6	8,90	9,30	3,39	3,98	5,79±0,86	5,98±1,86	4,91	7,69±3,02	
n-3	3,50	4,50	0,96	0,63	2,34±0,97	2,58±0,48	0,83	2,05±0,69	
n-6/n-3	2,54	2,07	3,53	6,32	4,69±1,32	2,30±0,41	5,95	3,74±1,01	

Fuente: ¹González *et al.*, 2004; ²Coates y Ayerza, 2004; ³Mamani-Linares y Gallo, 2013; ⁴Mamani-Linares y Gallo, 2014; ⁵Polidori *et al.*, 2007c; ⁶Salvá *et al.*, 2009.

Los datos fueron obtenidos de animales machos adultos. LD = *Longissimus dorsi*, SM = *Semimembranosus*, LL = *Longissimus lumborum*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, AGS = ácidos grasos saturados,

AGM = ácidos grasos monoinsaturados, AGPI = ácidos grasos poliinsaturados, n/d = datos no disponibles o no informados.

Hay pocos reportes sobre la composición de aminoácidos de la carne de CSA. La Tabla 15 detalla el contenido de ácido glutámico (Glu), ácido aspártico (Asp), Ile, Leu, Lys, His, Thr, alanina (Ala), arginina (Arg), glicina (Gly), serina (Ser), prolina (Pro), tirosina (Tyr), Met y cistina (Cys) en llama y alpaca (Salvá *et al.*, 2009; Mamani-Linares y Gallo, 2013). No se encontraron estudios que muestren el perfil de aminoácidos en carne de guanaco. La composición de aminoácidos de la carne de camélidos incluye todos los aminoácidos esenciales, lo que hace que la proteína sea altamente utilizada por el organismo. En general, la carne de ambas especies muestra mayores niveles de Glu, Lys y Asp. El músculo *L. lumborum* de llama presenta niveles más altos de Pro en comparación con el músculo *L. thoracis et lumborum* de alpaca, siendo de 9,11% y 3,27%, respectivamente. Por otro lado, la carne de alpaca muestra un contenido de Ala de 7,30%, valor más alto en comparación con un contenido de 3,41% en carne de llama (Salvá *et al.*, 2009; Mamani-Linares y Gallo, 2013).

Tabla 15. Contenido de aminoácidos, expresado en % sobre el total de aminoácidos (promedio±DE), de carne cruda de camélidos sudamericanos.

Aminoácidos	Llama ¹	Alpaca ²
	(Chile)	(Perú)
	LL	LTL
Glu	14,9±0,62	16,6±1,80
Asp	9,79±0,39	12,1±1,82
Ile + Leu	10,9±0,20	11,4±1,08
Lys	11,7±0,66	11,1±2,76
His + Thr	8,46±0,30	7,63±0,52
Ala	3,41±0,13	7,30±0,48
Arg	6,94±0,24	6,90±1,46
Gly	4,54±0,32	5,97±0,48
Phe + Trp	3,33±0,14	5,17±2,93
Ser	4,16±0,29	4,76±0,29
Val	4,93±0,26	3,33±0,26
Pro	9,11±0,17	3,27±0,28
Tyr	4,36±0,36	2,36±0,32
Met	2,59±0,43	2,19±0,84
Cys	0,97±0,38	n/d

Fuente: ¹Mamani-Linares y Gallo, 2013; ²Salvá *et al.*, 2009.

Los datos fueron obtenidos de animales machos adultos. LL = *Longissimus lumborum*, LTL = *Longissimus thoracis et lumborum*, n/d = datos no disponibles o no informados.

1.4.3. Producción y consumo de carne de camélidos sudamericanos

Los sistemas de producción de CSA son tradicionales en América del Sur, basados en el pastoreo libre en vastas pasturas, que consisten principalmente en pastos de baja calidad nutricional. En comparación con otras especies, como el ganado vacuno, ovino y caprino, los camélidos son menos destructivos para los frágiles pastizales, y sus hábitos alimenticios pueden estimular el crecimiento de plantas palatables, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental de los sistemas de producción y, por ende, de los productos animales (Popova *et al.*, 2021).

La producción de CSA constituye una forma de ganadería autóctona, adaptada a condiciones geográficas y climáticas extremas, destacándose su eficiencia en el uso de la tierra en un ambiente adverso. Esta característica le otorga ventajas de viabilidad frente a otras formas de ganadería en zonas donde ciertas actividades pecuarias resultan difíciles de implementar. Desde hace tiempo, esta producción cumple un rol fundamental para las poblaciones locales y, en la actualidad, se reconoce además su potencial como factor clave para el desarrollo socioeconómico regional, impulsado por el creciente interés en la comercialización de fibra y carne (MAGyP, 2020; Vilá y Arzamendia, 2022).

La carne y los productos cárnicos de CSA son fuente importante de proteína animal en varios países de América del Sur, especialmente en pequeñas comunidades de regiones rurales y, más recientemente, han comenzado a captar el interés de un mercado emergente atraído por sus propiedades nutricionales (Miranda-de la Lama *et al.*, 2022). Se han comprobado diferentes cualidades nutricionales que convierten a la carne de estas especies en una alternativa capaz de suscitar un elevado grado de aceptación por parte de los consumidores. En términos generales, la carne presenta un elevado contenido proteico, es rica en hierro y zinc; además presenta niveles reducidos de grasa y colesterol, especialmente en comparación con la carne de otras especies de ganado (Popova *et al.*, 2021).

Uno de los principales problemas que tienen los países productores de carne de CSA para poder responder a una demanda interna e internacional, es la baja producción anual (Giuliano *et al.*, 2023). Tradicionalmente, la producción es principalmente informal, la faena se realiza en el propio campo del productor y la carne se comercializa como producto fresco. Sin embargo, en los últimos años se están logrando avances en la instalación de frigoríficos que cuenten con la autorización del SENASA para realizar una faena controlada y lograr las condiciones necesarias para posibilitar una comercialización legal permanente del producto. No obstante, hasta el momento, estos establecimientos tienen una participación limitada en el volumen total de carne faenada (FAO, 2005; Zogbi y Frank, 2008).

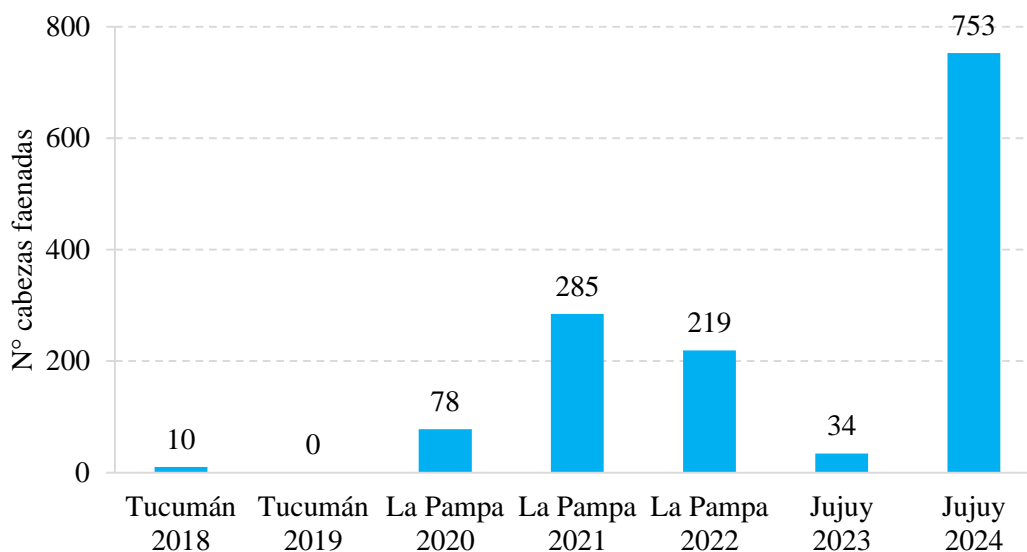
A nivel mundial, Perú mantiene el primer lugar como productor de alpacas, con más del 80% del total, y una parte significativa de llamas. En el año 2018 se estimó que la producción total de carne fue de 30.000 toneladas para la alpaca y de 8.000 toneladas para la llama

(Giuliano *et al.*, 2023). Por su parte, Chile ha sido en los últimos años el principal productor y exportador de guanaco, con un total de 332.744 kg entre 2006 y 2018, destinados principalmente a la exportación de carne a Holanda (SAyDS, 2019).

Debido a que tanto la faena como el transporte y la comercialización del grueso de la producción de carne de CSA aún no cuentan con una cadena comercial bien definida, resulta difícil contar con cifras exactas del volumen consumido (Secretaría de Agroindustria, 2016). En Perú, se estima que el consumo de carne de alpaca es de 0,39 kg/persona/año, mientras que el de llama alcanza los 0,12 kg/persona/año, cifras que marcan la necesidad de mejorar el consumo de carne de estas especies (MIDAGRI, 2022). En Argentina, la marcada preferencia por la carne vacuna y la carencia de las condiciones necesarias para acceder al mercado formal de los productos de carne de CSA, entre otras cosas, contribuyen a que su consumo sea limitado (Vila Melo, 2007).

A nivel nacional, la producción de carne de llama se concentra en el noroeste y centro del país. En la actualidad, existen dos establecimientos frigoríficos habilitados por el SENASA con transito federal en las provincias de La Pampa y Jujuy. El Gráfico 10 muestra la evolución del número de cabezas de llamas faenadas en distintos establecimientos habilitados de Argentina entre 2018 y 2024. El frigorífico habilitado en la provincia de Tucumán solo presentó actividad en 2018, con 10 cabezas faenadas, mientras que en 2019 no registró actividad y finalmente solicitó la baja en marzo de 2020. El establecimiento de La Pampa inicia su actividad en 2020 con 78 ejemplares faenados, aumentando significativamente la producción en 2021 con 285 cabezas y en 2022 con 219 animales. En 2023 se habilitó un nuevo establecimiento en la provincia de Jujuy para la faena de esta especie, registrándose un aumento en la actividad que alcanzó las 753 cabezas en el año 2024 (SAGyP, 2024a).

Gráfico 10. Evolución de la faena anual de llamas para el período 2018-2024, expresada en número de cabezas.



Fuente: SAGyP, 2024a.

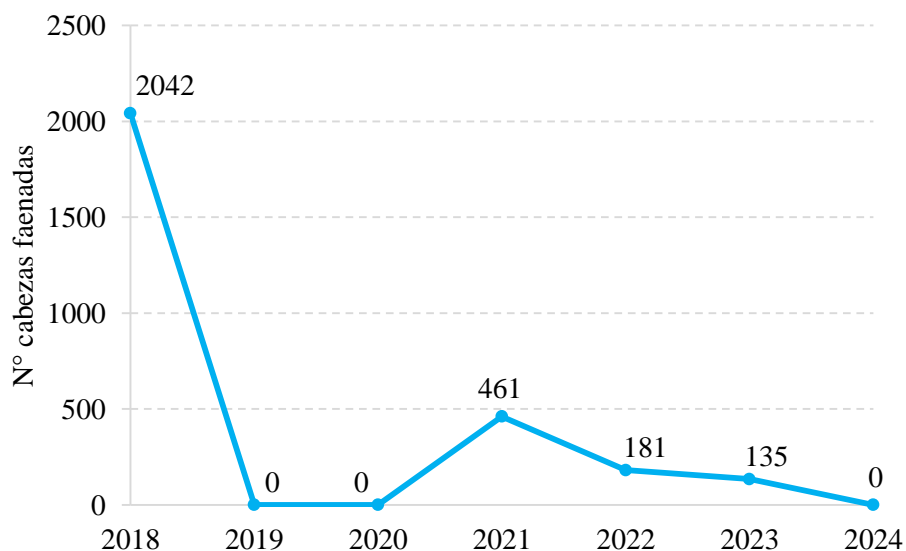
A partir del año 2012, la provincia del Chubut aprueba la caza cinegética de guanaco, por medio de disposiciones anuales de la Dirección de Flora y Fauna Silvestre (DFyFS), estableciendo la temporada habilitada. Actualmente, se autoriza el máximo para la caza y el transporte de dos ejemplares machos adultos por cazador y por día (DFyFS, 2024). El CAA, en su artículo 260 referido a los productos de caza, establece que el expendio al estado fresco de productos procedentes de especies mamíferas y de aves no criadas en cautividad, sólo podrá practicarse en períodos que no son de veda y siempre que no contravengan las disposiciones de las leyes de caza y sus reglamentos. Por su parte, el artículo 261 incluye al guanaco como producto de caza mayor y el artículo 263 establece que las condiciones sanitarias que deben reunir los productos de la caza para su expendio, así como la inspección de los mismos, estarán a cargo de la inspección veterinaria oficial (CAA, 2025a). El país cuenta con un único establecimiento frigorífico con transito federal en la provincia de Santa Cruz habilitado por el SENASA (SAGyP, 2024b).

En el año 2017 el Gobierno Nacional consideró pertinente avanzar hacia un ensayo de diferentes modalidades de manejo del guanaco que permitieran identificar formas económicamente eficientes capaces de generar empleo local, mientras se garantiza la viabilidad de las poblaciones silvestres promoviendo buenas prácticas para la sostenibilidad de los pastizales y producciones agropecuarias complementarias, al mismo tiempo que poner a prueba opciones de comercialización y sondeos de mercado para los distintos productos y subproductos de la especie. Fue así que se desarrolló durante 2018, en acuerdo con la provincia de Santa Cruz, una prueba piloto de uso sustentable de guanacos silvestres, con el objeto de evaluar las

alternativas de uso sustentable para el desarrollo de cadenas de valor de la fibra, el cuero y la carne del guanaco. El SENASA controló el proceso de faena, la recepción de la materia prima, el almacenamiento y el despacho hasta certificar la primera exportación de carne de guanaco en un frigorífico habilitado. A fines de 2018 se concretó la exportación de carne sin hueso con destino a Bélgica, además de la inserción y distribución de diferentes cortes en el mercado local (SAyDS, 2019).

En el Gráfico 11 se muestra la evolución anual de la faena de guanacos durante el período comprendido entre 2018 y 2024, correspondientes a un establecimiento habilitado con transito federal de la provincia de Santa Cruz. Se registraron durante el año 2018 un total de 2.042 cabezas de guanaco faenadas. En el mismo año, se realizó la exportación de 19.500 kg de carne de guanaco sin hueso, provenientes de dicho frigorífico, con destino a Bélgica. En los años 2019 y 2020 no se reportó ningún movimiento con transito federal ni con destino a exportación. En el año 2021 se contabilizaron un total de 461 animales faenados, mientras que para el año 2022 el total fue de 181 cabezas. En 2023 se reportaron 135 animales sacrificados y en 2024 no se registró faena de esta especie (SAGyP, 2024b).

Gráfico 11. Evolución de la faena anual de guanacos en la provincia de Santa Cruz, para el período 2018-2024, expresada en número de cabezas.



Fuente: SAGyP, 2024b.

1.4.4. Aspecto higiénico-sanitario de la carne de camélidos sudamericanos

Una de las principales limitaciones para la producción y comercialización de carne de CSA es la presencia de macro y microquistes intramusculares del parásito *Sarcocystis* spp., lo que provoca el rechazo de la canal por parte de las autoridades sanitarias y la devaluación de su valor comercial. El consumo de carne infectada cruda o poco cocida puede causar enfermedades

transmitidas por los alimentos a los consumidores, como gastroenteritis con náuseas, diarrea y cólicos (Saeed *et al.*, 2018; Wieser *et al.*, 2024).

Sarcocystis es un género de protozoos parásitos intracelulares que infecta a una amplia variedad de vertebrados, incluidos mamíferos, aves y reptiles. Su ciclo biológico es heteroxeno, ya que requiere de dos hospedadores distintos para completarse: un hospedador intermediario, generalmente un herbívoro, donde se desarrollan los quistes en el tejido muscular, y un hospedador definitivo, usualmente un carnívoro, en cuyo epitelio intestinal ocurre la reproducción sexual del parásito (Saeed *et al.*, 2018; Rosenthal, 2021; Canova *et al.*, 2023). La infección en el hospedador intermediario puede provocar importantes pérdidas económicas en la producción animal a nivel mundial, debido a la disminución de la calidad de la carne y a los decomisos durante la inspección sanitaria (Fayer *et al.*, 2015; Mamani y Choque Sánchez, 2019).

Se han identificado más de 200 especies de *Sarcocystis*, aunque solo algunas poseen potencial zoonótico (Canova *et al.*, 2023). En los seres humanos, el comportamiento como hospedador definitivo o intermediario depende del genotipo del parásito involucrado (Lindsay y Dubey, 2020). Como hospedador definitivo, la infección se produce al ingerir carne cruda o mal cocida de un animal infectado, y puede manifestarse con síntomas gastrointestinales como náuseas, diarrea y dolor abdominal, además de miositis eosinofílica. No obstante, en muchos casos la infección cursa de forma asintomática (Rosenthal, 2021). Por otra parte, cuando los humanos actúan como hospedadores intermediarios, pueden desarrollar una forma muscular de la enfermedad. Esta situación se da tras la ingestión accidental de esporoquistes presentes en el ambiente, alimentos o agua contaminada. En este contexto, la sarcocistosis es considerada una enfermedad parasitaria de transmisión zoonótica, y el ser humano se comporta como hospedador accidental o paraténico. La mayoría de los casos humanos se han reportado en el sur asiático, mientras que la prevalencia en América del Sur, y particularmente en Argentina, aún no ha sido determinada (Canova *et al.*, 2023; Minvielle, 2023). No obstante, en el país se ha documentado la presencia del parásito en otros camélidos sudamericanos, lo que sugiere la necesidad de profundizar los estudios epidemiológicos en la región (Regensburger *et al.*, 2015; Moré *et al.*, 2016).

Un informe técnico del SENASA del año 2017, sobre la faena de guanacos realizada en un frigorífico habilitado en la provincia de Santa Cruz, reportó la presencia de macroquistes de *Sarcocystis* spp. en el 46% de un total de 200 carcasas. Otro informe realizado en el 2018 en el mismo establecimiento registró la presencia del 37% de macroquistes en un total de 68 animales cazados. En ambos casos, luego de registrar la localización de dichos hallazgos, se determinó que en su mayoría (58-60%) están ubicados en el cogote, que es uno de los cortes de menor importancia comercial (Soulés *et al.*, 2017; Soulés *et al.*, 2018). En un estudio exploratorio realizado en la provincia del Chubut, sobre 10 ejemplares de un campo de la región, se hallaron

macroquistes de *Sarcocystis* spp. en el 100% de los guanacos estudiados, según los diferentes tipos de cortes analizados (Torrecillas *et al.*, 2024). Por lo tanto, este es un problema importante que debe abordarse para aumentar el valor y la importancia de esta carne en los mercados.

1.5. Hipótesis

El valor nutricional de la carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) es significativo, por lo que representa una opción estratégica para el desarrollo regional, con un potencial posicionamiento en los mercados nacional e internacional como una carne no convencional.

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar los aspectos nutricionales de la carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*), del departamento Escalante de la provincia de Chubut (Argentina), durante los años 2019, 2022 y 2023.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1.** Determinar la composición centesimal.
- 2.2.2.** Determinar el contenido de colesterol.
- 2.2.3.** Determinar el contenido de minerales.
- 2.2.4.** Determinar el contenido de vitaminas.
- 2.2.5.** Establecer el perfil de ácidos grasos.
- 2.2.6.** Establecer el perfil de aminoácidos.
- 2.2.7.** Evaluar la calidad proteica por método químico.
- 2.2.8.** Identificar la proteína de la carne.
- 2.2.9.** Evaluar las características sensoriales.

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio

Observacional, descriptivo y transversal.

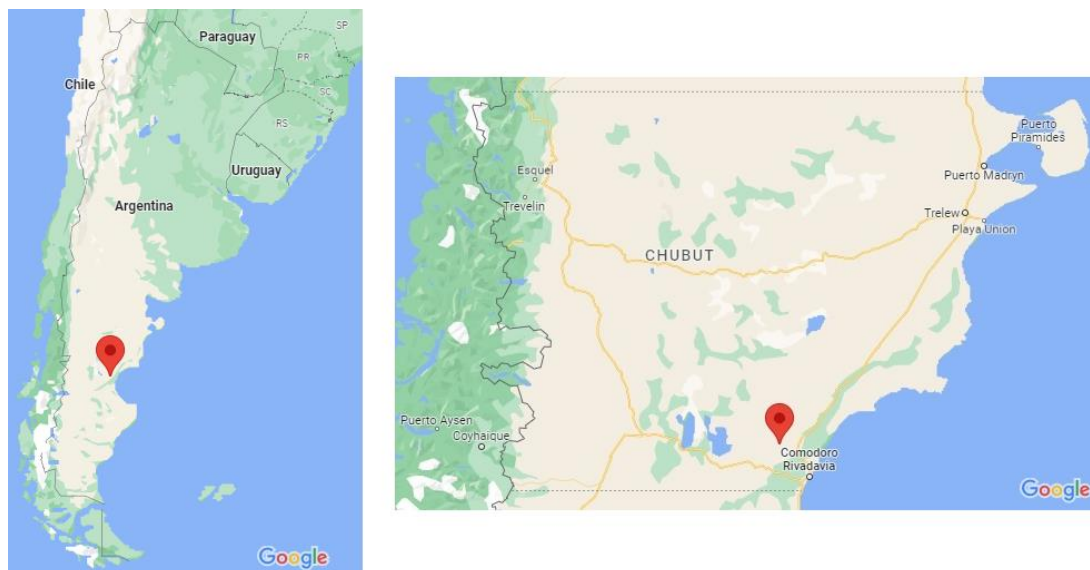
3.2. Población y muestra

3.2.1. Identificación biológica de la especie

Clasificación sistemática de la especie: orden *Artiodactyla*; suborden *Tylopoda*; familia *Camelidae*; tribu *Lamini*; género *Lama*, especie *L. guanicoe*; subespecie *L. g. guanicoe* (González *et al.*, 2006).

3.2.2. Zona de muestreo

El lugar seleccionado para la obtención de las muestras fue la estancia “La Paulina” (45°31'41''S, 67°54'02''O), ubicada a 66 km al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia en el departamento Escalante de la provincia del Chubut, Argentina (Figura 3). La vegetación en el área de estudio se compone de estepas arbustivas y herbáceas. Las especies dominantes son: *Senecio filaginoides*, *Senecio patagonico* y *Adesmia volckmani* entre los arbustos; *Acaena* spp. y *Azorella monanthos* entre los subarbustos; *Festuca palleescens*, *Stipa speciosa*, *Poa ligularis*, *Stipa humilis* y *Carex* spp. entre gramíneas y herbáceas. La precipitación promedio para la ciudad de Comodoro Rivadavia, comprendida dentro del área estudiada es de 237 mm anuales, con una concentración otoño-invernal. La temperatura promedio anual es de 12,8 °C, con una mínima invernal promedio de 6,8 °C y una máxima promedio estival de 18,9 °C. Los vientos son predominantemente de dirección oeste-este, aunque existe influencia de vientos de dirección este-oeste, que aportan lluvias determinando que el sector más próximo al océano Atlántico posea mayor grado de humedad. La gran intensidad de los vientos, con una velocidad media anual de 43 km/h, con ráfagas que en muchos casos superan los 100 km/h, determinan su influencia como agente de erosión de suelos (Bertolami *et al.*, 2005).

Figura 3. Zona de muestreo.

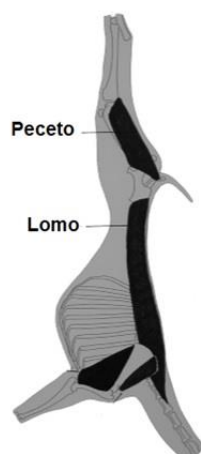
Fuente: Google Maps, 2025.

3.2.3. Obtención de las muestras

Los animales utilizados en el estudio proceden de zonas con predominio de un sistema de producción extensivo, donde la alimentación está basada en pastos nativos. El periodo de muestreo anual se adaptó a la temporada de caza habilitada por la DFyFS de la provincia del Chubut, desde el 1 de abril hasta el 31 de julio inclusive, según disposiciones N°09/2019, N°04/2022 y N°04/2023.

Se utilizaron dos cortes de valor comercial: lomo y peceto (Figura 4), provenientes de guanacos machos adultos jóvenes con un promedio de aproximadamente 6 meses de edad. Las muestras fueron obtenidas al azar y faenadas en el lugar. Se conservaron a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se transportaron refrigeradas al laboratorio hasta el momento de su procesamiento.

Los músculos *Longissimus*, *Iliocostalis*, *Spinalis* et *Semispinalis thoracis*, *Intertransversarii*, *Levatores costarum* y *Multifidi* forman un solo corte de carne correspondiente al lomo, mientras que el músculo *Semitendinosus* corresponde al peceto (González *et al.*, 2004).

Figura 4. Ubicación de los cortes de carne.

Fuente: adaptado de González *et al.*, 2004.

3.2.4. Técnica de muestreo y tamaño de muestra

El tamaño del muestreo fue de 10 unidades de cada corte por año de muestro (Proctor y Muellenet, 1998). Cada corte se pesó y luego se realizó la reducción de las piezas mediante la técnica de cuarteo (Greenfield y Southgate, 2006). Los pesos de las muestras de cada corte para cada año de muestreo se observan en la Tabla 16. Las muestras de porción comestible, que incluyen el músculo y la grasa intramuscular, se picaron y homogeneizaron cuidadosamente, y luego se tomaron las porciones para el análisis.

Tabla 16. Pesos de las muestras de cada corte para cada año de muestreo.

Animal	Año 2019		Año 2022		Año 2023	
	Lomo (g)	Peceto (g)	Lomo (g)	Peceto (g)	Lomo (g)	Peceto (g)
1	207	212	443	340	223	173
2	220	180	598	256	255	178
3	208	134	532	344	220	162
4	261	173	368	254	258	145
5	184	142	305	182	171	201
6	250	196	447	168	157	113
7	256	372	373	187	150	141
8	229	267	527	222	193	158
9	144	132	274	185	152	180
10	204	191	405	232	156	168

3.3. Reparos éticos

El muestreo se ajustó a la legislación vigente respecto a la conservación de la fauna silvestre (Ley XI N° 10 de la Honorable Legislatura del Chubut) y las disposiciones anuales de la DFyFS que habilitan la temporada de caza en el territorio provincial. Durante el periodo de muestreo se autorizó el máximo para el transporte por salida de dos ejemplares machos adultos por cazador.

3.4. Variables de estudio

3.4.1. Composición centesimal

Las determinaciones se realizaron por triplicado y se llevaron a cabo de acuerdo a los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Analíticos Oficial (AOAC International, 1995). El contenido de humedad se determinó por método indirecto por desecación en estufa a 100-105 °C, hasta peso constante (AOAC 950.46). El contenido de proteína se determinó por el método de Kjeldahl para nitrógeno total (AOAC 920.153) y utilizando 6,25 como factor de conversión en proteínas. El contenido de grasa se determinó por extracción con éter de petróleo, mediante el método gravimétrico de Soxhlet (AOAC 960.39), a partir de las muestras secas obtenidas de la determinación de humedad. El contenido de cenizas se determinó por incineración en mufla a 500-600 °C hasta peso constante (AOAC 928.08). El contenido de carbohidratos fue calculado por diferencia.

3.4.2. Contenido de colesterol

La determinación de colesterol en las muestras se realizó por triplicado mediante método enzimático, previa saponificación directa (Saldanha *et al.*, 2004).

3.4.2.1. Saponificación y extracción de colesterol libre

Se pesó exactamente alrededor de 1 g de carne y se agregó 4 ml de hidróxido de sodio al 50% y 6 ml de alcohol etílico 96°. La mezcla se trasvasó a un homogeneizador de Potter hasta dilución completa. La solución se transfirió a un tubo Falcon y se colocó en baño maría a 40 °C durante 10 minutos. Se agregó 5 ml de agua destilada y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Luego se agregó 10 ml de hexano y se agitó con vórtex. Se dejó decantar y se procedió a extraer la fase hexánica con una pipeta Pasteur. Se realizó una segunda extracción agregando 5 ml de hexano. A continuación, se tomó 1 ml del volumen total de la fase hexánica. Se evaporó el solvente bajo corriente de nitrógeno. El extracto se resuspendió con 0,5 ml de isopropanol.

3.4.2.2. Cuantificación de colesterol

Se agregó 2 ml de reactivo enzimático (colesterol oxidasa) y se incubó a 37 °C durante 10 minutos. Se realizó la lectura en un espectrofotómetro a 505 nm contra un blanco (2 ml del reactivo enzimático). Se compararon las absorbancias de las muestras con una curva de calibración previamente elaborada con soluciones testigos preparadas a partir de una solución patrón de colesterol 2 g/l (Colestat enzimático AA líquida, Wiener lab.®) de manera de obtener soluciones que van desde 0,1 a 0,8 g/l.

3.4.3. Contenido de minerales

3.4.3.1. Lavado del material

El material utilizado en la recolección, pretratamiento y mineralización de las muestras fue lavado en dos etapas. En la primera se empleó detergente neutro y abundante agua de red, a fin de remover impurezas, y en la segunda se enjuagó con abundante agua ultra pura (Harper *et al.*, 1989). Posteriormente, todo el material se trató con ácido nítrico (JT Baker®, grado ACS) al 50% v/v por 24 horas, se enjuagó 6 veces con agua ultra pura y se secó en estufa a 40 °C. El agua ultra pura fue obtenida por bidestilación en destilador de vidrio convenientemente tratado con ácido nítrico y luego escrupulosamente enjuagado con agua ultra pura.

3.4.3.2. Determinación de P

La determinación de fósforo en las muestras de carne de guanaco se realizó por método colorimétrico (Gomori, 1942).

3.4.3.2.1. Mineralización vía seca

Se pesaron exactamente alrededor de 2 g de la muestra húmeda y se incineraron en mufla a 500-600 °C, hasta peso constante de las cenizas (AOAC 928.08). Luego, se resuspendieron las cenizas con 2-3 gotas de ácido clorhídrico concentrado y se trasvasó a tubos graduados. Se lavaron las cápsulas de porcelana 3 veces con agua ultra pura y se enrasó a 10 ml.

3.4.3.2.2. Preparación del estándar

Se realizó una curva de calibración de 0,01 a 0,05 mg P/ml colocando en cada tubo 1,25 ml del reactivo molibdato-sulfúrico (obtenido de la mezcla de dos partes de molibdato de sodio al 5%, una parte de ácido sulfúrico 10 N y una parte de agua), agregándole 1 ml de solución estándar (10 µg P/ml) al primer tubo y 1 ml más por cada tubo consecutivo. El último tubo se

cargó con 5 ml de estándar. Luego se añadió 0,5 ml de la solución reductora (1 g de 4-metil-p-amino-fenol sulfato en 100 ml de bisulfito de sodio al 3%) preparada recientemente, y se llevó a 10 ml con agua destilada.

3.4.3.2.3. Cuantificación de P

Paralelamente se procesó de la misma forma 200 µl de cada muestra y un blanco, de manera que el contenido de fósforo caiga en valores de la curva. Se leyó entre los 45 y 90 minutos a 640 nm en un espectrofotómetro UV/Vis Spectrometer UV2 UNICAM de barrido.

3.4.3.3. Determinación de Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn

3.4.3.3.1. Secado y molienda

Las muestras se llevaron a peso constante mediante el método indirecto por desecación en estufa a 100-105 °C (AOAC 950.46) y se molieron en morteros de porcelana.

3.4.3.3.2. Mineralización por vía húmeda

Se pesaron exactamente alrededor de 100 o 200 mg de la muestra seca de cada unidad de muestreo, se colocaron en vasos de teflón (Parr® Instrument Company, Illinois, EEUU) y se agregaron 2 o 4 ml de ácido nítrico (JT Baker®, grado ACS) respectivamente. Se colocaron en bombas de digestión (Parr® Instrument Company, Illinois, EEUU) que fueron llevadas a un microondas para su digestión, a una potencia de 1200 watts durante 1 minuto para dos bombas modelo 4781 (100 mg de muestra en 2 ml ácido nítrico) o una bomba modelo 4782 (200 mg de muestra en 4 ml ácido nítrico) (Sapp y Davidson, 1991). Todos los mineralizados fueron guardados en recipiente de polipropileno a -20 °C hasta el momento de su cuantificación.

3.4.3.3.3. Análisis elemental cuantitativo

La cuantificación de Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn se realizó mediante un espectrómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer® AAnalyst 400, Massachusetts, EEUU). Las curvas de calibración se realizaron con estándares comerciales de concentración 1000 ppm (Certipur® Merck, Darmstadt, Alemania) preparados con ácido nítrico (JT Baker®, grado ACS). Las curvas para Ca, Na, K y Fe se realizaron con concentraciones entre 0 y 10 ppm, para Mg con concentraciones entre 0 y 1 ppm, y para Zn con concentraciones entre 0 a 1,6 ppm. Los valores en las muestras se obtuvieron por interpolación en las respectivas curvas de calibración. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado, previa dilución para ajustar los valores a las respectivas curvas de calibración. Los mineralizados para la determinación de Ca y Mg se

diluyeron con una solución de cloruro de lantano 0,65% p/v para suprimir la interferencia causada por los fosfatos (Perkin-Elmer, 1982).

3.4.4. Contenido de vitaminas

La determinación cuantitativa de vitaminas se llevó a cabo mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

3.4.4.1. Vitaminas liposolubles

Para la determinación de vitamina A y vitamina E se realizó una saponificación alcalina de las muestras seguida por la extracción de las vitaminas liposolubles con un solvente orgánico y su posterior cuantificación por HPLC (López *et al.*, 2005; De Leenheer *et al.*, 2000).

3.4.4.1.1. Tratamiento de las muestras

Se pesaron exactamente alrededor de 0,5 g de muestra. Se agregaron 12 ml de etanol, 200 mg de hidroquinona y 2 g de hidróxido de sodio. Se calentó en baño de agua a 70-80 °C durante 45 minutos. Inmediatamente, sin enfriar, se realizó la extracción de las vitaminas liposolubles. La muestra saponificada se trasvasó a un Mojonnier, enjuagando el Erlenmeyer con 6 ml de solución saturada de cloruro de sodio y trasvasando luego al recipiente de extracción. Se realizó una extracción con 15 ml de hexano, agitando durante 2 minutos. Se dejó en reposo para que se separen las fases. La fase de hexano se recogió en un balón de 50 ml, previa filtración por papel de filtro Whatman N° 2 que contenía sulfato de sodio anhidro. La fase acuosa se volvió a extraer con 15 ml de hexano y se procedió como se describió previamente. Una vez reunidas las fases de hexano en el balón, se evaporó en rotavapor a 40 °C hasta sequedad. Antes de la inyección, se reconstituyó la muestra con 1 ml de metanol para vitamina A y con 10 ml de metanol para vitamina E.

3.4.4.1.2. Preparación de las soluciones estándares

3.4.4.1.2.1. Solución estándar de vitamina A

Se colocó una pequeña cantidad del estándar (Sigma-Aldrich Company, Missouri, EEUU) en un matraz de 50 ml y se completó a volumen con metanol HPLC. Se tomó una alícuota de 0,25 ml y se llevó a 25 ml con metanol. Se procedió a leer la absorbancia a 325 nm (se debe obtener una absorbancia comprendida entre 0,3 y 0,6). Luego, se realizó a esta solución una segunda dilución 1+3 en metanol, para proceder a la inyección.

3.4.4.1.2.2. Solución estándar de vitamina E

Se colocó una gota de estándar (Sigma-Aldrich Company, Missouri, EEUU) en un matraz de 50 ml y se completó a volumen con metanol HPLC. Se tomó una alícuota de 5 ml y se llevó a 25 ml con metanol. Se procedió a leer la absorbancia a 294 nm (se debe obtener una absorbancia aproximada de 0,5). Luego, se realizó a esta solución una segunda dilución, tomando 100 μ l y llevando a 10 ml con metanol, para proceder a la inyección.

3.4.4.1.3. Condiciones cromatográficas

Las muestras se analizaron mediante un HPLC compuesto por un inyector Rheodyne con *loop* de 50 μ l, un detector de fluorescencia Waters 474, una columna de fase reversa ET 250/8/4 Nucleosil 10 C18 de 30 cm de longitud. La fase móvil fue metanol:agua (90:10), a un flujo de 1,0 ml/min. La detección de la vitamina A fue a λ_{exc} 330 nm y λ_{em} 470 nm, y la detección de la vitamina E fue λ_{exc} 296 nm y λ_{em} 330 nm. El procesamiento de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW (DataApex Ltd.).

3.4.4.2. Vitaminas hidrosolubles

Para la determinación de vitamina B2 y vitamina B6 se realizó una extracción con ácido clorhídrico 0,1 N de las vitaminas y su posterior cuantificación por HPLC (De Leenheer *et al.*, 2000).

3.4.4.2.1. Tratamiento de las muestras

Se pesaron exactamente alrededor de 5 g de muestra. Se agregaron 50 ml de ácido clorhídrico 0,1 N, disgregando bien mediante sonicador por 10 minutos. Luego, se autoclavaron las muestras por 20 minutos a 121 °C y 1 atm. Luego de enfriar, se trasvasaron a matraces de 100 ml y se llevó a volumen con agua destilada. Se tomó un alícuota y se centrifugó a 3500 rpm durante 15 minutos. Se filtró la muestra obtenida a través de una membrana de 0,2 μ m de diámetro de poro. Se inyectaron 50 μ l al sistema HPLC para su cuantificación.

3.4.4.2.2. Preparación de las soluciones estándares

Se pesaron exactamente alrededor de 10-20 mg de cada estándar de vitamina B2 y B6 (Sigma-Aldrich Company, Missouri, EEUU) en un matraz de 50 ml y se agregaron 5 ml de ácido clorhídrico concentrado. Una vez disuelto se completó a volumen con agua destilada. Estas soluciones madres tienen una concentración de aproximadamente 200-400 mg/ml. Se

realizaron diluciones en agua destilada para obtener concentraciones de vitamina B2 de 0,0133 µg/ml y de vitamina B6 de 0,166 µg/ml, para trabajar dentro de la linealidad.

3.4.4.2.3. Condiciones cromatográficas

Las muestras se analizaron mediante un HPLC compuesto por una bomba modelo 515 (WatersTM), un inyector Rheodyne con *loop* de 50 µl, un detector de fluorescencia Waters 474, una columna de fase reversa XBridge BEH Waters C18, 5 µm, 4.6 mm x 150 mm (WatersTM). La fase móvil fue acetonitrilo:*buffer* fosfato diácido de potasio 50 mM con ácido octansulfónico 0,8 mM (10:90), ajustado a pH 2,2 con ácido fosfórico, a un flujo de 0,9 ml/min. La detección de vitamina la B2 fue a λ_{exc} 360 nm y λ_{em} 525 nm, y la detección de la vitamina B6 fue λ_{exc} 310 nm y λ_{em} 380 nm. El procesamiento de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW (DataApex Ltd.).

3.4.5. Perfil de ácidos grasos

Se realizó la extracción de lípidos totales de las muestras de carne, seguido de la obtención de ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME, por sus siglas en inglés). El análisis cuantitativo se realizó por cromatografía gaseosa (AOCS, 2017).

3.4.5.1. Extracción de lípidos

Se pesó exactamente alrededor de 1 g de carne en tubos de extracción. Se agregaron 3 ml de hexano:isopropanol 3:2 (v/v) y 3 ml de sulfato de sodio al 6%. Se agitó en vórtex durante 3 minutos y luego se centrifugó 10 minutos a 3500 rpm. Se trasvasó la fase superior y se evaporó el solvente en manta calefactora a 40 °C con corriente de nitrógeno (Hara y Radin, 1978).

3.4.5.2. Metilación

Se agregaron 1,5 ml de hexano grado GC. Luego se colocaron 0,5 ml de mezcla hidróxido de potasio-metanol (1,12 g hidróxido de potasio en 10 ml de metanol). Se agitó en vórtex durante 1 minuto y se centrifugó 10 minutos a 3500 rpm. Se trasvasó la fase superior al criovial y se pre-concentró con nitrógeno hasta 0,5 ml.

3.4.5.3. Análisis cuantitativo

La composición de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases utilizando un cromatógrafo Shimadzu GC-2014 (Shimadzu corporation®, Kyoto, Japón) equipado con

detector de ionización de llama y sistema de inyección automática. Los análisis se llevaron a cabo con una columna capilar CP-Sil 88 (100 m, 0,25 mm ID). El gas portador era hidrógeno con una relación *split* de 1:20. La temperatura de la columna se mantuvo a 75 °C durante 2 minutos después de la inyección, seguido de un aumento de 5 °C/min hasta 170 °C y se mantuvo durante 40 minutos, luego un aumento de 5 °C/min hasta 220 °C y se mantuvo 40 minutos. El volumen de inyección fue de 0,5 µl y el flujo de la columna fue de 0,8 ml/min. Los FAME se identificaron por comparación de sus tiempos de retención en relación con los de los estándares comerciales. Los valores del contenido de ácidos grasos se expresaron como porcentaje del total de ácidos grasos.

3.4.5.4. Evaluación de la calidad de los lípidos

La calidad nutricional se evaluó a través de diversos parámetros según datos de la composición de ácidos grasos: la sumatoria de AGS totales, la sumatoria de AGM totales, la sumatoria de AGPI totales, la sumatoria de AGPI n-3 totales, la sumatoria de AGPI n-6 totales, la relación n-6/n-3, la relación AGPI/AGS y el índice aterogénico (IA) (Ulbricht y Southgate, 1991).

$$IA = \frac{(C12:0 + 4(C14:0) + C16:0)}{AGM + AGPI}$$

3.4.6. Perfil de aminoácidos

La determinación cuantitativa de aminoácidos se realizó mediante HPLC, tras derivatización con dietil etoximetilenmalonato (Alaiz *et al.*, 1992).

3.4.6.1. Derivatización de las muestras

Se pesaron exactamente alrededor de 10 mg de muestra que se sometieron a hidrólisis con 4 ml de ácido clorhídrico 6 N y, en el caso de la determinación de Trp, con 4 ml de hidróxido de sodio 5 N, en ambos casos a 100 °C durante 24 horas. Posteriormente, los hidrolizados fueron concentrados a sequedad en rotavapor. El residuo se resuspendió con 1 ml de *buffer* borato 1 M (pH 9,0). Se adicionó 0,8 µl de dietil etoximetilenmalonato, manteniendo a 50 °C por 50 minutos y con agitación cada 5 minutos. Los derivados obtenidos de los aminoácidos se conservaron a temperatura ambiente hasta su inyección. Los estándares utilizados para hacer las curvas de calibrados (Sigma-Aldrich®, St. Louis, MO, EEUU) se sometieron a las mismas condiciones que las muestras, para evitar los errores producidos por la pérdida de algunos aminoácidos durante la hidrólisis ácida.

3.4.6.2. Condiciones cromatográficas

La separación de los aminoácidos se realizó mediante HPLC, empleando un cromatógrafo Perkin Elmer Series 200 Pump con detector Perkin Elmer 785A UV/bis, y una columna de fase reversa Nova-Pack C18 (60 Å, 4 µm, 3,9 mm x 300 mm).

3.4.7. Calidad proteica

El puntaje químico (CS, por sus siglas en inglés) se calculó mediante el método de la FAO/WHO (1991), utilizando la siguiente ecuación:

$$CS = \frac{\text{mg de AAI/g proteína en estudio}}{\text{mg de AAI/g proteína patrón}} \times 100$$

La DIAAS se calculó mediante el método de la FAO (2013), utilizando la siguiente ecuación:

$$DIAAS = \frac{\text{mg de AAI digestible/g proteína en estudio}}{\text{mg de AAI/g proteína patrón}} \times \text{CDIR}$$

El contenido de AAI digestible se calculó multiplicando la cantidad de AAI (mg) presente en 1 g de proteína del alimento por el CDIR correspondiente a ese mismo AAI.

Se tomó el patrón de puntuación de aminoácidos definido por la FAO/WHO (1991) para niños en edad preescolar (6 meses a 3 años) como la proteína de referencia.

3.4.8. Identificación de la proteína

Se realizó el patrón electroforético en geles de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE, por sus siglas en inglés) según metodología descrita por López *et al.* (2011). Para ello, previamente se realizó el desgrasado/deshidratado de las muestras con acetona.

3.4.8.1. Muestras

Se trabajó con las siguientes muestras: carne de guanaco: CG; carne de vaca: CV; carne de cerdo: CC; carne de pollo: CP; sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de vaca: 10v; sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de vaca: 20v; sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de vaca: 50v; sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de vaca: 80v; sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de cerdo: 10c; sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de cerdo: 20c; sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de cerdo: 50c; y sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de cerdo: 80c.

3.4.8.2. Desgrasado/deshidratado de las muestras

Se realizó con acetona por agitación en homogeneizador VirTis (VirTis® modelo 23, EEUU) durante 5 minutos a velocidad media. Se dejó sedimentar el residuo sólido y luego se descartó la acetona por volcado. A continuación, se dejó evaporar el resto de acetona bajo lámpara. Las muestras fueron desgrasadas/deshidratadas dos veces. Se utilizó una relación muestra/acetona de 1/10 (5 g de muestra con 50 ml de acetona).

3.4.8.3. Extracción de proteínas totales

Se utilizó *buffer* tris(hidroximetil)aminometano con ácido clorhídrico (Tris-HCl) 0,0625 M (pH 6,8) con 3% de dodecilsulfato sódico (SDS) y 2% de 2-mercaptoetanol como solución extractiva. Se pesaron 30 mg de muestra desgrasada/deshidratada y se agregaron 2 ml de solución extractiva. Se calentó en baño de agua a 100 °C durante 5 minutos con agitación y posterior centrifugación a 3000 rpm durante 15 minutos. Los sobrenadantes se trasvasaron a tubos Eppendorf.

3.4.8.4. Electroforesis

Se trabajó con geles de poliacrilamida en sistema discontinuo con gel de separación (poro fino) y gel de concentración (poro grueso). El gel de separación se preparó con 10% de acrilamida en una solución 1,5 M Tris-HCl con 0,4% de SDS (pH 8,8). El gel de concentración se preparó con 3% de acrilamida en una solución 0,5 M Tris-HCl con 0,4% de SDS (pH 6,8). Se utilizó como *buffer* de corrida una solución 0,025 M Tris-HCl; 0,192 M glicina (ácido aminoacético) y 0,1% de SDS. Para la siembra de los extractos de proteínas se realizó la mezcla de 1 volumen de extracto de proteínas totales + 1/2 volumen de glicerina 50% + 1/2 volumen de azul de bromofenol (0,01% en agua). El volumen de siembra utilizado fue de 5 µl. La corrida electroforética se realizó a 180 V durante 45 minutos, utilizando una cuba electroforética Mini protean Tetra Cell de Bio Rad®. La tinción de las placas se realizó con azul de Coomassie durante 30 minutos. La destinción de las placas se realizó por difusión con solución decolorante en dos períodos de 20 minutos cada uno. Las resoluciones proteicas obtenidas se midieron por densitometría con equipo Shimadzu CS-910 Dual-Wavelength Chromatogram Scanner. Se trabajó con longitud de onda de máxima absorción de 550 nm y de mínima absorción utilizada como referencia de 400 nm. La adquisición de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW de DataApex Ltd®.

3.4.9. Análisis sensorial

3.4.9.1. Preparación de las muestras

Se seleccionaron 3 tipos de carnes rojas: guanaco, cordero y vaca. La carne de guanaco fue obtenida de un frigorífico habilitado por el SENASA, ubicado en la provincia de Santa Cruz. Las muestras de carne fueron cocinadas y preparadas mediante la técnica del braseado según Leiva *et al.* (2023). Esta técnica consiste en dorar los trozos de carne en una sartén con unas gotas de aceite. Posteriormente, se pasa la carne a una fuente cubierta con papel de aluminio y se coloca en el horno. El proceso de cocción consiste en sumergir la carne en un caldo de verduras (Knorr® con diez verduras: ajo, repollo, espinacas, cebolla, puerro, tomate, calabaza, perejil, pimienta roja y zanahoria), a una temperatura que oscila entre 200-250 °C durante 3 a 3,5 horas. Todos los tipos de carne se presentaron a los consumidores deshuesados y desmenuzados.

3.4.9.2. Caracterización sensorial basada en consumidores

Se reclutaron un total de 68 consumidores a partir de la base de datos del Departamento de Análisis Sensorial de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina) en función de su consumo carne (al menos dos veces por semana), disponibilidad e interés por participar. Los consumidores no recibieron ninguna información adicional sobre las muestras antes de la degustación y dieron su consentimiento informado por escrito.

Las pruebas se realizaron en un laboratorio sensorial en cabinas individuales (ISO 8589, 2007). Se controló la luz artificial, la temperatura (22 °C) y la circulación del aire. Los participantes contaron con agua mineral en todo momento para enjuagar su boca y galletitas de agua sin sal para neutralizar los sabores residuales entre la ingesta de las diferentes muestras. Las muestras se entregaron a los consumidores en una bandeja de plástico, cada una con 30 g de los diferentes tipos de carnes a 25 °C. Cada muestra de carne (guanaco, cordero y vaca) se codificó con números aleatorios de 3 dígitos. El orden en que los consumidores probaron los productos fue aleatorio para lograr un correcto equilibrio en las presentaciones y minimizar cualquier sesgo sensorial.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, mediante las acciones correspondientes al proyecto “Metodologías sensoriales basadas en consumidores para desarrollar y caracterizar productos alimenticios a partir de sus percepciones y motivos de consumo” aprobado según Resolución 379/23|19012020 del Honorable Consejo Superior. El consentimiento se obtuvo de todos los participantes del estudio a través de su firma personal antes de las pruebas.

3.4.9.3. Aceptabilidad (*Overall Liking*)

Se pidió a los consumidores que probaran las muestras y calificaran su gusto general mediante una puntuación hedónica horizontal; donde 9 = me gusta muchísimo; 8 = me gusta mucho; 7 = me gusta moderadamente; 6 = me gusta poco; 5 = ni me gusta ni me disgusta; 4 = me disgusta poco; 3 = me disgusta; 2 = me disgusta mucho; y 1 = me disgusta extremadamente (Ares *et al.*, 2017). Los anclajes verbales de la escala se seleccionaron de manera que la distancia psicológica entre puntos sucesivos de la escala sea siempre la misma (Wichchukit y O'Mahony, 2015).

3.4.9.4. Preguntas: marque todo lo que aplique (*CATA questions*)

Se pidió a los consumidores que completaran una pregunta de marque todo lo que aplique (CATA, por sus siglas en inglés: *Check-All-That-Apply*) con 29 términos relacionados con las características sensoriales de los diferentes tipos de carnes: blando, brillante, rico, duro, sabor intenso, salado, fácil de comer, fibroso, lo compraría, dulce, aroma agradable, ácido, llamativo, feo, color agradable, sabor pobre, nutritivo, placentero, jugoso, sabor extraño, aceitoso, aroma no agradable, sabroso, color desagradable, amargo, difícil de comer, seco, saludable y metálico.

Se solicitó a los consumidores que marcaran todos los términos que consideraran apropiados para describir cada tipo de carne. Los términos fueron seleccionados en base a datos publicados (Sánchez Barrera y Albarracín Hernández, 2010; Henchion *et al.*, 2017; Popoola *et al.*, 2020), considerando los descriptores seleccionados por los evaluadores capacitados y estudios preliminares. El orden de la lista de los atributos fue aleatorizado entre evaluaciones, siguiendo las recomendaciones de Meyners y Castura (2016), con el fin de considerar el posible y probable sesgo de posición en las respuestas. La frecuencia de uso de cada uno de los atributos se determinó contando el número de consumidores que usaron ese término para describir cada muestra.

3.4.9.5. Análisis de penalización

Para vincular la información de la pregunta CATA con la de aceptabilidad, se realizó el análisis de penalización. Se llevó a cabo calculando, para cada producto evaluado, su aceptabilidad promedio entre todos los consumidores que marcaron el término en la pregunta CATA y todos los que no lo hicieron (Varela y Ares, 2014). La diferencia entre estos dos valores puede considerarse como una estimación de cuánto cambia la aceptabilidad del producto cuando el atributo está presente o no. Sin embargo, solo aquellas palabras CATA que fueron

aplicadas por al menos el 20% de los consumidores para describir uno de los productos se incluyeron en el análisis de penalización (Plaehn, 2012; Ares *et al.*, 2014).

3.4.10. Análisis estadístico

Los resultados descriptivos se expresaron como promedio \pm desvío estándar (DE) cuando presentaron distribución paramétrica. Se evaluaron las diferencias entre variables por el Test de Student para muestras no apareadas, con un post test de comparación múltiple Tukey-Kramer. Los cálculos estadísticos se realizaron con el paquete informático INSTAT 2.02 y se consideró como estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$ y altamente significativo un $p < 0,01$ (Pagano y Gauvreau, 2001).

Las diferencias en las distribuciones de frecuencia de consumo de carne por género y edad se determinaron mediante la prueba de chi-cuadrado utilizando el *software* XLSTAT 2014 (Addinsoft).

Se llevó a cabo Análisis de Varianza (ANOVA) de una vía con factor fijo para identificar diferencias significativas entre el gusto general de las muestras. Cuando las diferencias fueron significativas ($p < 0,05$) las medias se compararon mediante la prueba de Tukey.

Las diferencias entre muestras para cada uno de los términos de la pregunta CATA se evaluaron mediante la prueba Q de Cochran, utilizando el *software* XLSTAT 2014 (Addinsoft). Asimismo, se realizó un análisis de coordenadas principales (PcoA, por sus siglas en inglés) y un análisis de correspondencias sobre la matriz que contiene la frecuencia de uso de cada término para cada muestra.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición centesimal

Los resultados correspondientes al contenido de humedad, proteínas, grasas totales, cenizas y carbohidratos de los cortes lomo y peceto de la carne cruda de guanaco, determinados durante los tres años de muestro, se presentan en las Tablas 17, 18 y 19. En el año 2019 se registró un mayor contenido de grasa en el corte peceto ($p < 0,05$), mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para el resto de los nutrientes analizados. En 2022 no se encontraron diferencias significativas entre la composición centesimal de ambos cortes ($p > 0,05$); mientras que en 2023 el corte lomo presentó un mayor contenido de grasa ($p < 0,05$), sin variaciones significativas en el resto de los parámetros evaluados ($p > 0,05$). Los mayores niveles de proteínas y grasas totales en ambos cortes se determinaron en el año 2022, mientras que el mayor contenido de cenizas se registró en 2019. En contraste, el menor contenido de grasas totales se observó en 2019, el valor más bajo de cenizas se determinó en 2022, y el menor nivel de proteínas se registró en 2023.

Tabla 17. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2019, expresada en g por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Corte	Humedad	Proteínas	Grasas totales	Cenizas	Carbohidratos
Lomo	75,5 ^a \pm 0,03	21,6 ^a \pm 0,12	0,31 ^a \pm 0,01	1,22 ^a \pm 0,03	1,37
Peceto	75,4 ^a \pm 0,04	21,6 ^a \pm 0,07	0,34 ^b \pm 0,01	1,19 ^a \pm 0,03	1,47

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Tabla 18. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresada en g por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Corte	Humedad	Proteínas	Grasas totales	Cenizas	Carbohidratos
Lomo	75,1 ^a \pm 0,13	22,2 ^a \pm 0,23	0,69 ^a \pm 0,01	0,85 ^a \pm 0,03	1,14
Peceto	75,2 ^a \pm 0,06	22,3 ^a \pm 0,18	0,68 ^a \pm 0,02	0,88 ^a \pm 0,04	0,95

Superíndices iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

Tabla 19. Composición centesimal de los cortes lomo y peceto del año 2023, expresada en g por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Corte	Humedad	Proteínas	Grasas totales	Cenizas	Carbohidratos
Lomo	76,6 ^a \pm 0,14	20,6 ^a \pm 0,21	0,58 ^a \pm 0,03	1,07 ^a \pm 0,04	1,21
Peceto	76,7 ^a \pm 0,17	20,5 ^a \pm 0,25	0,53 ^b \pm 0,03	1,05 ^a \pm 0,02	1,19

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Las Tablas 20 y 21 muestran la comparación interanual de la composición centesimal para cada corte de carne cruda de guanaco. Ambos cortes presentaron un comportamiento similar en la variación de los nutrientes analizados a lo largo del periodo de estudio. El contenido de humedad no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los años 2019 y 2022; pero aumentó significativamente en 2023 ($p < 0,01$) respecto de los muestreos anteriores. La concentración de proteínas mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) durante los tres años, siendo mayor en 2022 y menor en 2023, con diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en ese último año respecto de los dos primeros. Las grasas totales incrementaron en 2022 respecto del primer año de análisis, y descendieron en 2023, presentando diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en los tres años de estudio. El contenido de cenizas fue mayor en 2019, disminuyendo en 2022 y aumentando nuevamente en 2023, mostrando así diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en cada año analizado. En el caso de los carbohidratos, se registraron los valores más altos en el primer año, disminuyendo en los dos años siguientes del estudio.

Se ha demostrado que la dieta de los animales es el factor que más influye en la composición nutricional de la carne roja (Juárez *et al.*, 2021). Las condiciones ambientales, como las variaciones en la cantidad de precipitaciones, afectan directamente la calidad de los pastos disponibles, impactando en la dieta de los animales (Mamani-Linares *et al.*, 2013; Biffin *et al.*, 2020). En su hábitat natural, los CSA se alimentan principalmente de pastos nativos cuya disponibilidad está sujeta a los cambios estacionales, variando la cantidad de forraje entre la estación húmeda y la estación seca. Para adaptarse a estas variaciones, los animales acumulan reservas internas de grasa que movilizan durante los períodos de escasez de nutrientes, lo que se refleja en cambios en su composición corporal (Marozzi *et al.*, 2024). Los resultados de este estudio evidencian dicho efecto, ya que en los dos cortes analizados durante el año 2022 se registró un incremento en el porcentaje de grasa a medida que disminuyó la concentración de agua, de acuerdo con los datos presentados en las Tablas 20 y 21. Estas variaciones podrían estar asociadas a las diferencias en el régimen de precipitaciones registradas durante el período de muestreo, el cual mostró una variabilidad interanual. En 2019 se registró una menor frecuencia de días con lluvia, en 2022 las precipitaciones se mantuvieron dentro de los valores considerados normales, mientras que en 2023 se observó un comportamiento excepcionalmente lluvioso en comparación con la media histórica (Servicio Meteorológico Nacional, 2026).

Tabla 20. Comparación interanual de la composición centesimal del corte lomo de los años 2019, 2022 y 2023, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 30).

Corte	Humedad	Proteínas	Grasas totales	Cenizas	Carbohidratos
Lomo 2019	75,5 ^a ±0,03	21,6 ^a ±0,12	0,31 ^{a*} ±0,01	1,22 ^{a*} ±0,03	1,37
Lomo 2022	75,1 ^a ±0,13	22,2 ^b ±0,23	0,69 ^{b*} ±0,01	0,85 ^{b*} ±0,03	1,14
Lomo 2023	76,6 ^{b*} ±0,14	20,6 ^{c*} ±0,21	0,58 ^{c*} ±0,03	1,07 ^{c*} ±0,04	1,21

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), *indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

Tabla 21. Comparación interanual de la composición centesimal del corte peceto de los años 2019, 2022 y 2023, expresada en g por 100 g (promedio±DE) de carne cruda de guanaco (n = 30).

Corte	Humedad	Proteínas	Grasas totales	Cenizas	Carbohidratos
Peceto 2019	75,4 ^a ±0,04	21,6 ^a ±0,07	0,34 ^{a*} ±0,01	1,19 ^{a*} ±0,03	1,47
Peceto 2022	75,2 ^a ±0,06	22,3 ^b ±0,18	0,68 ^{b*} ±0,02	0,88 ^{b*} ±0,04	0,95
Peceto 2023	76,7 ^{b*} ±0,17	20,5 ^{c*} ±0,25	0,53 ^{c*} ±0,03	1,05 ^{c*} ±0,02	1,19

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), *indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

El estudio de la composición centesimal de la carne de guanaco resulta fundamental para comprender su valor nutricional y establecer comparaciones con otras carnes, tanto de consumo tradicional como aquellas consideradas no convencionales. Esta información contribuye a promover una valoración positiva de la especie, posicionando a la carne de guanaco como una alternativa viable para el consumo humano.

El agua es el componente que se encuentra en mayor proporción en la carne. En especies de consumo habitual, los valores oscilan entre 66,0 g% en cerdo y 74,9 g% en pollo (SARA, 2022), como se muestra en la Tabla 1. Asimismo, según datos de la Tabla 11, el contenido de humedad en ejemplares adultos de CSA varía entre 67,2 g% (Pérez *et al.*, 2000) y 75,8 g% (Farfán y Sammán, 2008). El valor más alto de este rango coincide con el promedio de 75,8 g% determinado en la carne cruda de guanaco a lo largo del período de estudio. El valor mínimo encontrado fue de 75,1 g% en lomo y 76,7 g% en peceto. Estos niveles son comparables a los reportados en carne cruda de otras especies silvestres, como el valor de 76,6 g% en músculo *L. dorsi* de capibara (Oda *et al.*, 2004) y 75,8 g% en músculo *Semitendinosus* de jabalí (Ludwiczak *et al.*, 2020), como se indica en la Tabla 6. La humedad en la carne afecta su vida útil y tiene un fuerte impacto en los parámetros sensoriales como la jugosidad y la textura (Pérez Dubé *et al.*, 2014; Ahmad *et al.*, 2018). Existe una estrecha relación inversa entre los

porcentajes de agua y grasa en los tejidos animales, lo cual también se ve influido por la edad de los animales (Wood, 2022). Un estudio realizado por Pérez *et al.* (2000) comparó ejemplares de llamas de diferentes edades, encontrando un menor contenido de humedad y un mayor contenido de grasa en los animales adultos (más de 3 años) respecto de ejemplares jóvenes (9 – 12 meses).

La carne de llamas y alpacas muestra un alto porcentaje de proteína, con valores que oscilan entre 21,8 g% en el músculo *L. dorsi* (Pérez *et al.*, 2000) y 25,2 g% en el músculo *L. lumborum* de llamas (Mamani-Linares y Gallo, 2014), según se muestra en la Tabla 11. Por su parte, la carne cruda de guanaco analizada presentó un contenido promedio de 21,5 g%, con un mínimo de 20,5 g% y un máximo de 22,3 g% durante el período evaluado, ambos valores determinados en el corte peceto, tal como se observa en la Tabla 21. Estos niveles coinciden con los reportados por Farfán y Sammán (2008) en llamas de Jujuy, quienes informaron un valor de 20,5 g% en paleta y de 22,1 g% en pierna. Asimismo, González *et al.* (2004) reportaron en un estudio realizado en guanacos del sur de Chile, un contenido proteico de 20,9 g% en el músculo *Semitendinosus*, un valor comparable al mínimo encontrado en ejemplares de la Patagonia argentina. El contenido de proteína determinado en la carne de guanaco se asemeja a los valores de otras especies de caza, como el ciervo rojo con 21,5 g% en músculo *Semitendinosus* (Milczarek *et al.*, 2021) y la liebre con 21,6 g% en *Biceps femoris* (Razmaitė y Šiukšcius, 2023), conforme a los datos de la Tabla 6. En comparación con las carnes de consumo habitual, cabe destacar que la carne de guanaco estudiada supera en un 21% al valor de proteína de 17,8 g% registrado en la carne de cordero y en un 18% al valor de 18,2 g% de la carne de cerdo. A su vez, muestra un valor similar al contenido de 20,3 g% de carne de pollo y de 21,3 g% de la carne vacuna (SARA, 2022).

La grasa de la dieta es un componente fundamental para una nutrición adecuada. Además de suministrar energía para los procesos biológicos del organismo, aportan una variedad de sustancias, como AGE y vitaminas liposolubles, que únicamente pueden obtenerse a través de la dieta. Asimismo, la grasa intramuscular es responsable de características sensoriales deseables de las carnes y los productos cárnicos, influyendo en el sabor y contribuyendo a mejorar la ternura y la jugosidad (Domínguez *et al.*, 2019b). La grasa es el nutriente aportado por la carne en el que se observan mayores fluctuaciones, no sólo de unas especies animales a otras, sino también según la región de la canal dentro de una misma especie (Bello Gutiérrez, 2000). Respecto al contenido de grasas totales determinado en carne cruda de guanaco, los valores oscilaron entre un mínimo de 0,31 g% y un máximo de 0,69 g%, ambos en el corte lomo, como se puede apreciar en la Tabla 20. El contenido promedio de 0,52 g% es similar a los valores reportados por Cristofanelli *et al.* (2004) en *L. thoracis et lumborum* de alpaca y llama, con 0,49 g% y 0,51 g%, respectivamente. Sin embargo, otros estudios han encontrado un contenido de grasa más alto en carne de CSA, de acuerdo a los datos presentados

en la Tabla 11. Las diferencias pueden atribuirse a los distintos métodos de extracción de lípidos empleados, así como a la edad de los animales sacrificados. Por ejemplo, el estudio de Farfán y Sammán (2008) reportó valores de 2,42 g% en paleta y 2,47 g% en pierna de llama, utilizando el método de Bligh y Dyer (1959). Por otro lado, González *et al.* (2004) informaron un contenido de grasa de 1,00 g% en músculo *Semitendinosus* de guanaco, empleando animales de 24 meses de edad. Por su parte, Condori *et al.* (2003) estudiaron llamas de 22 meses y registraron un contenido de 3,30 g% en músculo *L. dorsi*, mientras que Polidori *et al.* (2007) analizaron llamas de 25 meses y reportaron un valor de 3,51 g% en músculo *L. thoracis*. El mayor valor en carne de CSA fue reportado por Pérez *et al.* (2000) con 10,1 g% en *L. dorsi* de llama en ejemplares de más de 3 años de edad. Otras especies silvestres presentan niveles de grasas mucho menores en músculo *Semitendinosus*, con valores de 0,10 g% en corzo y 0,16 g% en ciervo rojo (Milczarek *et al.*, 2021); mientras que se han registrado contenidos considerablemente más altos en otros animales, como el valor de 3,33 g% en *L. thoracis et lumborum* de jabalí (Zmijewski *et al.*, 2021), según lo presentado de la Tabla 6. Asimismo, los niveles de grasa encontrados en carne de guanaco en este estudio son notablemente inferiores a los reportados en las carnes rojas tradicionales, cuyo contenido graso varía entre 10,1 g% en cortes semigrasos de carne de vaca y 17,0 g% en cordero (SARA, 2022). En términos relativos, la carne de guanaco aporta un 97% menos de grasas totales que la carne de cordero, un 96% menos que la de cerdo y un 95% menos que la de vaca, calificando a los cortes de guanaco como una carne magra en comparación con las principales carnes rojas disponibles en el mercado. Esta característica acompaña a las recomendaciones de las GAPA, que promueven la diversificación del consumo de carnes ante la limitada disponibilidad de carnes magras en la dieta (Ministerio de Salud de la Nación, 2020).

Las cenizas representan el contenido total de minerales presente en el alimento. En el caso de la carne, los minerales provienen, en última instancia, de la vegetación y el agua que consumen los animales. Las plantas absorben los minerales del suelo a través de sus raíces y, posteriormente, dichos minerales se transfieren a lo largo de la cadena alimentaria cuando los animales se alimentan de los pastos, quedando finalmente depositados en sus tejidos musculares (Awuchi *et al.*, 2020). El contenido de cenizas de la carne cruda de guanaco analizada presentó valores mínimos y máximos en el corte lomo de 0,85 g% y 1,22 g%, con un promedio de 1,04 g% a lo largo del período estudiado. Farfán y Sammán (2008) reportaron valores similares en llamas, con contenidos de 1,01 g% en paleta y 1,02 g% en pierna. Asimismo, otros estudios informaron valores de 1,00 g% en *L. dorsi* de llama (Pérez *et al.*, 2000) y de 1,10 g% en *L. thoracis et lumborum* de alpacas (Salvá *et al.*, 2009) y en *Semitendinosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). Por el contrario, otros estudios informan niveles mayores de cenizas, tal como se detalla en la Tabla 11; por ejemplo, Cristofanelli *et al.* (2004) reportaron un contenido de cenizas para el músculo *L. thoracis et lumborum* de 2,43 g% en llamas y 2,54 g% en alpacas,

mientras que Polidori *et al.* (2007a) encontraron un valor de 3,06 g% en *L. thoracis* de llama. Los estudios del contenido de cenizas en la carne de CSA se llevaron a cabo en Argentina, Chile, Perú y Bolivia, por lo que la variación en este parámetro posiblemente refleje la composición mineral de los pastizales en estos países. Por su parte, como se muestra en la Tabla 6, las carnes de otras especies no tradicionales presentan valores similares a los cortes de guanaco analizados, con un rango entre 1,00 g% en *L. thoracis et lumborum* de jabalí (Zmijewski *et al.*, 2021) y 1,52 g% en ñandú (Romanelli *et al.*, 2008). Además, el valor promedio de cenizas en la carne de guanaco muestra similitud con el contenido de 1,01 g% informado para carne de vaca y 1,07 g% en pollo; a la vez que presenta un 18% más respecto del contenido de 0,88 g% de las carnes de cerdo y cordero (SARA, 2022).

En la carne cruda de guanaco estudiada se registró un contenido promedio de carbohidratos de 1,14 g%, con un rango entre 0,95 g% y 1,47 g% en el corte peceto, tal como se presenta en la Tabla 21. Estos valores se obtuvieron por diferencia, por lo que es probable que representen, al menos en parte, la grasa no cuantificada. Los valores son superiores al contenido determinado por Farfán y Sammán (2008) en llama, con un valor de 0,19 g% en pierna y 0,28 g% en paleta. Otros estudios de carnes de CSA y de especies silvestres no informan datos de los niveles de carbohidratos. Por su parte, la tabla de composición química de alimentos para Argentina reporta un contenido de 0 g% para este parámetro en las carnes de consumo habitual (SARA, 2022).

Una dieta adecuada y saludable debe satisfacer las necesidades humanas de energía y todas las necesidades de nutrientes esenciales. La energía para las funciones metabólicas y fisiológicas de los seres humanos se obtiene de la energía química contenida en los alimentos y sus macronutrientes. Las grasas y los carbohidratos son las principales fuentes de energía en la dieta, aunque las proteínas también proporcionan cantidades importantes de energía, especialmente cuando la ingesta total de energía dietética es limitada (James Stubbs *et al.*, 2023). El valor energético promedio de la carne cruda de guanaco analizada fue de 95,2 kcal por porción de 100 g (kcal%), calculado a partir de los factores 4 kcal/g para proteínas, 9 kcal/g para lípidos y 4 kcal/g para carbohidratos disponibles (FAO, 2003). Algunos cortes de carnes de caza de especies silvestres aportan valores energéticos similares, según se desprende de la Tabla 6, con contenidos de 96,5 kcal% en músculo *Semitendinosus* de corzo (Milczarek *et al.*, 2021) y 98,5 kcal% en pechuga de faisán (Flis *et al.*, 2020). Se presentan valores comparables del contenido energético en llama y alpaca, con 97,0 kcal% y 97,6 kcal%, respectivamente, en el músculo *L. thoracis et lumborum* (Cristofanelli *et al.*, 2004), así como 92,6 kcal% en *Semitendinosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). En cambio, aquellos estudios que informan un mayor contenido de grasas totales también reportan un contenido energético más elevado, con niveles entre 121 kcal% en *L. thoracis* (Polidori *et al.*, 2007) y 178 kcal% en *L. dorsi* (Pérez *et al.*, 2000) de llama. El contenido energético de la carne de consumo frecuente varía entre 106

kcal% en carne de pollo y 224 kcal% en carne de cordero, como se indica en la Tabla 1 (SARA, 2022). En comparación, la carne de guanaco presenta un valor energético relativamente bajo, lo que se relaciona con su reducido contenido de grasas totales, aportado un 10% menos de energía que la carne de pollo, un 46% menos que la carne vacuna, un 54% menos que la carne porcina y un 58% menos que la carne de cordero. Esta característica la posiciona como una alternativa saludable, especialmente adecuada para dietas hipocalóricas o enfocadas en la prevención de enfermedades metabólicas. El exceso de ingesta de energía se almacena en el cuerpo en forma de grasa, lo que provoca una serie de problemas de salud relacionados, por lo que una de las mayores preocupaciones desde el punto de vista nutricional se centra en controlar el consumo de energía dietética (Young *et al.*, 2024). A nivel mundial, las tasas de obesidad siguen aumentando, y se estima que un 43% de la población adulta tiene sobrepeso y un 16% obesidad. La obesidad aumenta el riesgo de padecer enfermedades metabólicas, como diabetes y enfermedades cardiovasculares, puede afectar la salud ósea y la reproducción, y aumenta el riesgo de que aparezcan determinados tipos de cáncer. En la mayoría de los casos, la obesidad es una enfermedad multifactorial que se debe a un entorno obesogénico, factores psicosociales y variantes genéticas. El entorno obesogénico que exacerba la probabilidad de la obesidad en individuos, poblaciones y en diferentes entornos está relacionado con factores estructurales que limitan la disponibilidad de alimentos saludables y sostenibles a precios asequibles a nivel local, sumado a la falta de situaciones en la vida cotidiana de la población en las que sea fácil y seguro realizar una cierta actividad física (OMS, 2025). En Argentina 6 de cada 10 adultos presentan exceso de peso, incluyendo sobrepeso y obesidad, mientras que el 41% de los chicos y adolescentes entre 5 y 17 años tienen sobrepeso y obesidad en una proporción de 20,7% y 20,4%, respectivamente (Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación; 2019). La carne de guanaco, autóctona de la Patagonia argentina, tiene el potencial de ayudar a superar las barreras que limitan el acceso local a alimentos nutritivos, sostenibles y económicamente accesibles.

4.2. Contenido de colesterol

El colesterol (3 β -hidroxi-5,6 colesteno) desempeña funciones estructurales y metabólicas que son vitales para el ser humano. Es un componente integral de las membranas celulares donde modula la fluidez y la permeabilidad; además, es precursor de otras biomoléculas fisiológicamente importantes tales como las hormonas esteroideas (andrógenos, estrógenos, progestágenos, gluco y mineralcorticoides), ácidos biliares y la vitamina D. A pesar de su importancia biológica, concentraciones plasmáticas elevadas de colesterol pueden tener consecuencias patológicas. La hipercolesterolemia promueve la disfunción endotelial causada por la aterosclerosis, cuya evolución representa el principal factor de riesgo para el desarrollo

de enfermedades cardiovasculares. El colesterol presente en el organismo proviene de la dieta, exclusivamente en productos de origen animal, y de la síntesis endógena, por lo tanto deberíamos limitarlo en la ingesta (Maldonado Saavedra *et al.*, 2012; Cortes *et al.*, 2014; Burnett *et al.*, 2020).

Las Tabla 22 y 23 muestran los resultados del contenido de colesterol en los cortes lomo y peceto de la carne de guanaco, correspondientes a los años de muestro 2022 y 2023. En ambos años de estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) para el contenido de colesterol en los dos cortes analizados.

Tabla 22. Contenido de colesterol en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en mg por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco ($n = 10$).

Corte	Colesterol
Lomo	58,9 ^a \pm 4,52
Peceto	64,4 ^a \pm 4,20

Superíndices iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

Tabla 23. Contenido de colesterol en cortes lomo y peceto del año 2023, expresado en mg por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco ($n = 10$).

Corte	Colesterol
Lomo	43,5 ^a \pm 3,17
Peceto	37,8 ^a \pm 2,10

Superíndices iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

La comparación interanual del contenido de colesterol para cada corte analizado, se detalla en las Tablas 24 y 25. En este caso, se observaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$) en los niveles colesterol entre los años 2022 y 2023 tanto para lomo como para peceto. El mayor contenido de colesterol registrado en 2022 se correlaciona con los niveles más altos de grasas totales determinados en ambos cortes ese mismo año, como se indica en las Tablas 20 y 21.

Tabla 24. Comparación interanual del contenido de colesterol del corte lomo de los años 2022 y 2023, expresado en mg por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco ($n = 20$).

Corte	Colesterol
Lomo 2022	58,9 ^a \pm 4,52
Lomo 2023	43,5 ^b \pm 3,17

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

Tabla 25. Comparación interanual del contenido de colesterol del corte peceto de los años 2022 y 2023, expresado en mg por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 20).

Corte	Colesterol
Peceto 2022	64,4 ^a \pm 4,20
Peceto 2023	37,8 ^b \pm 2,10

Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

Las diferencias en el contenido de colesterol entre especies se explican generalmente por variaciones en la absorción y la biosíntesis, el metabolismo de las lipoproteínas, el sexo y la madurez del animal, el tipo de fibras musculares, la grasa subcutánea e intramuscular y el peso corporal, así como los diferentes sistemas de producción (Bragagnolo, 2009; Dinh *et al.*, 2011; Pordomingo *et al.*, 2012; Giampietro-Ganeco *et al.*, 2020; Kang *et al.*, 2024). En general, la carne de animales alimentados exclusivamente a pasto presenta menores concentraciones de grasa y colesterol, en comparación con animales criados en sistemas intensivos de engorde en corral (Schor *et al.*, 2008). Por ejemplo, Descalzo *et al.* (2005) encontraron que la carne de vaca producida en Argentina alimentada con grano tuvo mayor contenido de grasa y colesterol (4,70 g% y 52,0 mg% en el músculo *Psoas major*, respectivamente) que la carne de animales alimentados con pasto (2,70 g% de grasa intramuscular y 49,0 mg% de colesterol).

En la carne de guanaco, se encontró un contenido de colesterol promedio de 51,2 mg% en el período de estudio, con un mínimo de 37,8 mg% y un máximo de 64,4 mg%, ambos en el corte peceto, como se observa en la Tabla 25. El promedio determinado coincide con el valor de 51,1 mg% reportado por Cristofanelli *et al.* (2004) en músculo *L. thoracis et lumborum* de alpacas. Asimismo, el mínimo determinado en carne de guanaco es similar al contenido de 39,0 mg% informado por Mamani-Linares y Gallo (2013) en el músculo *L. lumborum* de llamas. Se han reportado contenidos mayores de colesterol en carne de llama, entre 56,3 mg% en *L. thoracis et lumborum* y 58,2 mg% en *L. thoracis*, semejante al valor más alto de 58,9 mg% determinado en el corte lomo de la carne de guanaco, tal como se indica en la Tabla 24. González *et al.* (2004) informan el menor valor de colesterol encontrado en carnes de CSA, siendo 27,2 mg% en músculo *Semitendinosus* de guanacos del sur de Chile. Estas diferencias pueden deberse a las metodologías empleadas en la determinación, considerando que González *et al.* (2004) cuantificaron el contenido de colesterol mediante HPLC, siguiendo el método propuesto por Bragagnolo y Rodríguez-Amaya (2002). Los estudios en otras especies de caza han reportado valores de colesterol en un amplio rango, entre 34,5 mg% en pechuga de perdiz roja (Antunes *et al.*, 2019) y 72,2 mg% en músculo pectoral de nutria (Saadoun *et al.*, 2006).

Por otro lado, las carnes de consumo habitual presentan un contenido de colesterol mayor al determinado en carne de guanaco, de acuerdo a los datos de la Tabla 1, con valores de 69 mg% en cerdo, 66 mg% en cordero y vaca, y 65 mg% en pollo (SARA, 2022). En

consecuencia, la carne de guanaco aporta un 26% menos de colesterol que la carne de cerdo, 22% menos que las carnes de cordero y vaca, y un 21% menos que la carne de pollo, característica que favorece su consumo como una alternativa saludable dentro del grupo de las carnes rojas, apta para ser incorporada en dietas equilibradas y preventivas, tanto en población general como en personas con factores de riesgo metabólico o cardiovascular. La OMS recomienda limitar la ingesta de colesterol a menos de 300 mg al día (OMS, 2003). Los resultados muestran que el contenido de colesterol en la carne de guanaco representa el 17% de esta ingesta, en comparación con el 22–23% que aportan las carnes de consumo habitual.

4.3. Contenido de minerales

Los minerales son compuestos químicos requeridos por el organismo como micronutrientes esenciales para mantener una buena salud en las distintas etapas de la vida. Cumplen un papel fundamental en la regulación de funciones celulares, el crecimiento, los mecanismos de neuromodulación y diversos procesos bioquímicos y fisiológicos. Por lo tanto, un consumo inadecuado de minerales esenciales puede provocar problemas metabólicos, daño orgánico, enfermedades crónicas e incluso la muerte. Para evitar estas deficiencias, es necesario diversificar la dieta para mejorar la ingesta de micronutrientes críticos (Awuchi *et al.*, 2020). En general, los alimentos de origen animal, como la carne, se consideran una excelente fuente de varios minerales, especialmente Fe, Zn, P y K. Además, algunos de los minerales presentes en estos alimentos se encuentran en formas más biodisponibles, por lo que se absorben con mayor facilidad en el organismo en comparación con los provenientes de fuentes vegetales (Juárez *et al.*, 2021).

El contenido de P, Ca, Na, K, Mg, Fe y Zn en los cortes lomo y peceto de carne cruda de guanaco, determinado durante el año de muestro 2022, se presenta en la Tabla 26. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre ambos cortes para ninguno de los minerales analizados.

Tabla 26. Contenido de minerales en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en mg por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Mineral	Lomo	Peceto
P	281 ^a \pm 52,8	290 ^a \pm 62,2
Ca	1,98 ^a \pm 0,33	1,93 ^a \pm 0,22
Na	57,4 ^a \pm 0,38	56,1 ^a \pm 0,71
K	159 ^a \pm 1,31	158 ^a \pm 1,37
Mg	5,04 ^a \pm 0,23	4,82 ^a \pm 0,38
Fe	2,61 ^a \pm 0,04	2,13 ^a \pm 0,04
Zn	1,65 ^a \pm 0,01	1,63 ^a \pm 0,03

Superíndices iguales en la misma fila indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

El análisis de los niveles de minerales presentes en la carne de guanaco permite valorar su potencial como fuente de minerales de importancia fisiológica y considerar a la especie como parte de una alimentación equilibrada y saludable. La concentración de minerales en la carne está influenciada por múltiples factores, como la raza, el género y la edad de los animales, las prácticas de alimentación, el tipo de músculo seleccionado para el estudio y la región geográfica de crianza (Smith *et al.*, 2017; Falowo, 2021). Entre los factores ambientales, se destacan las características del suelo y la calidad del agua utilizados en la alimentación de los animales, así como el uso de fertilizantes y suplementos minerales en la producción primaria (Ghosh *et al.*, 2022; Rizwan *et al.*, 2025).

El P fue el mineral presente en mayor proporción en la carne de guanaco, con un valor promedio de 286 mg%. Este contenido es similar al valor de 295 mg% informado por Salvá *et al.* (2009) en el músculo *L. thoracis et lumborum* de alpacas criadas en Perú, mayor a los valores de 166 mg% en paleta y 174 mg% en pierna reportados en carne de llamas argentinas (Farfán y Sammán, 2008), pero inferior a los valores registrados en el músculo *L. thoracis* de alpacas y llamas estudiadas por Polidori *et al.* (2007b) en Perú, con 338 mg% y 379 mg%, respectivamente, como se resume en la Tabla 12. Asimismo, los cortes de guanaco presentan mayor contenido de P en relación con otras carnes de especies silvestres, con valores entre 170 mg% en *L. thoracis* de ciervo rojo en España (Soriano *et al.*, 2020) y 238 mg% en pechuga de faisán del este de Polonia (Flis *et al.*, 2020), tal como se observa en la Tabla 8. Por otro lado, los valores de P determinados en el presente estudio son mayores en comparación a los valores en carnes tradicionales, como se indica en la Tabla 2, siendo de 168 mg% en cordero, 194 mg% en vaca, 195 mg% en cerdo y 198 mg% en pollo (SARA, 2022). En este sentido, la carne de guanaco aporta un 70% más de P que la carne de cordero, un 47% más que las carnes de vaca y cerdo, y un 44% más que la carne de pollo. El consumo de 100 g de carne de guanaco permite cubrir los requerimientos diarios de P en un 41%, considerando la IDR de 700 mg en adultos

(IOM, 1997). El P es un nutriente importante en la dieta que, en forma de fosfato inorgánico, participa en una amplia variedad de funciones celulares esenciales como la transferencia de energía bioquímica a través del trifosfato de adenosina (ATP), el mantenimiento de la información genética dentro de los nucleótidos, la señalización intracelular a través del monofosfato de adenosina cíclico (AMPc) y la integridad estructural de la membrana a través de los glicerofosfolípidos. La mayor parte del P corporal (alrededor del 85%) se encuentra en forma de hidroxapatita, asociado al calcio, en la matriz extracelular de huesos y dientes. El fosfato presente en la dieta se encuentra en dos formas diferentes, como fosfato orgánico e inorgánico. Los fosfatos orgánicos difieren en su composición dependiendo de su origen: el fosfato orgánico de origen vegetal está principalmente en forma de fitatos, mientras que el fosfato orgánico de origen animal está unido a proteínas. Las sales de P añadidas como aditivos alimentarios son la forma más importante de fosfato inorgánico. Estas diferencias son muy importantes para la biodisponibilidad del P, ya que el ácido fítico y los fitatos presentes en los vegetales tienen una baja absorción intestinal. Debido a su importancia para la salud, el mantenimiento de la homeostasis del P inorgánico extracelular es fundamental. El P dietético es abundante en la dieta occidental, donde a menudo se agrega a los alimentos ultraprocesados como conservante. Es importante considerar que la hiperfosfatemia se asocia con consecuencias adversas para la salud, como la calcificación de las arterias coronarias, el deterioro de la función renal y el envejecimiento prematuro debido a cambios metabólicos. Por otro lado, la hipofosfatemia puede provocar pérdida ósea por resorción y puede causar insuficiencia cardíaca y respiratoria. Por lo tanto, el mantenimiento de niveles plasmáticos adecuados de P es un requisito esencial para la salud (Serna y Bergwitz, 2020; Wagner, 2024).

La carne no se considera una fuente principal de Ca en la dieta, pero aporta pequeñas cantidades que pueden contribuir al requerimiento diario, especialmente en dietas con múltiples fuentes alimentarias (Leroy *et al.*, 2023). Respecto al contenido de Ca, el valor promedio encontrado en carne de guanaco fue de 1,96 mg%. Este contenido es similar a los reportados por Farfán y Sammán (2008) en carne de llamas en Argentina, con valores de 1,96 mg% en pierna y 2,07 mg% en paleta. Sin embargo, estos valores son notablemente inferiores a los reportados en CSA de Perú, con niveles en alpacas de 8,79 mg% en *L. thoracis* y de 10,7 mg% en *L. thoracis et lumborum*, y en llamas de 11,6 mg% en *L. thoracis*. Asimismo, el contenido en carne de guanaco es inferior a los observados en carnes de consumo habitual que presentan valores de 10 mg% en pollo, 11 mg% en cerdo, y 13 mg% en cordero y vaca (SARA, 2022), de acuerdo con los datos de la Tabla 2. Żmijewski *et al.* (2020) informaron un valor de 1,88 mg% en músculo *Semimembranosus* de gamo en el noreste de Polonia, semejante al valor promedio en guanaco; mientras que Cawthorn *et al.* (2020) encontraron valores mayores en carne de gamo de Sudáfrica, con niveles de 3,48 mg% en músculo *Biceps femoris* y 3,71 mg% en *L. thoracis et lumborum*. Por otro lado, otras especies de caza presentan mayores valores de Ca, con niveles

en faisán de 6,91 mg% en pechuga y 12,7 mg% en muslo (Flis *et al.*, 2020), y de 10,1 mg% en carne de iguana de Venezuela (Arenas de Moreno *et al.*, 2000), como se presenta en la Tabla 8.

En cuanto al contenido de Na, el promedio determinado en carne de guanaco fue de 56,8 mg%, un valor considerablemente menor en comparación con las carnes de otros CSA. Se informan contenidos en carne de alpaca entre 88,4 mg% en *L. thoracis* (Polidori *et al.*, 2007b) y 91,8 mg% en *L. thoracis et lumborum* (Salvá *et al.*, 2009), y en llama entre 70,0 mg% en paleta y 110 mg% en pierna (Farfán y Sammán, 2008). Además, los contenidos de Na encontrados en los cortes de guanaco son semejantes a los informados en ciervo rojo con un valor de 51,9 mg% en *L. thoracis* (Soriano *et al.*, 2020) y en gamo con 59,6 mg% en *L. thoracis et lumborum* (Żmijewski *et al.*, 2020), pero mayores a los reportados por otros autores en pechuga de faisán con 27,6 mg% (Flis *et al.*, 2020) y en *Biceps femoris* de gamo con 43,3 mg% (Cawthorn *et al.*, 2020). En comparación con las carnes convencionales, el contenido de Na en cortes de guanaco resulta inferior, con valores de 61 mg% en vaca, 74 mg% en cordero y 75 mg% en pollo; siendo semejante al contenido de 57 mg% en cerdo (SARA, 2022). Esto indica que la carne de cordero aporta un 7% menos de Na que la carne de vaca, un 23% menos que la carne de cordero y un 24% menos que la carne de pollo. Para los adultos, la OMS recomienda una ingesta de Na inferior a 2000 mg/día (OMS, 2023). En este sentido, el consumo de 100 g de carne de guanaco cubre tan solo un 2,84% de dicha ingesta, esto significaría un beneficio ya que las dietas ricas en Na y bajas en K se relacionan con resultados adversos para la salud, incluido el aumento de la tensión arterial y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares. El Na es el catión extracelular más importante del cuerpo, necesario para el mantenimiento del volumen plasmático, el equilibrio ácido-básico, la transmisión del impulso nervioso y el funcionamiento normal de las células. Su deficiencia es extremadamente improbable en individuos sanos. Por el contrario, entre los adultos, la ingesta media mundial es de 4310 mg/día, esto es más del doble de lo que recomienda la OMS. Los factores que más determinan el consumo de Na en la dieta dependen del contexto cultural y de los hábitos dietéticos de la población. Se encuentra de manera natural en muchos alimentos, como la leche, la carne y los mariscos. Suele encontrarse en grandes cantidades en alimentos elaborados, así como en condimentos (por ejemplo, en la soja y la salsa de pescado). También se encuentra en el glutamato de sodio, utilizado como aditivo alimentario. La OMS recomienda disminuir la ingesta media de Na de la población mediante estrategias eficaces y seguras, como la promoción del consumo principalmente de alimentos frescos y mínimamente procesados, para reducir la hipertensión y la carga de enfermedad asociada (Mente *et al.*, 2021; OMS, 2023).

El nivel promedio de K en la carne de guanaco de 159 mg% es inferior que los contenidos en carnes de otros CSA, con niveles en el músculo *L. thoracis* entre 411 mg% en alpaca y 447 mg% en llama (Polidori *et al.*, 2007b), así como en carnes rojas de consumo habitual, tal como se observa en la Tabla 2, con niveles entre 238 mg% en pollo y 319 mg% en

cerdo (SARA, 2022). Asimismo, los niveles de K en guanaco son inferiores a los encontrados en otras carnes de especies silvestres, con contenidos en el rango entre 266 mg% en iguana (Arenas de Moreno *et al.*, 2000) y 387 mg% en músculo *Semimembranosus* de gamo (Żmijewski *et al.*, 2020). El K es el principal catión del líquido intracelular que desempeña un papel vital en numerosas funciones celulares, como la homeostasis de fluidos, la contracción muscular, el impulso nervioso y la reducción de la presión arterial. Una adecuada ingesta de K ayuda a contrarrestar los efectos negativos del Na y se asocia con un menor riesgo de hipertensión arterial, lo que a su vez disminuye el riesgo de accidente cerebrovascular y enfermedad cardiovascular. La relación Na/K de los alimentos es un marcador importante de calidad nutricional y, en este sentido, una relación menor a 1 se considera beneficiosa para la salud. Las carnes frescas presentan una proporción más favorable que las carnes curadas o embutidas, donde el exceso de Na puede superar ampliamente el contenido natural de K, debido al agregado de sal y otros aditivos conservantes (McLean y Wang, 2021; Farapati *et al.*, 2025). En el caso de la carne de guanaco estudiada, la relación Na/K es de 0,36, un valor que la posiciona como una opción saludable dentro del grupo de carnes rojas. Esta baja relación sugiere un contenido relativamente elevado de K en comparación con el Na, lo que podría contribuir positivamente al perfil cardiovascular de la dieta, especialmente en poblaciones con alta ingesta de Na o riesgo de hipertensión.

Se puede observar que el contenido promedio de Mg de 4,93 mg% en carne de guanaco es marcadamente inferior a los niveles en carnes de llama y alpaca, que se detallan en la Tabla 12, entre 22,6 mg% en pierna de llama (Farfán y Sammán, 2008) y 33,8 mg% en *L. thoracis et lumborum* de alpaca (Salvá *et al.*, 2009). Inclusive este valor es mucho menor que en carnes tradicionales, con valores entre 17 mg% en vaca y 23 mg% en pollo (SARA, 2022) y que en carnes de especies silvestres, con niveles desde 20,2 mg% en muslo de faisán (Flis *et al.*, 2020) y 27,3 mg% en *Biceps femoris* de gamo (Cawthorn *et al.*, 2020). Aunque la carne no es una fuente principal de Mg en la dieta, comparada con alimentos como las semillas, frutos secos o vegetales de hoja verde, su consumo contribuye al aporte total, especialmente en contextos donde el consumo de vegetales, legumbres y cereales integrales es bajo (Fiorentini *et al.*, 2021).

El Fe presentó un promedio de 2,37 mg% en carne de guanaco, superior al contenido reportado en carnes de consumo habitual, siendo de 0,89 mg% en cerdo, 1,03 mg% en pollo, 1,43 mg% en cordero y 2,07 mg% en vaca (SARA, 2022). Asimismo, los valores determinados son similares al contenido de 2,68 mg% reportado en pierna de llama argentina (Farfán y Sammán, 2008) y de 2,69 mg% en músculo *L. thoracis et lumborum* de alpaca (Salvá *et al.*, 2009), pero inferiores a los reportados por Polidori *et al.* (2007b) en músculo *L. thoracis* de alpaca con 3,03 mg% y llama con 3,26 mg%, así como en paleta de llama argentina con 3,06 mg% (Farfán y Sammán, 2008). Por otro lado, el nivel de Fe en guanaco igualmente es superior a los contenidos de 1,74 mg% en pechuga de faisán (Flis *et al.*, 2020) y de 1,93 mg% en carne

de iguana (Arenas de Moreno *et al.*, 2000), pero menor al contenido en otras carnes de caza como el valor de 3,38 mg% en *L. thoracis et lumbrorum* de corzo en el noreste de Alemania (Dannenberger *et al.*, 2013), 4,32 mg% en *L. thoracis et lumbrorum* de gamo (Cawthorn *et al.*, 2020) y 5,44 mg% en *L. thoracis* de ciervo rojo (Soriano *et al.*, 2020), conforme a los datos de la Tabla 8.

También se puede observar que el contenido de Zn promedio en carne de guanaco fue de 1,64 mg%, similar al valor de 1,60 mg% reportado en pierna de llama en Argentina (Farfán y Sammán, 2008), pero algo inferior que en carne de CSA de Perú, al comparar valores en *L. thoracis* de 3,87 mg% y 4,44 mg% en alpaca y llama, respectivamente (Polidori *et al.*, 2007b). Asimismo, en carnes rojas de consumo habitual, los valores de Zn son superiores, según lo presentado en la Tabla 2, siendo de 2,27 mg% en cerdo, 3,67 mg% en cordero y 4,82 mg% en vaca; pero menor en carne de pollo con un contenido de 1,19 mg% (SARA, 2022). Otras carnes de caza de especies silvestres presentan mayores niveles de Zn, con contenidos de 3,93 mg% en *L. thoracis et lumbrorum* de corzo (Dannenberger *et al.*, 2013), 5,21 mg% en *Biceps femoris* de jabalí en Macedonia del Norte (Lénárt *et al.*, 2023) y 7,90 mg% en *L. thoracis* de ciervo rojo (Soriano *et al.*, 2020).

Tal como se mencionó anteriormente, la carne es reconocida como una fuente valiosa de minerales esenciales, destacándose especialmente por su aporte de Fe y Zn. Estos micronutrientes no solo se encuentran en concentraciones relativamente elevadas en la carne, sino que además presentan una alta biodisponibilidad en comparación con otras fuentes alimentarias, como los vegetales o los cereales, donde suelen estar ligados a compuestos que dificultan su absorción (Juárez *et al.*, 2021). En particular, debido a su significativo aporte de Fe y Zn, la carne de guanaco se perfila como una alternativa nutricional relevante dentro de las carnes magras de origen silvestre. El consumo de una porción de 100 g de esta carne permite cubrir el 23% de los requerimientos diarios de Zn y el 17% de Fe, con una biodisponibilidad del 10% para ambos elementos, considerando la IDR para cada mineral en varones adultos (FAO, 2002). La inclusión de carne de guanaco en la dieta puede, por lo tanto, contribuir significativamente a mejorar la ingesta de Fe y Zn, especialmente en poblaciones con riesgo de deficiencia.

4.4. Contenido de vitaminas

Las vitaminas son un grupo diverso de sustancias orgánicas que desempeñan funciones vitales en la salud y el rendimiento humano. Son necesarias para numerosos procesos bioquímicos y, aunque se requieren en pequeñas cantidades, su deficiencia puede causar graves problemas de salud. Es importante que los alimentos contengan una cantidad suficiente de vitaminas, pero también que estén biodisponibles, es decir, que sean absorbidas por el cuerpo

humano tras su ingesta (Bender, 2019). La Tabla 27 muestra los resultados correspondientes al contenido de vitaminas A, E, B2 y B6 en los cortes lomo y peceto de la carne cruda de guanaco, determinado durante el año de muestreo 2022. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre ambos cortes para ninguna de las vitaminas analizadas.

Tabla 27. Contenido de vitaminas A, E, B2 y B6 en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Corte	Vitamina A (μ g)	Vitamina E (mg)	Vitamina B2 (mg)	Vitamina B6 (mg)
Lomo	21,4 ^a \pm 4,00	0,260 ^a \pm 0,051	0,036 ^a \pm 0,001	0,203 ^a \pm 0,003
Peceto	15,2 ^a \pm 3,00	0,333 ^a \pm 0,069	0,032 ^a \pm 0,002	0,174 ^a \pm 0,003

Superíndices iguales en la misma columna indican que no existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$).

En productos de origen animal, la vitamina A se encuentra principalmente en su forma preformada, como retinol y ésteres de retinilo, almacenada sobre todo en el hígado y en menor proporción en los músculos. Esta forma es más fácilmente absorbida y utilizada por el organismo que los carotenoides provitamina A presentes en vegetales (McEldrew *et al.*, 2025). El contenido promedio de vitamina A en carne de guanaco fue de 18,3 μ g%, similar al valor reportado por Salvá *et al.* (2009) en alpacas de Perú, con 17,0 μ g% en el músculo *L. thoracis et lumborum*, como se muestra en la Tabla 13. En comparación a las carnes rojas tradicionales, según se detalla en la Tabla 3, la carne de guanaco muestra un aporte considerablemente mayor de esta vitamina, considerando los valores informados de 1 μ g% en cerdo y 3 μ g% en carne vacuna; inclusive supera al contenido en carne de pollo, cuyo valor es de 13 μ g% (SARA, 2022), aportando un 41% más de vitamina A. Estos resultados posicionan a la carne de guanaco como una alternativa nutricionalmente valiosa, especialmente en dietas orientadas a mejorar la ingesta de micronutrientes esenciales como la vitamina A, fundamental para la salud visual, el sistema inmunológico y el mantenimiento de tejidos epiteliales (Carazo *et al.*, 2021).

El contenido de tocoferoles de la carne es un parámetro relevante, ya que niveles más elevados mejoran la calidad general de la carne, tanto en términos de apariencia como de valor nutricional. Entre ellos, el α -tocoferol es el isómero con mayor actividad biológica y el más abundante en los tejidos animales. Su acción antioxidante se manifiesta principalmente a través de la inhibición de la oxidación de pigmentos y ácidos grasos, lo que contribuye a preservar el color característico de la carne durante el almacenamiento y, en consecuencia, obtener productos cárnicos con una vida útil más prolongada (Amaral *et al.*, 2018). En cuanto a la vitamina E, el contenido promedio determinado en guanaco fue de 0,297 mg%, superior al valor de 0,031 mg% informado en alpacas de Perú (Salvá *et al.*, 2009); pero inferior a los valores reportados en alpacas de Australia, con un contenido de 0,540 mg% en el músculo *L. thoracis et lumborum* y 0,610 mg% en el músculo *Adductor femoris* (Smith *et al.*, 2019), como se puede

apreciar en la Tabla 13. También se registraron valores mayores de esta vitamina en otras especies silvestres, de acuerdo con los datos presentados en la Tabla 9, con niveles entre 0,463 mg% en *L. thoracis et lumborum* de jabalí (Dannenberger *et al.*, 2013) y 0,980 mg% en muslo de perdiz roja (Antunes *et al.*, 2019). Se ha demostrado que los animales pueden incorporar vitamina E de forma natural a la carne mediante el consumo de pasturas verdes. Descalzo *et al.* (2007) evaluaron las concentraciones de α -tocoferol en la carne vacuna en Argentina, proveniente de animales alimentados con diferentes dietas. En este estudio se reportaron concentraciones de α -tocoferol de 0,391 mg% el músculo *Longissimus* de novillos alimentados a pasto, y de 0,150 mg% en animales terminados a corral sin suplementación con vitamina E.

Respecto al contenido de vitamina B2 en carne de guanaco, el promedio determinado fue de 0,034 mg%, valor considerablemente inferior a los niveles en carnes tradicionales entre 0,134 mg% en pollo y 0,261 mg% en cordero (SARA, 2022), como se muestra en la Tabla 3. Asimismo, Soriano *et al.* (2020) reportaron un contenido aún mayor, con el valor de 0,400 mg% en *L. thoracis* de ciervo rojo, según lo consignado en la Tabla 9. La carne de guanaco presentó un contenido promedio de vitamina B6 de 0,189 mg%, superior al valor de 0,160 mg% informado para carne de cordero, pero inferior a los contenidos de 0,530 mg% en carne de cerdo, 0,510 mg% en carne de res y 0,410 mg% en carne de pavo (Menchú y Méndez, 2007). También, el contenido de vitamina B6 en carne de guanaco es superior al valor de 0,140 mg% determinado en el músculo *L. thoracis* de ciervo rojo (Soriano *et al.*, 2020), tal como se muestra en la Tabla 9. No se encontraron estudios que investiguen el contenido de vitaminas del grupo B en carne de CSA, por lo que los valores reportados en nuestro estudio marcan un precedente.

4.5. Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos correspondiente a los cortes lomo y peceto de la carne cruda de guanaco, analizado en el año de muestreo 2022, se detalla en la Tabla 28. Los ácidos grasos presentes en la carne poseen de 12 a 24 átomos de carbono (C12:0 – C24:0). Entre los AGS, el ácido palmítico (C16:0) y el ácido esteárico (C18:0) fueron los que se encontraron en mayor proporción. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el ácido láurico (C12:0) con concentraciones más elevadas en lomo, y para el ácido araquídico (C20:0) con mayor valor en peceto; mientras que para el ácido tridecanoico (C13:0) se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) con mayor proporción en lomo. Dentro de los AGM, el ácido vaccénico (C18:1n-7) presentó mayor proporción en ambos cortes. Se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para el ácido lauroleico (C12:1), el ácido miristoleico (C14:1) y el ácido gadoleico (C20:1n-11) con valores mayores en lomo, y para el ácido tridecenoico (C13:1) y el ácido pentadecenoico (C15:1) con valores mayores en peceto; mientras que para el ácido heptadecenoico (C17:1) se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con mayor

concentración en peceto. Respecto a los AGPI, el LA (C18:2n-6) y el ARA (C20:4n-6) fueron los predominantes. No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) para los AGPI entre los cortes.

El ácido graso más abundante en ambos cortes de la carne de guanaco fue el ácido esteárico (C18:0), con un valor de 19,9% en lomo y 18,1% en peceto, sin diferencias entre ambos cortes ($p > 0,05$). El ácido palmítico (C16:0) fue el segundo más abundante, con un valor de 17,9% en lomo y 17,2% en peceto, con diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre ambos cortes. Otros autores igualmente reportaron los AGS C16:0 y C18:0 como los más abundantes en carnes de CSA, pero con niveles más altos. Así, González *et al.* (2004) registraron valores de C18:0 en carne de guanacos del sur de Chile de 25,4% en el músculo *L. dorsi* y 26,0% en el músculo *Semimembranosus*; mientras que en llamas de Argentina, Chile, Bolivia y Perú se reportaron valores de C16:0 entre 22,0% en *L. thoracis et lumborum* y 27,2 en *L. lumborum* (Coates y Ayerza, 2004; Mamani-Linares y Gallo, 2013; Mamani-Linares y Gallo, 2014; Polidori *et al.*, 2007c; Salvá *et al.*, 2009).

El ácido graso insaturado más abundante en carne de guanaco fue el LA (C18:2n-6), con valores de 18,5% en lomo y 14,0% en peceto, sin diferencias estadísticas significativas entre ambos cortes ($p > 0,05$). Los valores de LA encontrados en carne de guanaco de la Patagonia argentina son considerablemente superiores a los reportados en carne de otros CSA, de acuerdo a los datos de la Tabla 14, en los que se informaron valores entre 2,20% en *L. dorsi* de llama (Coates y Ayerza, 2004) y 9,30% en *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004).

Es importante mencionar los porcentajes obtenidos en carne de guanaco de ARA (C20:4n-6), con valores de 5,74% en lomo y 6,33% en peceto, y de ALA (C18:3n-3), con valores de 2,18% en lomo y 1,31% en peceto. Asimismo, los AGPI n-3 de cadena larga se encontraron en ambos cortes, con valores de EPA (C20:5n-3) de 2,61% en lomo y 2,36% en peceto, DPA (C22:5n-3) de 2,05% en lomo y 2,36% en peceto, y DHA (C22:6n-3) de 1,68% en lomo y 2,45% en peceto, sin diferencias estadísticas significativas entre ambos cortes ($p > 0,05$) para cada ácido graso. Esto resalta el potencial nutricional de la carne de guanaco como fuente de ácidos grasos esenciales. En carne de llama se informaron valores de ARA inferiores, con un rango entre 0,28% en *L. dorsi* (Coates y Ayerza, 2004) y 1,78% en *L. thoracis et lumborum* (Polidori *et al.*, 2007c). Por su parte, González *et al.* (2004) reportaron mayores valores de ALA en guanacos, con valores de 3,50 en *L. dorsi* y 4,50 en *Semimembranosus*; mientras que en carne de llama se registraron contenidos inferiores, con valores de 0,53% en *L. dorsi* (Coates y Ayerza, 2004) y 1,75% en *L. thoracis et lumborum* (Salvá *et al.*, 2009), como se observa en la Tabla 14. Respecto de los AGPI n-3 de cadena larga, se informaron valores considerablemente inferiores en *L. lumborum* de llama, con un contenido de EPA de 0,41% (Mamani-Linares y

Gallo, 2014) y 0,65% (Mamani-Linares y Gallo, 2013), y valores de DPA de 0,48% (Mamani-Linares y Gallo, 2013).

Tabla 28. Perfil de ácidos grasos en cortes lomo y peceto del año 2022, expresado como porcentaje del total de ésteres metílicos de ácidos grasos (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Ácido graso	Lomo	Peceto	Ácido graso	Lomo	Peceto
C12:0	1,39 ^a \pm 1,02	0,35 ^b \pm 0,18	C18:3n-6	0,49 ^a \pm 0,09	0,85 ^a \pm 0,42
C12:1	2,41 ^{a*} \pm 2,06	0,17 ^{b*} \pm 0,04	C18:3n-3	2,18 ^a \pm 0,29	1,31 ^a \pm 0,34
C13:0	0,63 ^{a*} \pm 0,49	0,27 ^{b*} \pm 0,01	C20:0	0,46 ^a \pm 0,04	0,79 ^b \pm 0,18
C13:1	0,15 ^{a*} \pm 0,09	0,24 ^{b*} \pm 0,00	C20:1n5-8	0,19 ^a \pm 0,16	0,31 ^a \pm 0,08
C14:0	0,74 ^a \pm 0,23	0,82 ^a \pm 0,20	C20:1n-11	0,52 ^{a*} \pm 0,31	0,38 ^{b*} \pm 0,03
C14:1	2,19 ^{a*} \pm 0,00	1,02 ^{b*} \pm 0,43	C20:2n11-14	0,28 ^a \pm 0,00	0,02 ^a \pm 0,00
C15:0	0,48 ^a \pm 0,12	0,40 ^a \pm 0,33	C20:3n-3	0,09 ^a \pm 0,10	0,21 ^a \pm 0,14
C15:1	0,19 ^{a*} \pm 0,16	0,21 ^{b*} \pm 0,00	C20:3n-6	1,71 ^a \pm 0,18	1,94 ^a \pm 0,21
C16:0	17,9 ^a \pm 0,60	17,2 ^b \pm 4,15	C20:4n-6	5,74 ^a \pm 0,47	6,33 ^a \pm 0,61
C16:1n-7	1,86 ^a \pm 0,66	3,69 ^a \pm 1,68	C20:5n-3	2,61 ^a \pm 0,22	2,36 ^a \pm 0,28
C16:1n-9	1,87 ^a \pm 0,74	2,46 ^a \pm 0,65	C22:0	0,11 ^a \pm 0,00	0,21 ^a \pm 0,01
C17:0	0,80 ^a \pm 0,45	1,00 ^a \pm 0,33	C22:1	0,06 ^a \pm 0,00	0,03 ^a \pm 0,00
C17:1	0,24 ^a \pm 0,09	0,37 ^b \pm 0,45	C22:2	0,39 ^a \pm 0,25	1,34 ^a \pm 1,04
C18:0	19,9 ^a \pm 0,87	18,4 ^a \pm 2,81	C22:3	0,24 ^a \pm 0,00	0,39 ^a \pm 0,02
C18:1n-7	12,2 ^a \pm 2,12	18,1 ^a \pm 2,11	C22:5n-3	2,05 ^a \pm 0,18	2,36 ^a \pm 0,29
C18:1n-9	2,04 ^a \pm 0,08	1,79 ^a \pm 0,11	C22:6n-3	1,68 ^a \pm 1,10	2,45 ^a \pm 0,92
C18:2n-6	18,5 ^a \pm 0,97	14,0 ^a \pm 1,10	C24:0	0,08 ^a \pm 0,00	0,17 ^a \pm 0,00

Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), * indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

El tipo y la cantidad de ácidos grasos presentes en la carne son aspectos muy importantes debido a su influencia en la salud humana. Se ha demostrado que las dietas a base de pasturas naturales o forrajes frescos mejoran el perfil lipídico general de la carne. Particularmente, el ganado criado a pastura presenta en su carne una composición de AGS más favorable desde el punto de vista nutricional. Los AGS más perjudiciales, como el ácido mirístico (C14:0) y el ácido palmítico (C16:0), asociados a un efecto hipercolesterolémico con aumento de los niveles plasmáticos de LDL, tienden a encontrarse en mayores concentraciones en la carne de animales de engorde. En cambio, la carne de ganado de pastoreo contiene niveles más elevados de ácido esteárico (C18:0), un AGS que se considera neutro respecto a las concentraciones séricas de colesterol, ya que no eleva los niveles de LDL y puede ser

parcialmente transformado en ácido oleico (C18:1) en el organismo humano, un AGM que aumenta la actividad de los receptores de LDL y disminuye la concentración de colesterol en suero (Chen y Liu, 2020; Sellem *et al.*, 2022). Además, la carne de animales que se alimentan con pastos presenta una mayor concentración de ácido trans vaccénico (C18:1n7 trans-11), un AGM que actúa como precursor clave en la síntesis endógena de ácido CLA a través de la enzima delta-9 desaturasa para producir ácido ruménico (C18:2n-7 cis-9, trans-11), el principal isómero del CLA con efectos beneficiosos para la salud (Palmquist *et al.*, 2005). Asimismo, los sistemas de producción basados en pastoreo producen mayores concentraciones de CLA en la carne, junto con niveles más elevados de AGPI n-3 de cadena larga, como EPA, DPA y DHA, lo que lleva a una proporción de ácidos grasos n-6/n-3 más favorable. En contraste, los animales criados en sistemas de engorde a corral y alimentados principalmente con granos suelen presentar valores significativamente más bajos debido a la menor disponibilidad de precursores de ácidos grasos de la serie n-3 en las dietas ricas en cereales y concentrados, lo que afecta la composición de los lípidos en el tejido animal. Por lo tanto, los sistemas de producción son un factor clave que influye en el perfil de ácidos grasos de la carne, impactando directamente en su calidad nutricional y en los beneficios para la salud del consumidor (Terevinto *et al.*, 2019; Bautista-Martínez *et al.*, 2020; Ferrinho *et al.*, 2020).

Peripolli *et al.* (2025) evaluaron el efecto del sistema de alimentación en el perfil de ácidos grasos del músculo *L. thoracis* de novillos criados en el sur de Brasil. Los animales criados en pastura, en comparación con los novillos terminados en corral de engorde, mostraron mayores valores de ácido esteárico (19,5% vs. 18,0%), ácido oleico (37,1% vs. 34,9%), ácido vaccénico (2,03% vs. 1,88%), ALA (1,39% vs. 0,43%), CLA (0,65% vs. 0,31%) y EPA (0,69% vs. 0,26%). Asimismo, García *et al.* (2008a) midieron la composición de ácidos grasos en el músculo *L. dorsi* de novillos en Argentina, asignados a diferentes tratamientos dietarios. Los animales alimentados con pastos, a diferencia de los ejemplares terminados en *feedlot*, presentaron mayores niveles de ácido esteárico (13,1% vs. 10,8%), ALA (1,30% vs. 0,28%), CLA (0,72% vs. 0,31%), EPA (0,52% vs. 0,12%), DPA (0,70% vs. 0,30%), DHA (0,43% vs. 0,16%). En otro estudio, se determinaron las concentraciones de ácidos grasos del músculo *L. dorsi* de corderos criados en pastoreo en la región patagónica de Argentina, obteniendo valores de ácido esteárico de 16,1%, ácido trans vaccénico de 2,44%, ALA de 2,64%, EPA de 1,07%, DPA de 0,90% y DHA de 0,14% García *et al.* (2008b).

En general, la carne de guanaco analizada, presentó un perfil de ácidos grasos comparable a los reportados en carne de vaca y cordero provenientes de sistemas extensivos de pastoreo, con un contenido promedio de ácido esteárico de 19,0%, ALA de 1,75%, EPA de 2,49%, DPA de 2,21% y DHA de 2,07%. Además, el valor promedio de ácidos vaccénico de 15,2% fue notablemente superior al encontrado en las otras carnes. Estos resultados resaltan el

potencial nutricional de esta carne como fuente de lípidos funcionales beneficiosos para la salud.

En la Tabla 29 se muestran los contenidos de AGS, AGM y AGPI, los valores de AGPI de las series n-3 y n-6, así como las relaciones entre los contenidos n-6/n-3 y los contenidos AGPI/AGS y el IA, correspondientes a los cortes lomo y peceto de carne de guanaco obtenidos durante el año de muestreo 2022. El contenido de AGS fue significativamente mayor en el lomo ($p < 0,05$), mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los cortes en los valores de AGM, AGPI, ni en los ácidos grasos de las series n-3 y n-6. Las relaciones n-6/n-3 y AGPI/AGS tampoco presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en ambos cortes. Por su parte, el IA fue significativamente menor en el peceto ($p < 0,01$) en comparación con el lomo.

La carne de guanaco presentó un contenido de AGS de 42,1% en lomo y 39,0% en peceto, valores inferiores a los reportados para otras carnes de CSA, como se detalla en la Tabla 7. En estos casos, el contenido de AGS informados varía entre 43,7% en el músculo *L. lumbrorum* de llama (Mamani-Linares y Gallo, 2013) y 52,3% en el músculo *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). De manera similar, otras carnes de especies silvestres presentan contenidos de AGS superiores a los encontrados en la carne de guanaco, como se muestra en la Tabla 7, como un valor de 45,2% en el músculo *Semimembranosus* de ciervo rojo (Kasprzyk *et al.*, 2022) y 49,2% en el músculo *L. lumbrorum* de gamo (Kilar y Kasprzyk, 2021). En contraste, algunas carnes de caza muestran valores inferiores; por ejemplo, Sampels *et al.* (2023) informaron un contenido de 24,3% en *Triceps brachii* de jabalí, y Romanelli *et al.* (2008) reportaron un valor de 27,9% en muslo de ñandú. Respecto de las carnes tradicionales, la carne de cordero igualmente presenta un mayor contenido de AGS que la carne de guanaco, con un 48,2%, mientras que la carne de vaca presenta un contenido similar de 40,8%, y las carnes de cerdo y pollo presentan contenidos menores, con 33,2% y 24,8%, respectivamente, según los datos de la Tabla 1 (SARA, 2022).

Tabla 29. Contenido de ácidos grasos implicados en la salud humana, expresado en g/100 g (promedio±DE) de ácidos grasos totales, e índices de calidad nutricional de los cortes lomo y peceto de carne cruda de guanaco del año 2022 (n = 10).

Parámetro	Lomo	Peceto
AGS ¹	42,1 ^a ±0,88	39,0 ^b ±7,23
AGM ²	22,2 ^a ±3,00	27,8 ^a ±3,11
AGPI ³	35,7 ^a ±2,71	33,2 ^a ±4,25
AGPI/AGS	0,85 ^a ±0,06	0,88 ^a ±0,25
n-6 ⁴	26,4 ^a ±1,61	22,9 ^a ±1,98
n-3 ⁵	6,93 ^a ±0,35	6,24 ^a ±0,55
n-6/n-3	3,81 ^a ±0,11	3,67 ^a ±0,32
IA ⁶	0,39 ^{a*} ±0,01	0,35 ^{b*} ±0,13

Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas (p < 0,05), * indican diferencias estadísticas altamente significativas (p < 0,01).

$$^1\sum\text{AGS} = \text{C12:0} + \text{C13:0} + \text{C14:0} + \text{C15:0} + \text{C16:0} + \text{C17:0} + \text{C18:0} + \text{C20:0} + \text{C22:0} + \text{C24:0}$$

$$^2\sum\text{AGM} = \text{C12:1} + \text{C13:1} + \text{C14:1} + \text{C15:1} + \text{C16:1n-7} + \text{C16:1n-9} + \text{C17:1} + \text{C18:1n-7} + \text{C18:1n-9} + \text{C20:1n5-8} + \text{C20:1n-11} + \text{C22:1}$$

$$^3\sum\text{AGPI} = \text{C18:2n-6} + \text{C18:3n-6} + \text{C18:3n-3} + \text{C20:2 n11-14} + \text{C20:3n-3} + \text{C20:3n-6} + \text{C20:4n-6} + \text{C20:5n-3} + \text{C22:2} + \text{C22:3} + \text{C22:5n-3} + \text{C22:6n-3}$$

$$^4\sum\text{AGPI n-6} = \text{C18:2n-6} + \text{C18:3n-6} + \text{C20:3n-6} + \text{C20:4n-6}$$

$$^5\sum\text{AGPI n-3} = \text{C18:3n-3} + \text{C20:3n-3} + \text{C20:5n-3} + \text{C22:5n-3} + \text{C22:6n-3}$$

$$^6\text{IA} = (\text{C12:0} + 4 (\text{C14:0}) + \text{C16:0}) / (\text{AGM} + \text{AGPI})$$

Los cortes de carne de guanaco presentan un alto contenido de ácidos grasos insaturados, principalmente poliinsaturados con valores de 35,7% en lomo y 33,2% en peceto. El contenido de AGPI es considerablemente mayor respecto de otras carnes de CSA, como se observa en la Tabla 14, con valores entre 4,35% en *L. dorsi* de llama (Coates y Ayerza, 2004) y 13,8% en *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). En general, otras carnes de especies silvestres igualmente presentan menores contenidos de AGPI, según los datos de la Tabla 7, como el jabalí con 5,66% en el músculo *Triceps brachii* (Sampels *et al.*, 2023), la iguana con 15,8% de AGPI o el gamo con 18,3% en el músculo *L. lumborum* (Kilar y Kasprzyk, 2021). Por el contrario, la carne de liebre muestra un mayor contenido con 41,9% en el músculo *L. thoracis et lumborum* y 42,5% en el músculo *Biceps femoris* (Razmaitė y Šiukšcius, 2023). En carnes de consumo habitual los niveles de AGPI son mucho menores que los encontrados en la carne de guanaco, con valores de 4,24% en cordero, 5,54% en vaca, 11,7% en cerdo y 24,8% en pollo, de acuerdo a los datos que se informan en la Tabla 1 (SARA, 2022).

La relación AGPI/AGS es un indicador ampliamente utilizado para evaluar el impacto de los lípidos de la dieta en la salud cardiovascular. Se basa en la hipótesis de que todos los AGPI contribuyen a reducir los niveles de colesterol LDL y colesterol sérico total, mientras que

todos los AGS tienden a elevar los niveles de colesterol sérico. Por lo tanto, cuanto mayor sea este cociente, mayor será el efecto positivo desde el punto de vista nutricional (Chen y Liu, 2020). La carne de guanaco mostró una relación AGPI/AGS de 0,85 en lomo y 0,88 en pecheto, lo que representa un perfil lipídico beneficioso. Estos valores son considerablemente superiores a los informados en carne de otros CSA, como se observa en la Tabla 14, donde se reportan relaciones de 0,10 en músculo *L. dorsi* de llama (Coates y Ayerza, 2004) y 0,26 en músculos *L. dorsi* y *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). Asimismo, la relación AGPI/AGS en carnes de consumo frecuente es mucho menor que la encontrada en carne de guanaco, con valores de 0,09 en cordero, 0,22 en vaca, 0,35 en cordero y 0,61 en pollo (SARA, 2022). De manera similar, otras carnes no tradicionales también presentan valores inferiores, como es el caso del gamo que registra una relación de 0,38 en el músculo *L. lumbrorum* (Kilar y Kasprzyk, 2021), mientras que el corzo y el ciervo rojo alcanzan un valor de 0,60 en los músculos *Semimembranosus* y *L. lumbrorum*, respectivamente (Milczarek *et al.*, 2021; Kasprzyk *et al.*, 2022). En contraste, algunas especies silvestres presentan una mejor relación AGPI/AGS, de acuerdo a los datos de la Tabla 7; por ejemplo, el yacaré overo presenta un valor de 1,25 en el músculo *Iliioischiocaudalis* (Simoncini *et al.*, 2020) y la liebre de 1,34 en el músculo *Biceps femoris* (Razmaitė y Šiukšcius, 2023).

El corte lomo presentó un contenido de AGPI n-6 de 26,4% en lomo y 22,9% en pecheto. Estos valores son notablemente superiores respecto a otras carnes de CSA que se informan en la Tabla 14, con contenidos entre 3,39% en músculo *L. dorsi* de llama (Coates y Ayerza, 2004) y 9,30 en músculo *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). Igualmente, otras especies de caza muestran contenidos inferiores, como la iguana con un valor de 5,40% (Domínguez *et al.*, 2019a) y el gamo con 11,1% en *L. lumbrorum* (Kilar y Kasprzyk, 2021), tal como se observa en la Tabla 7. Asimismo, especies como el jabalí, la perdiz roja y el ñandú presentan contenidos de AGPI n-6 similares a los encontrados en carne de guanaco, con valores de 21,0% en *Triceps brachii*, 25,1% en pechuga y 28,8% en muslo, respectivamente (Sampels *et al.*, 2023; Antunes *et al.*, 2019; Romanelli *et al.*, 2008). Respecto del contenido de AGPI n-3, el corte lomo presentó un valor 6,93% y el corte pecheto de 6,24%. Otros CSA evidencian un contenido menor, como se muestra en la Tabla 14, con un rango entre 0,83% en *L. thoracis* y *lumbrorum* de llama (Polidori *et al.*, 2007) y 4,50% en *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004). De igual manera, otras especies silvestres presentan un contenido menor, como se puede apreciar en la Tabla 7; por ejemplo, Simoncini *et al.* (2020) informan un contenido de 2,70% en carne de yacaré overo, mientras que Sampels *et al.* (2023) reportan un valor de 1,96 en músculo *Triceps brachii* de jabalí. En contraste, la carne de ciervo rojo muestra un contenido mayor, con valores de 9,64% en *Semimembranosus* y 10,2 en *L. lumbrorum* (Kasprzyk *et al.*, 2022). Asimismo, otras cortes de carnes de caza contienen valores similares a los informados en

carne de guanaco, como es el caso de la perdiz roja con un valor de 6,80% en pechuga (Antunes *et al.*, 2019).

En cuanto a la relación n-6/n-3, se recomienda que el consumo se mantenga entre 5:1 y 10:1 (Yang *et al.* 2015). Sin embargo, estos valores difieren considerablemente de los observados en las dietas occidentales contemporáneas, caracterizadas por un elevado consumo de AGPI n-6, con una relación n-6/n-3 actual de 20–50:1. La proporción de ácidos grasos n-6/n-3 es crítica desde el punto de vista fisiológico, ya que el consumo excesivo de AGPI n-6 con una ingesta baja de AGPI n-3 está altamente asociado con la patogénesis de muchas enfermedades crónicas modernas relacionadas con la dieta. Las proporciones n-6/n-3 excesivamente altas se han asociado con un mayor riesgo de desarrollar enfermedades inflamatorias, patologías cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer; además, aumenta la resistencia a la insulina en el tejido muscular y favorecer la acumulación de lípidos en distintos órganos (Simopoulos, 2016; Kim y Kim, 2020; Mariamenatu y Abdu, 2021). En la carne de guanaco se observa una relación n-6/n-3 cercana a 4:1, con un valor de 3,81 en lomo y 3,67 en peceto. En general, las carnes de CSA presentan una relación n-6/n-3 cercana a las recomendaciones, con valores que oscilan entre 2,07 en músculo *Semimembranosus* de guanaco (González *et al.*, 2004) y 6,32 en músculo *L. dorsi* de llama (Coates y Ayerza, 2004), tal como se detalla en la Tabla 14. Las carnes de especies silvestres presentan una amplia variabilidad, con valores bajos de 1,34 en el músculo *Biceps femoris* de liebre (Razmaitė y Šiukšcius, 2023) y elevadas de 12,7 en el músculo *Triceps brachii* de jabalí (Sampels *et al.*, 2023), según los datos que se exponen en la Tabla 7. Por otro lado, algunas carnes no tradicionales muestran una relación n-6/n-3 marcadamente elevadas, como en el caso del yacaré overo, con un valor de 19,9 (Simoncini *et al.*, 2020) y del ñandú, con un valor de 31,3 (Romanelli *et al.*, 2008).

El IA caracteriza el potencial aterogénico de los AG (Ulbricht y Southgate, 1991). Indica la relación entre la suma de AGS y la suma de AG insaturados. Los principales AGS, que incluyen C12:0, C14:0 y C16:0, con excepción de C18:0, se consideran proaterogénicos ya que favorecen la adhesión de lípidos a células de los sistemas circulatorio e inmunológico. Los AG insaturados se consideran antiaterogénicos ya que inhiben la acumulación de placa y reducen los niveles de fosfolípidos, colesterol y AG esterificados. Por lo tanto, el consumo de alimentos con un IA menor puede reducir los niveles de colesterol total y LDL en el plasma sanguíneo humano (Chen y Liu, 2020). Valores del IA inferiores a 1 indican una buena calidad nutricional de la fracción lipídica del alimento, ya que la proporción de AG insaturados es mayor que la de AGS. En general, se consideran aceptables valores del IA inferiores a 1,5 (Cifuentes y Rincón, 2022; Roy *et al.*, 2022). En nuestro estudio, encontramos en la carne de guanaco un IA de 0,39 en lomo y 0,35 en peceto. En ambos cortes, los valores no superaron el límite máximo recomendado, lo que evidencia un perfil lipídico saludable y favorable para la salud del consumidor, desde el punto de vista de la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Como se ha mencionado previamente, los sistemas de producción y el tipo de alimentación de los animales influyen significativamente en el perfil de ácidos grasos de la carne (Terevinto *et al.*, 2019; Bautista-Martínez *et al.*, 2020; Ferrinho *et al.*, 2020). El estudio de García *et al.* (2008a) sobre dietas y razas representativas del sistema de producción de carne bovina en Argentina, reportó que la carne de ejemplares alimentados a pasto, en comparación con la carne de animales terminados en corral de engorde, presentó mayores porcentajes de AGS (38,4% vs. 35,3%) y ácidos grasos n-3 (2,95% vs. 0,86%), así como menores porcentajes de AGM (37,7% vs. 40,8%), AGPI (7,95% vs. 9,31%) y ácidos grasos n-6 (5,00% vs. 8,15%), y una menor relación n-6/n-3 (1,72 vs. 10,4). Estos resultados se asemejan a los reportados por Latimori *et al.* (2008) en la carne de novillos criados en la región Pampeana argentina con dieta basada únicamente en pasturas, que mostraron menor contenido de AGM (38,2% vs. 40,5%) y ácidos grasos n-6 (5,80% vs. 8,10%), mayor contenido de ácidos grasos n-3 (2,90% vs. 0,80%) y una relación n-6/n-3 significativamente menor (2,10 vs. 14,2) en comparación con la carne típica de producción intensiva. Por su parte, Realini *et al.* (2004) estudiaron novillos terminados en pastura o con concentrado para evaluar los efectos de la dieta sobre la composición de ácidos grasos y la calidad de la carne uruguaya. Los animales criados en pastoreo presentaron un mayor contenido de AGPI (9,96% vs. 6,02%) y un menor contenido de AGM (41,0% vs. 46,4%) respecto de los animales terminados en *feedlot*. Asimismo, la carne de pastura mostró una relación AGPI/AGS más favorable (0,20 vs. 0,13) y una relación n-6/n-3 menor (1,44 vs. 3,00). A su vez, García *et al.* (2008b) evaluaron los contenidos de ácidos grasos del músculo *L. dorsi* de corderos criados en pastos nativos de la Patagonia argentina, obteniendo valores de AGS de 39,8%, AGM de 28,1%, AGPI 13,9%, ácidos grasos n-6 9,23%, ácidos grasos n-3 4,62%, relación AGPI/AGS de 0,35 y relación n-6/n-3 de 1,99. Por otro lado, Peripolli *et al.* (2025) informaron que los novillos terminados en *feedlot* en el sur de Brasil presentaron valores más altos de AGS (49,5% vs. 48,1%) y ácidos grasos n-6 (7,44% vs. 5,58%) en comparación con los animales terminados en pasturas. Además, desde el punto de vista nutricional, se observó una relación n-6/n-3 más favorable (2,25 vs. 9,30) junto con un IA más bajo (0,65 vs. 0,74) en los animales terminados en pastoreo que en los animales de producción intensiva.

Estos estudios refuerzan la evidencia de que los sistemas de pastoreo promueven un perfil de ácidos grasos más beneficioso para la salud humana en comparación con los sistemas intensivos de engorde. En este contexto, la carne de guanaco, proveniente de animales silvestres que se alimentan exclusivamente en sistemas extensivos, representa una alternativa saludable. Los resultados demuestran que la especie posee un perfil lipídico destacado en comparación con otras carnes, tanto tradicionales como no convencionales, con altos niveles de AGPI y ácidos grasos n-3, relaciones AGPI/AGS y n-6/n-3 favorables, y un IA más bajo, posicionando a la carne de guanaco como una opción más saludable, alineada con las recomendaciones

nutricionales actuales orientadas a mejorar la calidad de la dieta y reducir el riesgo cardiovascular.

4.6. Perfil de aminoácidos

El perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto, expresado en g de aminoácido por 100 g de proteína de la carne cruda de guanaco, determinado en el año de muestreo 2022, se presenta en la Tabla 30. En general, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el contenido de aminoácidos entre ambos cortes, con excepción de los niveles de Ser ($p < 0,05$) y Phe ($p < 0,01$) que fueron más altos en lomo, y los niveles de Pro y Met que fueron más alto en el corte peceto ($p < 0,01$). El aminoácido encontrado en mayor proporción en ambos cortes fue el Glu, seguido por la Ser, la Arg y el Asp, todos aminoácidos no indispensables, cuya suma representó aproximadamente el 54% de los aminoácidos totales. En cuanto a los AAI en la carne de guanaco, la mayor proporción corresponde a la Leu, seguida por la Phe, la Lys y la Val, representando cerca del 67% del total de AAI y alrededor del 21% del total de aminoácidos.

Tabla 30. Perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en g por 100 g (promedio \pm DE) de proteína de la carne cruda de guanaco (n = 10).

Aminoácido			Aminoácido		
no indispensable	Lomo	Peceto	indispensable	Lomo	Peceto
Asp	7,96 ^a \pm 0,16	7,48 ^a \pm 0,23	Val	4,81 ^a \pm 0,09	4,57 ^a \pm 0,04
Glu	21,8 ^a \pm 0,21	21,4 ^a \pm 0,16	Met	3,04 ^a \pm 0,05	5,29 ^{b*} \pm 0,04
Ser	14,5 ^a \pm 0,89	14,4 ^b \pm 0,18	Ile	3,67 ^a \pm 0,07	3,44 ^a \pm 0,02
Gly	3,98 ^a \pm 0,17	3,53 ^a \pm 0,09	Leu	6,73 ^a \pm 0,14	6,36 ^a \pm 0,05
Arg	9,99 ^a \pm 0,07	10,0 ^a \pm 0,30	Phe	4,98 ^{a*} \pm 0,14	4,73 ^{b*} \pm 0,02
Ala	3,85 ^a \pm 0,08	4,13 ^a \pm 0,17	Trp	0,83 ^a \pm 0,08	0,79 ^a \pm 0,01
Pro	1,41 ^{a*} \pm 0,00	1,79 ^{b*} \pm 0,07	Lys	4,77 ^a \pm 0,12	4,61 ^a \pm 0,03
Tyr	2,35 ^a \pm 0,07	2,36 ^a \pm 0,02	His	2,42 ^a \pm 0,04	2,14 ^a \pm 0,11
Cys	0,87 ^a \pm 0,03	0,96 ^a \pm 0,02	Thr	2,91 ^a \pm 0,17	2,76 ^a \pm 0,13

Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$), *indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

La composición de aminoácidos de la carne de llama y alpaca se presenta en los estudios de Mamani-Linares y Gallo (2013) y Salvá *et al.* (2009), tal como se detalla en la Tabla 15. En los músculos *L. lumbrorum* de llama y *L. thoracis et lumbrorum* de alpaca igualmente se encontró el Glu como el aminoácido mayoritario, aunque con valores entre 14,9% y 16,6%,

siendo menores al contenido promedio de 21,5% determinado en carne de guanaco. Además, el contenido de Pro de 9,11% informado en carne de llama es superior al nivel promedio de 1,60% encontrado en carne de guanaco. Por su parte, los cortes lomo y peceto de guanaco presentaron mayor contenido de Ser, con un promedio de 14,5%, comparado a los valores de 4,16% en llama y 4,76% en alpaca. Entre los AAI en los músculos *Longissimus* de llama y alpaca, la mayor proporción corresponde a la Lys, con un valor de 11,7% y 11,1%, respectivamente, superior al contenido promedio de 4,69% determinado en carne de guanaco. Por otro lado, el contenido de Met promedio de 4,17% en carne de guanaco es mayor a los niveles de 2,59% en llama y 2,19% en alpaca (Mamani-Linares y Gallo, 2013; y Salvá *et al.*, 2009).

A fin de poder comparar los resultados con los valores reportados por otros autores, en la Tabla 31 se presenta el perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto, expresado en g de aminoácido por 100 g de carne cruda de guanaco, determinado en el año de muestreo 2022.

Tabla 31. Perfil de aminoácidos de los cortes lomo y peceto del año 2022, expresado en g por 100 g (promedio \pm DE) de carne cruda de guanaco (n = 10).

Aminoácido			Aminoácido		
no indispensable	Lomo	Peceto	indispensable	Lomo	Peceto
Asp	1,77	1,67	Val	1,07	1,07
Glu	4,84	4,77	Met	0,67	0,68
Ser	3,22	3,21	Ile	0,81	0,82
Gly	0,88	0,79	Leu	1,49	1,50
Arg	2,22	2,23	Phe	1,11	1,11
Ala	0,85	0,92	Trp	0,18	0,18
Pro	0,31	0,40	Lys	1,06	1,06
Tyr	0,52	0,53	His	0,54	0,54
Cys	0,19	0,21	Thr	0,65	0,65

En cuanto a las carnes de consumo habitual, la Lys es el AAI mayoritario, con valores de 0,98 g% en cerdo, 1,33 g% en cordero, 1,81 g% en pollo y 1,53 g% en vaca, de acuerdo a los datos de la Tabla 4 (Bello Gutiérrez, 2000). Las carnes de pollo, vaca y cordero muestran altos niveles de Lys en relación con el promedio de 1,06 g% encontrado en los cortes de carne de guanaco, como se observa en la Tabla 31. Además, el contenido de Phe promedio de 1,11 g% en lomo y peceto de guanaco es mayor a los niveles de 0,47 g% en cerdo, 0,67 g% en cordero, 0,81 g% en pollo y 0,72 g% en vaca (Bello Gutiérrez, 2000).

Respecto de otras carnes de especies silvestres, Kasprzyk (2024) analizó el perfil de aminoácidos de los músculos *L. lumbrorum* y *Semimembranosus* de ciervos rojos originarios de

una zona de alimentación forestal en la parte noreste de Polonia. Los aminoácidos presentes en los niveles más altos en ambos músculos incluyeron Glu, Asp, Lys y Leu, con valores de Glu de 3,29 g% y 3,40 g%, Asp de 1,78 g% y 1,84 g%, Lys de 1,80 g% y 1,81 g%, y de Leu con 1,48 g% y 1,51 g% en *L. lumbrorum* y *Semimembranosus*, respectivamente. Al comparar con la carne de guanaco, se observa que los valores de Glu son inferiores al promedio de 4,81 g% determinado, mientras que los valores de Lys son superiores al promedio de 1,06 g%; en cuanto a Asp y Leu, sus valores son similares a los promedios de 1,72 g% y 1,50 g% encontrados en carne de guanaco, respectivamente.

La principal razón de las diferencias en la proporción de aminoácidos podría deberse a la raza, edad del animal y localización del músculo. Varios aminoácidos (Val, Ile, Phe, Arg y Met) aumentan en los músculos a medida que los animales envejecen, pero también con la aplicación de calor (Popova *et al.*, 2021).

El consumo de AAI, que no pueden ser sintetizados por el organismo humano, resalta la importancia de incorporar fuentes proteicas equilibradas a través de la alimentación. Además, el contenido de aminoácidos desempeña un papel importante en el desarrollo de los compuestos de sabor y las características sensoriales de la carne durante la cocción, lo que resalta la importancia de la composición de aminoácidos para la aceptación de la carne por parte de los consumidores (Juárez *et al.*, 2021).

4.7. Calidad proteica

Las medidas de la calidad proteica predicen la cantidad de aminoácidos de un alimento que potencialmente puede utilizarse para cubrir los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos para el crecimiento y el mantenimiento en personas de diferentes edades y estados fisiológicos (Moughan y Lim, 2024).

El CS constituye un método rápido y sencillo para evaluar la calidad de una proteína de estudio, comparando su composición de AAI con la cantidad del mismo aminoácido en una proteína de referencia (FAO/WHO, 1991). Entre las puntuaciones obtenidas para cada uno de los nueve AAI, la más baja se conserva como el CS que cuantifica el grado de los efectos del AAL, es decir, aquel AAI que se encuentra en menor proporción relativa en la proteína analizada respecto al patrón de referencia de requerimientos. Un $CS \geq 100$ indica que la proteína contiene una mayor proporción de AAI, siendo de mayor calidad para el organismo humano (Gaudichon, 2024). En la Tabla 32 se presenta el perfil de AAI y el CS de la carne cruda de guanaco, en función de los requerimientos del preescolar (FAO/WHO, 1991). En este caso, la Lys se identificó como el primer AAL, con un valor de CS de 82%, seguido por la Thr con un CS de 90%. Estos resultados sugieren que, si bien la proteína de guanaco presenta un perfil adecuado, no alcanza a cubrir completamente las necesidades de AAI en este grupo etario más

exigente. No obstante, es importante considerar que esta carne no se plantea como un alimento único en la dieta, sino como una alternativa proteica que se integraría en un esquema alimentario variado, complementándose con otros alimentos que contribuyan a cubrir los requerimientos de AAI. Por su parte, Kasprzyk (2024) realizó la evaluación del valor nutricional de la proteína de ciervo rojo mediante el CS, calculado a partir del contenido de AAI de la proteína de los músculos *L. lumborum* y *Semimembranosus* en relación con el requerimiento del adulto para el estándar de proteína de FAO/WHO (1991). Todos los CS calculados fueron superiores a 100, observando el valor más bajo de CS para Met + Cys en ambos músculos. La diferencia entre ambos estudios se asocia al grupo etario de referencia empleado para el cálculo, ya que los requerimientos de AAI son proporcionalmente más altos en preescolares que en adultos, lo cual tiende a reducir el valor del CS cuando se usa este patrón, como es el caso de nuestro estudio.

Tabla 32. Perfil de aminoácidos indispensable, expresado en mg AAI/g proteína, y puntaje químico de la carne cruda de guanaco.

	Composición promedio de AAI								
	His	Ile	Leu	Lys	Met + Cys	Phe + Tyr	Thr	Trp	Val
Carne de guanaco	23	36	65	47	51	72	28	8,1	47
Requerimiento preescolares*	20	32	66	57	27	52	31	8,5	43
CS	115	113	98	82	189	138	90	95	109

*FAO/WHO (1991), AAI = aminoácido indispensable, CS = puntaje químico.

Actualmente, la DIAAS es el método más recomendado para evaluar la calidad nutricional de las proteínas de los alimentos. Se basa en el contenido de AAI y su digestibilidad a nivel ileal, proporcionando una valoración más precisa que otros métodos (Moughan y Lim, 2024). La proteína de la carne cruda de guanaco presentó un valor de DIAAS de 0,82, calculada teniendo en cuenta las necesidades de AAI del preescolar (FAO/WHO, 1991), tal como se muestra en la Tabla 33. Este resultado indica que se trata de una proteína de buena calidad, aunque no clasifica como de alta calidad (DIAAS \geq 1,00) según los criterios de la FAO (2013). Asimismo, la Lys fue identificada como el primer AAL, es decir, el AAI presente en menor proporción relativa respecto a los requerimientos humanos de referencia. En este sentido, la incorporación de otros alimentos naturalmente ricos en Lys, como huevos y legumbres, podría contribuir a complementar el perfil de AAI de la dieta (Abarca *et al.*, 2024).

Tabla 33. Perfil de aminoácidos indispensable, expresado en mg AAI/g proteína, y puntuación de aminoácidos indispensables digeribles de la carne cruda de guanaco.

Composición promedio de AAI	Carne de guanaco	Requerimiento preescolares¹	DIAAS	CDIR²
His	23	20	1,14	0,99
Ile	36	32	1,11	0,99
Leu	65	66	0,98	1,00
Lys	47	57	0,82	0,99
Met + Cys	51	27	1,87	0,99
Phe + Tyr	72	52	1,37	0,99
Thr	28	31	0,90	1,00
Trp	8,1	8,5	0,94	0,99
Val	47	43	1,08	0,99

Fuente: ¹FAO/WHO, 1991; ²Moughan y Wolfe, 2019. AAI = aminoácido indispensable, DIAAS = puntuación de aminoácidos indispensables digeribles, CDIR = coeficiente de digestibilidad ileal real.

En carnes de consumo habitual, Hodgkinson *et al.* (2018) analizaron el efecto de diferentes procesos de cocción sobre la calidad proteica de la carne bovina. La carne cruda tuvo un valor de DIAAS de 0,97 y la Val fue el primer AAI, utilizando el patrón de referencia del preescolar de FAO/WHO (1991). El valor de DIAAS fue mayor para los tratamientos de carne hervida a 80 °C y frita a 186 °C (0,99 y 0,98, respectivamente) y menor para la carne asada a la plancha a 225 °C (0,91) o al horno a 160 °C (0,80). El rango de DIAAS entre 0,80–0,99 en las diferentes condiciones de cocción confirma que la carne bovina es una fuente de proteína de buena calidad. El procesamiento térmico afecta la estructura tridimensional de las proteínas, lo que puede afectar la digestibilidad de los aminoácidos y, por lo tanto, la calidad proteica general de la carne (Yu *et al.*, 2017). En esta línea, Bailey *et al.* (2020) evaluaron el efecto de la cocción sobre la calidad proteica de la carne de cerdo, observando que el lomo de cerdo cocido a 63 °C presentó un valor de DIAAS de 1,29, determinada considerando los requerimientos de AAI del preescolar; mientras que los lomos cocidos a 68 °C y 72 °C presentaron un menor valor de DIAAS de 1,09. La carne de cerdo puede describirse, entonces, como una fuente de proteínas de alta calidad. El primer AAI fue la Val, independientemente de la temperatura de cocción.

4.8. Propuesta de rótulo nutricional

El estudio sobre la calidad nutricional de la carne de guanaco de la Patagonia argentina permite promover el aprovechamiento de este recurso a través de su uso sustentable, con el fin de ofrecer una fuente alternativa de nutrientes para el consumo humano. En la Tabla 34 se

presenta una propuesta del rótulo nutricional de la carne cruda de guanaco envasada, según los lineamientos del Capítulo V del CAA para la rotulación de alimentos (CAA, 2025b), con el objetivo de facilitar el conocimiento de las propiedades nutricionales a los posibles consumidores, en comparación a otra carne de consumo habitual como pueden ser los cortes semigrasos del ganado vacuno. En este caso, se utilizó el promedio de los nutrientes en ambos cortes de carne de guanaco, dado que prácticamente no se encontraron diferencias significativas entre lomo y peceto, tal como se muestra en las Tablas 17, 18, 19, 22, 23, 26 y 27.

Tabla 34. Comparación de rótulos nutricionales de los cortes de carne cruda de guanaco y vaca.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL				
Porción: 100 g (1 bife sin hueso)				
	Guanaco		Vaca	
	Cantidad por porción	% VD (*)	Cantidad por porción	% VD (*)
Valor energético	92 kcal = 385 kJ	5	174 kcal ¹ = 728 kJ	9
Carbohidratos	1,1 g	0	0 g ¹	0
Azúcares totales	0 g	-	0 g ¹	-
Azúcares añadidos	0 g	-	0 g ¹	-
Proteínas	22 g	29	21 g ¹	28
Grasas totales	0 g	0	10 g ¹	18
Grasas saturadas	0 g	0	4,1 g ¹	19
Grasas trans	0 g	-	0 g ¹	-
Colesterol	51 mg	-	66 mg ¹	-
Fibra alimentaria	0 g	0	0 g ¹	0
Sodio	57 mg	2	61 mg ¹	3
Vitamina B6	0,19 mg	15	0,51 mg ²	39
Hierro	2,4 mg	17	2,1 mg ¹	15
Zinc	1,6 mg	23	4,8 mg ¹	69
Fósforo	286 mg	41	194 mg ¹	28

(*) % Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas.

Fuente: ¹SARA, 2022; ²Menchú y Méndez, 2007.

La carne de guanaco se destaca por su bajo aporte calórico y su perfil nutricional favorable en comparación con otras carnes tradicionales. En particular, aporta un 47% menos de kilocalorías, un 23% menos de colesterol y un 7% menos de sodio que la carne de vaca, que constituye la principal fuente de carne roja en la dieta de la población argentina. Además, puede declararse “cero” o “no contiene” en grasas totales y grasas saturadas, ya que las cantidades

presentes en la carne de guanaco cumplen con la condición de cantidades no significativas. En cuanto al contenido proteico, ambas carnes son fuentes de proteínas de buena calidad, con un contenido muy similar; sin embargo, la carne de guanaco aporta más proteínas en relación con las kilocalorías totales, es decir, presenta una mayor densidad proteica, lo que significa que por cada caloría consumida, el guanaco ofrece más cantidad de proteínas que la vaca. Estas características posicionan a la carne de guanaco como una fuente alternativa de proteína animal magra, con beneficios potenciales en la prevención de enfermedades cardiovasculares y metabólicas como la obesidad, la hipertensión y las dislipemias, que se asocian con un consumo elevado de grasas saturadas, colesterol y sodio.

Resulta imprescindible implementar un estricto control bromatológico, tanto durante el proceso de faena como en las condiciones de comercialización de la carne de guanaco, para garantizar la seguridad al momento de adquirir el producto y, por otro lado, brindar al consumidor la información sobre el alimento que está incorporando a su dieta. En este marco, es necesario avanzar en el fortalecimiento del marco regulatorio y los mecanismos de control oficial aplicables a la carne de guanaco, en articulación con lo establecido en el CAA y la normativa sanitaria vigente. Bajo este enfoque, se recomienda promover lineamientos específicos que contemplen las particularidades a lo largo de toda la cadena de producción de la especie en las provincias patagónicas, estableciendo criterios claros de habilitación, inspección veterinaria y control microbiológico, bajo la supervisión del SENASA y las autoridades sanitarias jurisdiccionales competentes, a fin de asegurar condiciones de inocuidad y la trazabilidad de esta carne como alternativa proteica segura dentro del mercado formal.

4.9. Identificación de la proteína

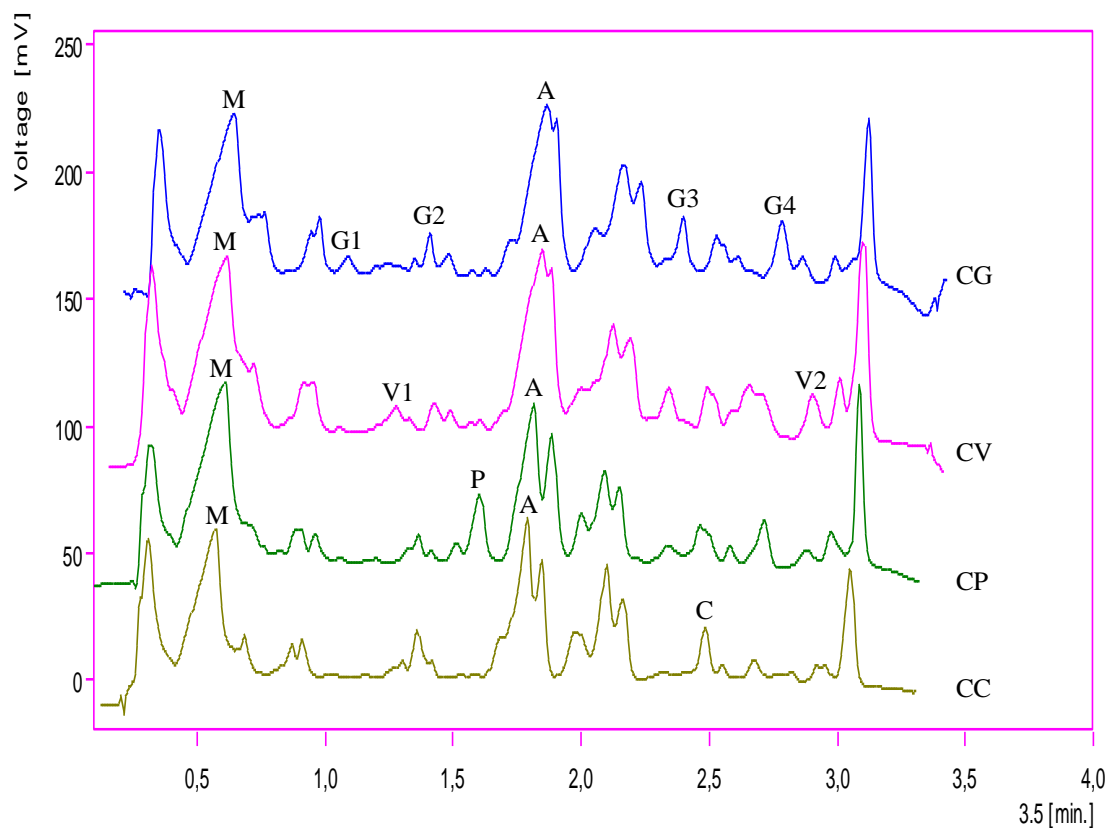
El CAA, en su capítulo VI, permite en la elaboración de distintos tipos de embutidos y chacinados el empleo de diferentes especies cárnicas o bien mezclas de las mismas, las cuales deben estar declaradas en la lista de ingredientes. Queda prohibido adicionar a los alimentos sustancias o ingredientes (aditivos) que no estén expresamente admitidos para cada caso por el Código (CAA, 2025a). El no cumplimiento de la información declarada en el rótulo de un producto alimenticio representa un fraude hacia el consumidor. En ocasiones, este fraude puede tener implicaciones económicas, como sucede cuando se sustituyen materias primas de alto costo por otras más económicas. Además, podría tener consecuencias perjudiciales para la salud del consumidor aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. El uso de herramientas analíticas adecuadas es relevante a la hora de detectar fraude en los alimentos (Escobar *et al.*, 2023). Es necesario disponer de metodologías accesibles que posibiliten la identificación de las especies cárnicas empleadas en la elaboración de productos cárnicos, con el objetivo de detectar y prevenir posibles adulteraciones. La electroforesis SDS-PAGE se ha

utilizado para la detección y cuantificación de diferentes especies cárnicas (vacuna, porcina, pollo y pavo) en productos crudos y cocidos (Ekici, 2008; López *et al.*, 2009; Daguer *et al.*, 2010; López *et al.*, 2010; López *et al.*, 2011; Hermanto *et al.*, 2022). Esta metodología se propone como método de *screening* para el análisis de productos cárnicos para verificar el origen de las especies cárnicas utilizadas en la formulación (López *et al.*, 2011).

En la actualidad, la provincia de Chubut cuenta con áreas donde está presente el guanaco en forma silvestre, pero cazadores limitan la vida libre de la especie y proceden a vender su carne en forma clandestina en comercios o particulares, en forma de pieza entera o bien en chacinados o embutidos mezclado con otras carnes, ya sean vacunas o porcinas. La identificación por SDS-PAGE de la proteína de carne de guanaco en sistemas modelos de mezclas con otras especies cárnicas permitiría detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos.

En el Gráfico 12 se presentan los densitogramas correspondientes a las proteínas totales de carnes de guanaco, vaca, pollo y cerdo, separadas por SDS-PAGE. Se incluyen estas especies cárnicas por ser las más utilizadas en la elaboración de chacinados o embutidos. Si bien cada una de estas muestras presenta un patrón común, por ejemplo, por la presencia de miosina (M) y actina (A), hay diferentes picos que resultan característicos de cada especie cárnica. En el densitograma de carne de guanaco se señalan los picos G1 de 89,6 kD; G2 de 69,5 kD; G3 de 29,8 kD y G4 de 22,1 kD. En el densitograma de carne vacuna se señalan los picos V1 y V2; en el de pollo se señala el pico P y en el de carne de cerdo se señala el pico C. La posición de estos picos característicos permite distinguir el origen de las especies cárnicas detectadas por electroforesis.

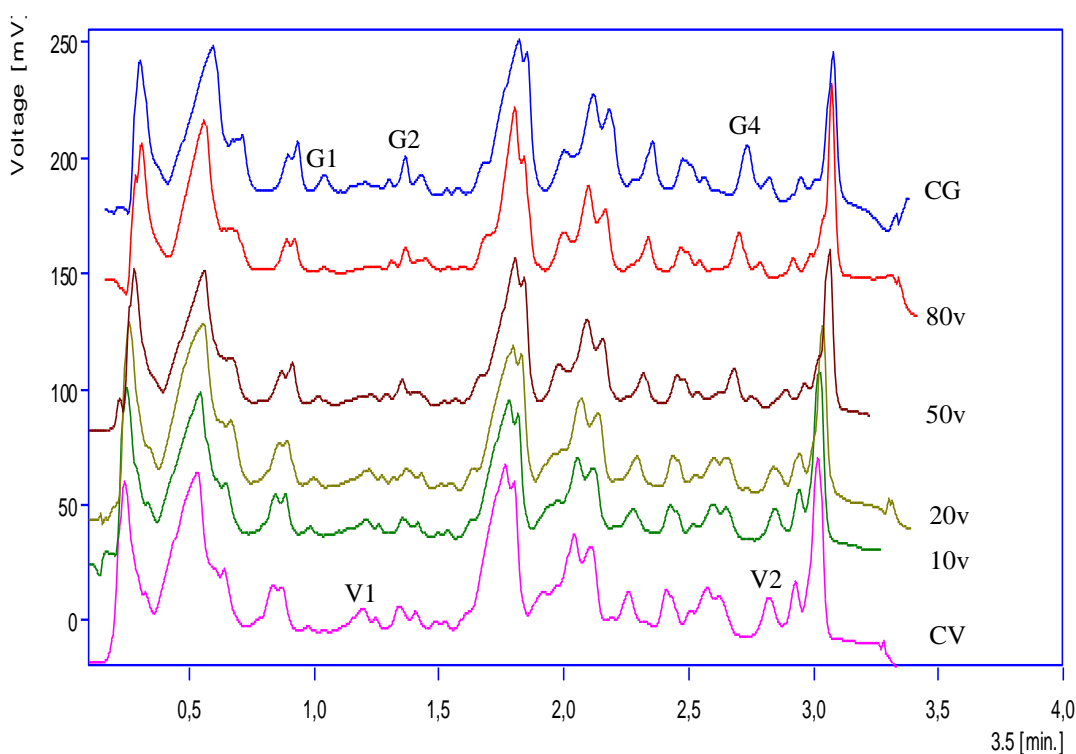
Gráfico 12. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco, vaca, pollo y cerdo, separadas por SDS-PAGE.



CG = carne de guanaco, CV = carne de vaca, CP = carne de pollo, CC = carne de cerdo, M = pico de miosina, A = pico de actina, G1, G2, G3 y G4 = picos de carne de guanaco, V1 y V2 = picos de carne de vaca, P = pico de carne de pollo, C = pico de carne de cerdo.

Los picos G1, G2 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne vacuna, ya que no se superponen a los picos V1 y V2 característicos de carne de vaca, como se observa en el Gráfico 13. La presencia de carne de guanaco se presume a partir de 10% y se confirma a partir de 20% en el sistema modelo de mezcla carne de guanaco y carne vacuna. En los densitogramas del Gráfico 13 se observa que a medida que aumenta el porcentaje de carne de guanaco se incrementan los picos G2 y G4 de carne de guanaco y disminuyen los picos V1 y V2 de carne vacuna.

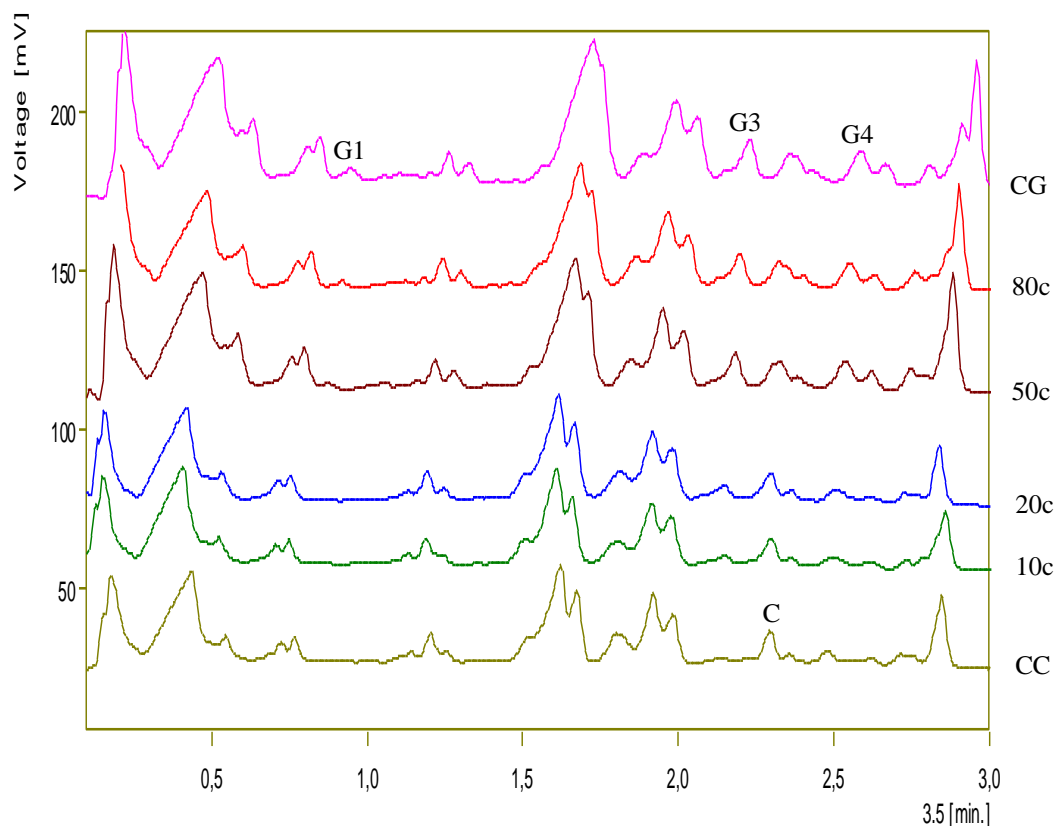
Gráfico 13. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco y vaca, y sistemas modelos con 10%, 20%, 50% y 80% de carne de guanaco en carne de vaca, separadas por SDS-PAGE.



CG = carne de guanaco, CV = carne de vaca, 10v = sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de vaca, 20v = sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de vaca, 50v = sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de vaca, 80v = sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de vaca, G1, G2 y G4 = picos de carne de guanaco, V1 y V2 = picos de carne de vaca.

Los picos G1, G3 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne porcina ya que no se superponen a picos de carne de cerdo. El perfil de la carne porcina es muy similar al perfil de la carne de guanaco, como se observa en el Gráfico 14. Solo el pico C presenta un aspecto diferente. En caso de necesitar una cuantificación se podría tomar ese pico como referencia de carne porcina. La presencia de carne de guanaco se presume a partir de 10% y se confirma a partir de 20%, en el sistema modelo de mezcla carne de guanaco y carne de cerdo. En los densitogramas del Gráfico 14 se observa que a medida que aumenta el porcentaje de carne de guanaco se incrementan los picos G3 y G4 y disminuye el pico C de carne de cerdo.

Gráfico 14. Densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco y cerdo, y sistemas modelos con 10%, 20%, 50% y 80% de carne de guanaco en carne de cerdo, separadas por SDS-PAGE.



CG = carne de guanaco, CC = carne de cerdo, 10c = sistema modelo 10% carne de guanaco en carne de cerdo, 20c = sistema modelo 20% carne de guanaco en carne de cerdo, 50c = sistema modelo 50% carne de guanaco en carne de cerdo, 80c = sistema modelo 80% carne de guanaco en carne de cerdo, G1, G3 y G4 = picos de carne de guanaco, C = pico de carne de cerdo.

No se han encontrado trabajos en la bibliografía que aborden la identificación de la proteína de la carne de guanaco mediante SDS-PAGE. Por lo tanto, estos resultados proporcionarían un marco de referencia para la identificación por electroforesis de esta especie cárnica con el objetivo de detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos.

En el estudio realizado por Ekici (2008) se evaluó la eficacia de la metodología SDS-PAGE para identificar las especies cárnicas en mezclas preparadas con carne cruda de cerdo y oveja. En el gel de separación se pudo observar claramente una banda propia de la carne de oveja, cuya densidad disminuye al disminuir la proporción de carne de oveja en la mezcla. Esta banda proteica, cuyo peso molecular es de 11,5 kD, demuestra que las carnes de cerdo y de oveja se pueden distinguir fácilmente entre sí mediante SDS-PAGE. La adulteración en mezclas de ambas especies es posible detectarse en proporciones 5-10%. Este grado de detección es similar al encontrado en mezclas de carne de guanaco con otras especies en el presente trabajo. López *et al.* (2011) analizaron productos cárnicos cocidos elaborados en plantas piloto o comerciales que declaraban en su formulación carne vacuna, carne porcina, pavo y/o pollo, con

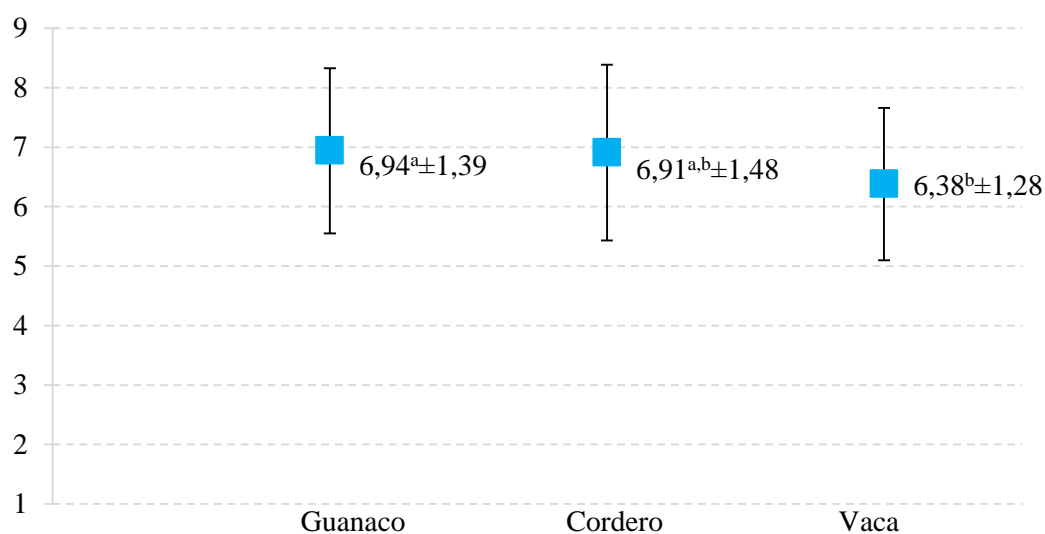
la finalidad de evaluar la metodología SDS-PAGE como método de *screening* para identificar las especies cárnicas utilizadas. Fue posible detectar las diferentes carnes empleadas en la mayoría de las muestras analizadas debido a la presencia de picos específicos para cada especie. Se encontraron dos picos de pesos moleculares 66 kD y 57 kD característicos de carne vacuna, mientras que la carne de cerdo presentó dos picos característicos de 63,6 kD y 61,3 kD que permiten su detección en mezcla con otras especies cárnicas. Estos picos reportados por López *et al.* (2011) se superponen con los picos presentes en el patrón electroforético del guanaco y difieren de los picos característicos V1, V2 y C encontrados en el presente trabajo, los cuales se pueden utilizar para diferenciar estas especies cuando están mezcladas con carne de guanaco. Esto demuestra que resulta fundamental analizar los densitogramas específicos de cada sistema modelo para cada mezcla de especies cárnicas con el fin de evaluar los picos característicos que pueden utilizarse para evaluar la presencia de las diferentes carnes.

4.10. Análisis sensorial

Además de las propiedades nutricionales, la calidad de la carne de caza, incluida la carne de guanaco, está determinada por sus propiedades sensoriales. El análisis de los factores sensoriales vinculados a la percepción del consumidor es fundamental para comprender los aspectos que influyen en la aceptación y el consumo de estas carnes alternativas. La calidad sensorial de la carne de caza se basa principalmente en sus características relacionadas con la apariencia sin procesar, seguidas de los atributos identificados tras la preparación, como la textura, la jugosidad, la ternura, el sabor y el aroma. Las actitudes del consumidor hacia las características sensoriales de estas carnes difieren según su nivel de familiaridad con este tipo de productos y su disposición a probar productos nuevos y desconocidos (Poopola *et al.*, 2020; Cionabu *et al.*, 2023).

Los participantes del análisis sensorial de la carne de guanaco presentaron entre 24 y 74 años, y las mujeres representaron un 62% del total. La muestra incluyó composiciones de hogares y niveles de ingresos variables. La prueba de chi-cuadrado indicó que las diferencias en las distribuciones de frecuencia de consumo de carne (al menos dos veces por semana y más de dos veces por semana) por género (femenino y masculino) y edad (entre 24-50 años y 50-74 años) no fueron significativas.

Los puntajes generales de aceptabilidad fueron 6,94 para la carne braseada de guanaco, 6,91 para el cordero y 6,38 para la carne de vaca, como se observa en el Gráfico 15. Se encontraron diferencias significativas en las puntuaciones generales de gusto de los diferentes tipos de carne ($p < 0,05$). La carne de guanaco fue estadísticamente más aceptada que la carne de vaca; sin embargo, no mostró diferencias con la carne de cordero. Por su parte, las muestras de carne de cordero y de vaca se aceptaron por igual.

Gráfico 15. Niveles de aceptabilidad de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca (n = 68).

Superíndices distintos indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

Es importante destacar que la carne braseada de guanaco obtuvo puntajes de aceptabilidad positivos, ubicándose claramente por encima del punto de indiferencia (5 = ni me gusta ni me disgusta). Estos resultados son consistentes con lo reportado en otros estudios que evidencian una creciente aceptación hacia carnes no tradicionales. Por ejemplo, Leiva *et al.* (2023) determinaron la aceptación del consumidor hacia la carne de anaconda amarilla o curiyú (*Eunectes notaeus*) en Argentina, en comparación con las carnes de pollo, cerdo y conejo, utilizando una escala hedónica horizontal de 9 puntos (1 = me disgusta extremadamente y 9 = me gusta muchísimo). Los puntajes encontrados fueron de 7,50 para pollo, 7,09 para cerdo, 7,00 para conejo y 6,93 para anaconda amarilla. El estudio de Sampels *et al.* (2023) evaluó la calidad sensorial de la carne de jabalí en comparación con la carne de cerdo en Suecia. Se utilizó una escala de 7 puntos (1 = no me gusta y 7 = me gusta más) y la carne de jabalí de ejemplares hembras recibió la calificación más alta con un valor medio de 4,80; en comparación con el puntaje de 4,30 para la carne de ejemplares machos y 3,90 para la carne de cerdo. Por su parte, Daszkiewicz *et al.* (2012) analizaron el efecto del género sobre el gusto de la carne de corzos capturados en el noreste de Polonia, con una escala de 5 puntos (1 = muy indeseable y 5 = muy deseable), obteniendo una puntuación de 4,90 para los ejemplares hembras y 5,00 para los machos.

Los porcentajes de los consumidores que seleccionaron cada uno de los 29 términos incluidos en la pregunta CATA para describir las muestras de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca, se presentan en la Tabla 35.

Tabla 35. Porcentaje de consumidores que seleccionaron cada uno de los términos de la pregunta Marque Todo lo que Aplique (CATA) para describir las muestras de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca.

Términos CATA	Guanaco	Cordero	Vaca	Términos CATA	Guanaco	Cordero	Vaca
Blando	0,456 ^a	0,529 ^a	0,265 ^{b*}	Sabor pobre	0,103 ^a	0,088 ^a	0,221 ^a
Brillante	0,059 ^a	0,103 ^a	0,029 ^a	Nutritivo	0,103 ^a	0,074 ^a	0,059 ^a
Rico	0,471 ^a	0,471 ^a	0,235 ^{b*}	Placentero	0,059 ^a	0,147 ^a	0,074 ^a
Duro	0,103 ^a	0,015 ^a	0,265 ^{b*}	Jugoso	0,176 ^a	0,162 ^a	0,074 ^a
Sabor intenso	0,294 ^a	0,279 ^a	0,132 ^a	Sabor extraño	0,221 ^a	0,118 ^a	0,162 ^a
Salado	0,059 ^a	0,059 ^a	0,088 ^a	Aceitoso	0,059 ^a	0,132 ^a	0,059 ^a
Fácil de comer	0,426 ^a	0,485 ^a	0,309 ^a	Aroma no agradable	0,015 ^a	0,059 ^a	0,059 ^a
Fibroso	0,176 ^a	0,206 ^a	0,221 ^a	Sabroso	0,309 ^a	0,338 ^a	0,221 ^a
Lo compraría	0,397 ^a	0,426 ^a	0,191 ^{b*}	Color desagradable	0,044 ^a	0,029 ^a	0,044 ^a
Dulce	0,029 ^a	0,044 ^a	0,000 ^a	Amargo	0,029 ^a	0,015 ^a	0,029 ^a
Aroma agradable	0,162 ^{a,b*}	0,265 ^b	0,088 ^a	Difícil de comer	0,015 ^a	0,015 ^a	0,118 ^{b*}
Ácido	0,059 ^a	0,000 ^b	0,015 ^{a,b*}	Seco	0,235 ^a	0,103 ^a	0,426 ^{b*}
Llamativo	0,206 ^a	0,162 ^a	0,088 ^a	Saludable	0,103 ^a	0,103 ^a	0,059 ^a
Feo	0,000 ^a	0,029 ^a	0,059 ^a	Metálico	0,059 ^a	0,029 ^a	0,029 ^a
Color agradable	0,294 ^a	0,368 ^a	0,338 ^a				

Superíndices distintos en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$).

*Indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0,01$).

Se encontraron diferencias significativas entre muestras en la frecuencia con que los consumidores utilizaron 8 de los 29 términos incluidos en la pregunta CATA. Este resultado sugiere que la pregunta CATA pudo detectar diferencias en la percepción de los consumidores sobre las características de las carnes evaluadas. Los términos en los que las diferencias entre muestras fueron significativas fueron blando, rico, duro, lo compraría, aroma agradable, ácido, difícil de comer y seco ($p < 0,01$). En cuanto a la frecuencia de mención de los términos CATA, con base en la significación estadística, la carne de vaca se percibió como más seca, dura y difícil de comer respecto de la carne de guanaco y cordero; y menos blanda, rica y con menor intención de compra, también en comparación con la carne de guanaco y cordero. Por su parte, la carne de cordero fue menos ácida que la de guanaco y mostró un aroma más agradable que la de vaca. Las carnes de guanaco y cordero fueron similares, mientras que la carne de vaca fue diferente en cuanto a la percepción de los consumidores.

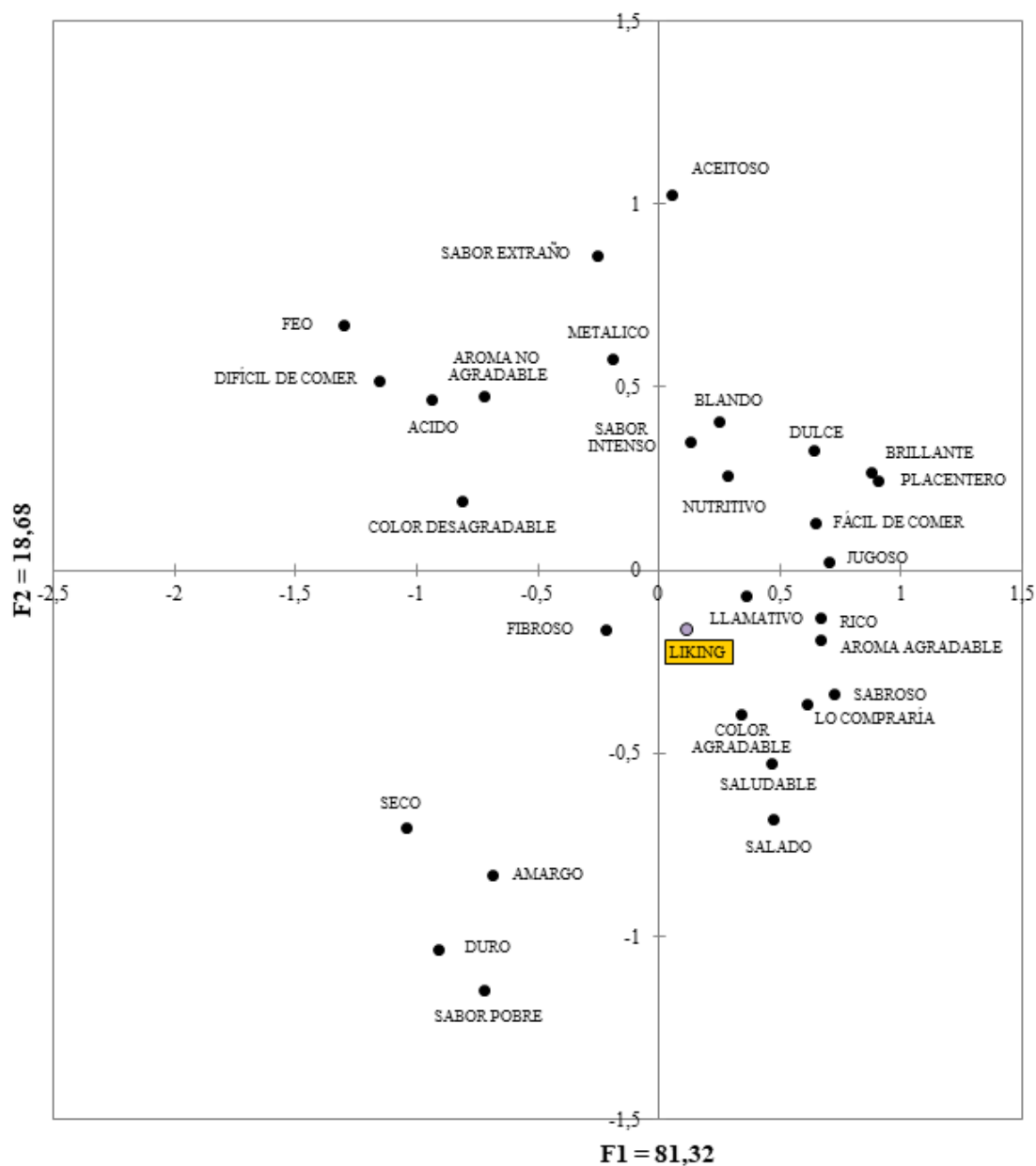
En el Gráfico 16, correspondiente al análisis de coordenadas principales, una técnica que permite representar en dos o tres dimensiones objetos descritos por una matriz cuadrada que contiene índices de semejanza entre esos objetos (Gower, 1966), se puede evidenciar que el gusto de los consumidores se caracterizó por los términos que se hallaron próximos al *liking* y en el mismo cuadrante (inferior derecho). Entre estos atributos se destacaron: llamativo, rico, aroma y color agradable, sabroso y lo compraría.

Las características sensoriales desempeñan un papel fundamental en la determinación del comportamiento del consumidor frente a la carne, siendo la apariencia visual y la percepción del sabor factores decisivos en su aceptación. Estas características influyen directamente en las preferencias del consumidor, y en consecuencia, en la elección y su intención de compra (Font-i-Furnols y Guerrero, 2014; de Araújo *et al.*, 2022; Ciobanu *et al.*, 2023). El color es una de las características de calidad más importantes de la carne, probablemente porque los consumidores utilizan el color como un indicador visual de la frescura del producto. El pigmento principal responsable del color de la carne es la mioglobina. La cocción desnaturaliza esta proteína globular de cadena simple, lo que da lugar al característico color marrón opaco asociado con los productos cárnicos cocidos (Mancini, 2009; Khalid *et al.*, 2023).

El sabor de la carne es un atributo muy complejo, resultado de la combinación de compuestos volátiles generados durante la cocción, principalmente a través de reacciones químicas que incluyen la degradación lipídica y las reacciones de Maillard, o por interacciones secundarias entre los productos de estas reacciones. El sabor de una carne es característico de la especie y varía con la edad del animal, la alimentación y la genética, entre otros factores (Maughan y Martini, 2012; Elmore y Mottram, 2009; Park y Choi, 2025). El desarrollo de estos atributos en animales alimentados con pasto o con grano está relacionado con la incorporación de ácidos grasos a los lípidos del músculo. Se sabe, tal como se ha discutido anteriormente, que los animales alimentados con pasto presentan mayor contenido de AGPI n-3 altamente

insaturados y fácilmente oxidables. Estas diferencias en la composición del músculo afectan el sabor y la textura de la carne y, en consecuencia, las preferencias del consumidor (Ponnampalam *et al.*, 2024). Por ejemplo, Font i Furnols *et al.* (2009) estudiaron la aceptabilidad de la carne de cordero uruguayo procedente de animales alimentados con diferentes dietas por parte de consumidores de países europeos con el fin de evaluar el potencial de aceptación en el mercado. Se evidenció que el cordero alimentado con pastos tiene un olor y un sabor más intensos en comparación con el cordero alimentado con concentrado, lo que puede resultar menos aceptable para los consumidores no familiarizados con estas características sensoriales. De manera similar, el estudio de Bureš *et al.* (2015) puso de manifiesto que las carnes de ciervo rojo y gamo presentaron mayor intensidad de aroma y sabor en comparación con la carne de vaca y, como se esperaba, los panelistas notaron claramente las diferencias en estas características sensoriales de la carne de caza. Los consumidores pueden considerar el aroma y el sabor de la carne de especies silvestres como atributos positivos o negativos, dependiendo de la tradición y los hábitos alimentarios.

Gráfico 16. Representación de los términos y del *liking* de los consumidores en la primera y segunda dimensión del análisis de coordenadas principales realizado sobre la tabla de contingencias que contiene la frecuencia de mención de los términos de la pregunta CATA.



El Gráfico 17 de análisis de correspondencia, que consiste en buscar la mejor representación simultánea de dos conjuntos que forman las filas y columnas de una tabla de contingencia (Lebart *et al.*, 2006), mostró que los consumidores percibieron la carne braseada de guanaco como nutritiva, jugosa, llamativa, rica y con intensidad de compra (los tres últimos asociados al *liking*); la carne braseada de cordero como brillante, fácil de comer, blanda, sabrosa y de aroma agradable (los dos últimos asociados al *liking*); y la carne braseada de vaca como sabor pobre, salada, seca y fibrosa. Estos resultados son concordantes con los obtenidos en el análisis de penalización de cada muestra, como se puede observar en los Gráficos 18, 19 y 20.

El análisis de penalización indicó que los términos que tuvieron mayor inercia o impacto positivo en las muestras fueron rico, sabroso, fácil de comer, lo compraría y blando; excepto para la carne de vaca donde no se hallaron los últimos dos términos mencionados. Por su parte, los términos que tuvieron mayor inercia o impacto negativo fueron seco para la carne de guanaco, fibroso para la carne de cordero, y seco, duro y fibroso para la carne de vaca. Sin embargo, si bien las inercias fueron negativas para esta última muestra, los valores fueron muy bajos.

La terneza y la jugosidad de la carne constituyen atributos sensoriales claves que determinan la satisfacción del consumidor y determinan en gran medida su predisposición a la compra. Ambos parámetros están íntimamente relacionados y, en muchos casos, una carne percibida como seca suele evaluarse también como más dura. Las variaciones en la terneza pueden atribuirse, en parte, a la proporción de los diferentes tipos de fibras musculares y a la composición del tejido conjuntivo intramuscular, particularmente con respecto al contenido de colágeno total, así como a sus fracciones soluble e insoluble. La estabilidad de la molécula de colágeno está determinada por la formación de enlaces químicos cruzados, los cuales influyen significativamente en su solubilización y en las propiedades mecánicas del tejido conectivo después de la cocción de la carne (Roy y Bruce, 2024). El contenido de grasa intramuscular, también conocido como marmoleado, mejora la palatabilidad de la carne al favorecer la retención de jugos durante la cocción, contribuyendo a una textura más tierna y jugosa de la carne, facilitando la masticación. En este sentido, niveles muy bajos de grasa intramuscular reducen la palatabilidad, aumentando la percepción de sequedad, lo que pueden generar una experiencia sensorial menos satisfactoria por parte del consumidor (Shahrai *et al.*, 2021). Este aspecto adquiere particular relevancia en el caso de la carne de guanaco, la cual se caracteriza por presentar un contenido de grasa total considerablemente bajo en comparación con otras carnes rojas de consumo habitual. Si bien este bajo tenor graso confiere ventajas nutricionales, al reducir el aporte calórico y lipídico del producto, también puede impactar negativamente en ciertos atributos sensoriales, en particular al reducir la jugosidad percibida y generar una textura más seca.

Gráfico 17. Representación de los términos y de las muestras de carnes braseadas de guanaco, cordero y vaca en la primera y segunda dimensión del gráfico simétrico del análisis de correspondencia realizado sobre la tabla de contingencias que contiene la frecuencia de mención de los términos de la pregunta CATA.

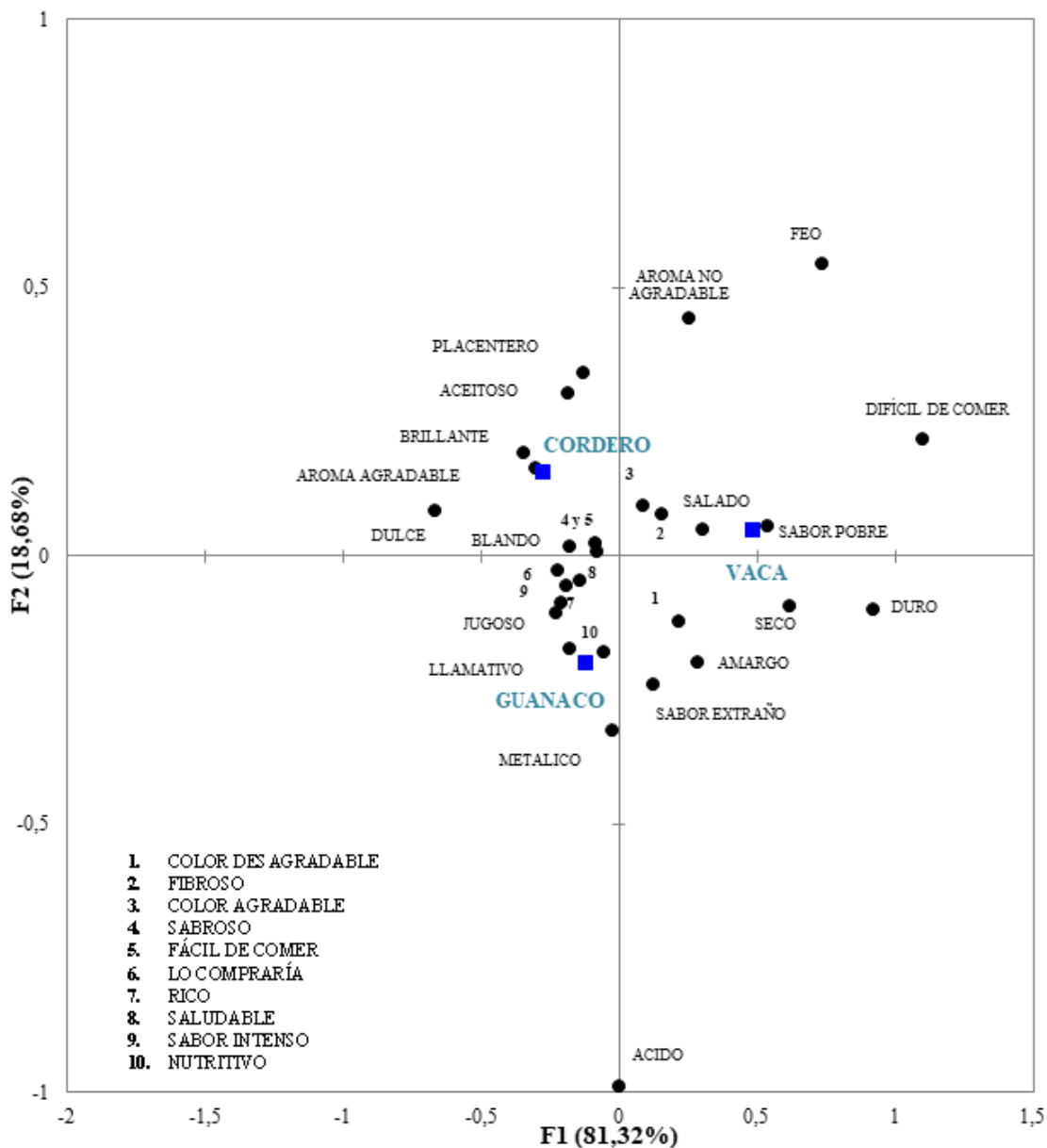


Gráfico 18. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de guanaco.

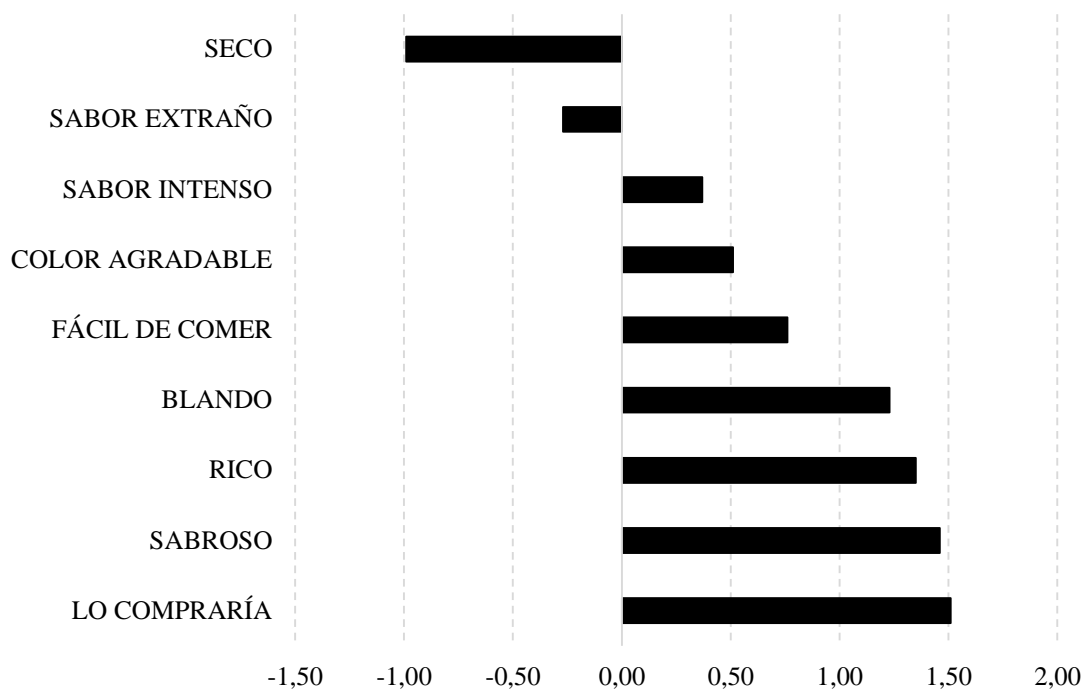


Gráfico 19. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de cordero.

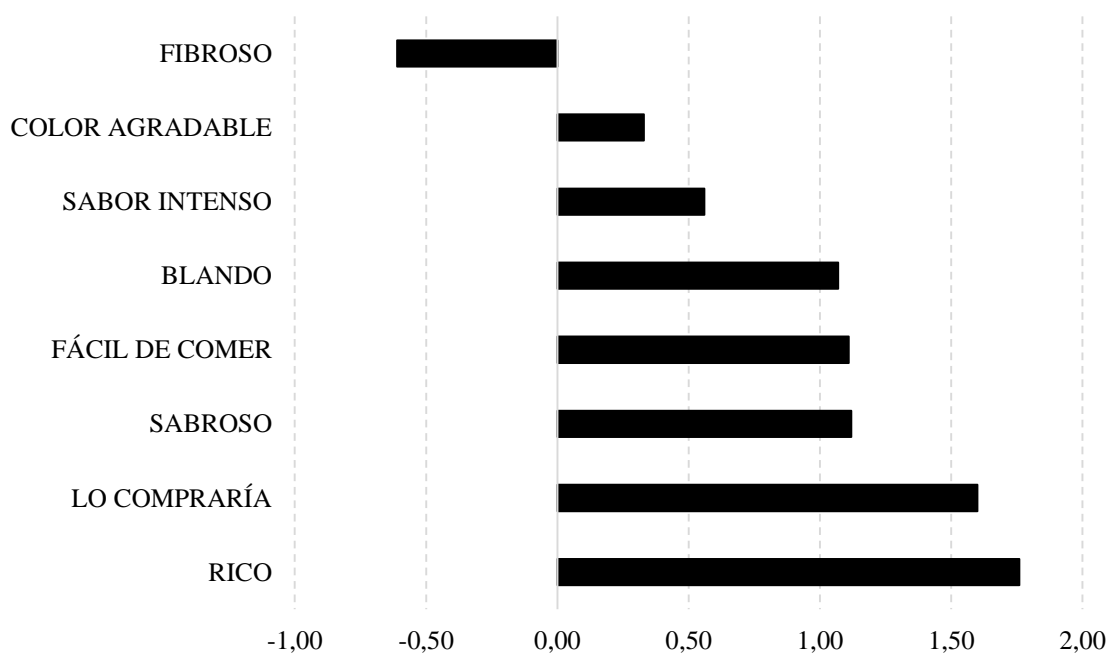
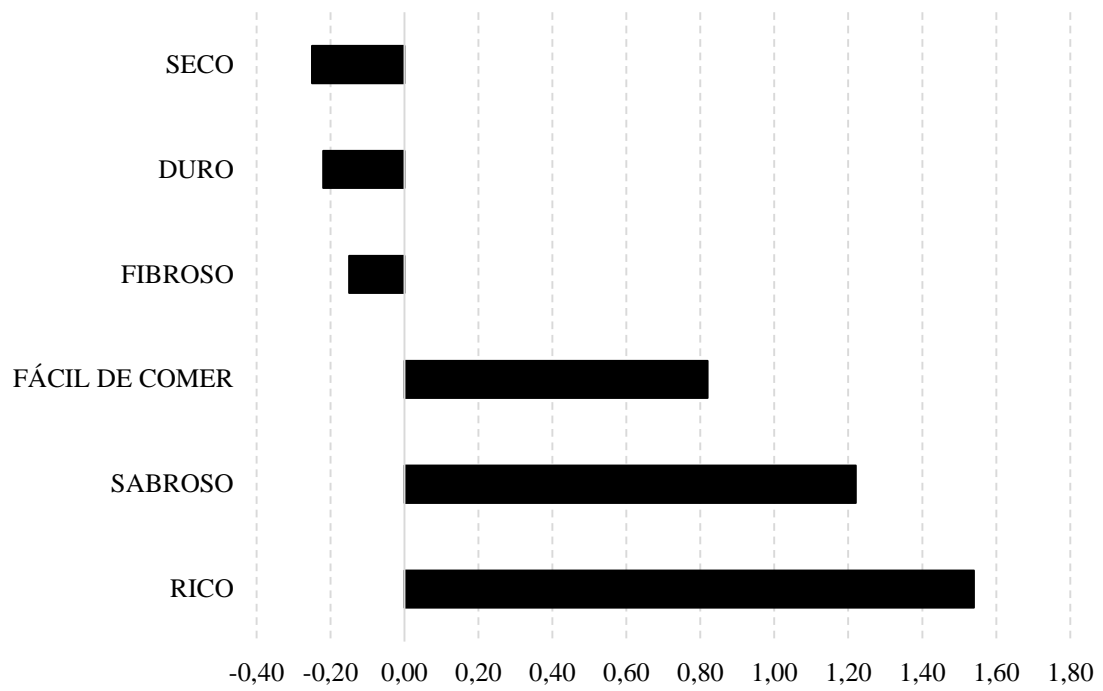


Gráfico 20. Análisis de penalización aplicado sobre la carne braseada de vaca.



CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES



5. CONCLUSIONES

El guanaco es una especie silvestre y abundante en la Patagonia argentina, cuya carne resulta muy atractiva para el consumo humano debido a su destacado valor nutritivo. Este alimento autóctono representa una opción alimentaria regional, con un potencial posicionamiento en los mercados nacional e internacional como una carne no convencional. El estudio sobre la calidad nutricional de la carne de guanaco patagónico permite promover el aprovechamiento de este recurso a través de su uso sustentable, contribuyendo a su valorización y ofreciendo una fuente alternativa de nutrientes para la alimentación humana.

En términos generales, respecto a otras carnes de consumo habitual, la carne cruda de ejemplares machos adultos de guanaco se caracteriza por un contenido de proteínas ligeramente mayor, un porcentaje de grasas totales significativamente menor y un nivel de colesterol ligeramente inferior, aportando un menor valor energético. Específicamente, la carne cruda de guanaco presenta un contenido de proteína un 21% superior con respecto a la carne de cordero y un 18% mayor que la carne de cerdo, con valores similares a las carnes de pollo y vaca; un contenido de grasas totales menor en un 97%, 96%, 95% y 81% respecto a las carnes de cordero, cerdo, vaca y pollo, respectivamente; un contenido de ceniza un 18% más elevado que las carnes de cerdo y cordero, y un 3% mayor que la carne de vaca; un nivel de colesterol inferior en un 26% respecto a la carne de cerdo, un 22% menos que las carnes de cordero y vaca, y un 21% más bajo que la carne de pollo; aportando un 58% menos de calorías respecto de la carne de cordero, un 54% menos que la carne de cerdo, un 46% menos que la carne de vaca y un 10% menos que la carne de pollo.

El estudio sobre el contenido de micronutrientes que se analizaron en la carne de guanaco evidencia que presenta niveles de P un 70% más elevados que la carne de cordero, un 47% más que las carnes de vaca y cerdo, y un 44% más que la carne de pollo; un contenido de Fe un 166% mayor respecto de la carne de cerdo, un 130% más que la carne de pollo, un 66% más que la carne de cordero y un 14% más que la carne de vaca; mientras que el contenido de Na resulta un 24% menor que la carne de pollo, un 23% menor que la carne de cordero y un 7% menor que la carne de vaca. Además, la carne de guanaco presenta niveles de vitamina A considerablemente más elevados respecto de las carnes tradicionales, con valores 5,1 veces mayores que la carne de vaca y 17,3 veces mayores que la carne de cerdo. Los valores de vitamina B2 y B6 informados para guanaco en este estudio son los primeros reportados en carne de CSA.

Los ácidos grasos presentes en los cortes lomo y peceto de guanaco poseen de 12 a 24 átomos de carbono (C12:0 – C24:0). Ambos cortes muestran un mayor porcentaje de ácido palmítico (C16:0), ácido esteárico (C18:0), ácido vaccénico (C18:1n-7), LA (C18:2n-6) y ARA (C20:4n-6). La carne de guanaco presentó un contenido de AGS de 40,6%, de AGM de 25,0% y

de AGPI de 34,5%, con una relación n-6/n-3 cercana a 4:1 y un IA de 0,37. El contenido de AGM encontrado es menor respecto de las carnes de consumo frecuente, con un 46% menos que la vaca, un 39% menos que el cerdo, un 38% menos que el cordero y un 19% menos que el pollo. Además, la carne de guanaco presenta un contenido de AGPI notablemente más elevado que los niveles de las carnes tradicionales, equivalente a 2,95 veces el valor de la carne de cerdo, 6,23 veces el de la carne de vaca y 8,14 veces el de la carne de cordero.

La proteína de la carne cruda de guanaco contiene todos los AAI, con una mayor proporción de Leu, seguida por Phe, Lys y Val, que en conjunto representan el 67% del total de AAI y el 21% del total de aminoácidos. El CS calculado para la proteína de guanaco fue del 82% y el valor de DIAAS fue de 0,82, identificando a la Lys como el primer AAL. Estos resultados permiten clasificar a la carne de guanaco como una fuente de proteína de buena calidad, considerado el grupo etario con mayores exigencias nutricionales en cuanto a requerimientos de AAI.

La metodología electroforética permitió detectar las especies cárnicas empleadas en la formulación de sistemas modelo de mezcla carne de guanaco/carne de vaca y carne de guanaco/carne de cerdo, en los que se pudieron identificar claramente los picos característicos de cada especie cárnica. En estos sistemas modelos, la presencia de carne de guanaco se presume a partir del 10% y se confirma a partir del 20%. Por lo tanto, se puede aplicar esta metodología al análisis de productos cárnicos comerciales frescos para verificar la presencia de carne de guanaco no declarada en los respectivos rótulos.

A través del análisis sensorial se comprobó una buena aceptabilidad para la carne de guanaco braseada, por encima de la carne de vaca de consumo habitual, lo que demuestra el potencial en la factibilidad para su consumo y posible comercialización. Los consumidores percibieron la carne de guanaco como nutritiva, jugosa, llamativa, rica y con intensidad de compra.

CAPÍTULO 6

PERSPECTIVAS FUTURAS

6. PERSPECTIVAS FUTURAS

Las perspectivas futuras vinculadas a las posibles aplicaciones de los resultados obtenidos así como a las nuevas líneas de investigación que se desprenden de este trabajo incluyen diversas acciones orientadas a promover el consumo responsable de carne de guanaco para consolidar un modelo de conservación basado en el uso sustentable de la especie, cuya gestión integral requiere la convergencia de enfoques sanitarios, ecológicos, productivos, sociales y económicos.

En primer lugar, resulta pertinente promover la compilación e incorporación de los datos generados a las Tablas de Composición de Alimentos Argentinos, contribuyendo a la disponibilidad de información científica actualizada sobre este alimento autóctono, lo que permitiría visibilizar su valor nutricional dentro del conjunto de alimentos disponibles para el consumo humano en el país.

Asimismo, los resultados obtenidos podrían respaldar la inserción de la carne de guanaco en circuitos formales de comercialización, favoreciendo su reconocimiento como un producto regional con identidad territorial. En este contexto, su valorización podría contribuir no solo a diversificar la oferta de proteínas animales, sino también a promover estrategias productivas compatibles con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la Patagonia.

En este sentido, será necesario fortalecer la infraestructura sanitaria mediante la habilitación de frigoríficos con capacidad para faena de fauna silvestre y la adecuación de pequeñas salas de faena rural, bajo estrictos controles veterinarios y bromatológicos con protocolos específicos. La implementación de sistemas de trazabilidad, junto con procedimientos de inspección sanitaria adecuados, permitirá garantizar y certificar la calidad e inocuidad del producto.

Por otra parte, resulta relevante avanzar en programas de manejo poblacional del guanaco basados en información actualizada y metodologías estandarizadas de monitoreo de la especie. La obtención de estimaciones confiables de abundancia, densidad y dinámica poblacional permitirá definir tasas de extracción sustentables o cupos de caza compatibles con la capacidad de renovación natural de la especie. De esta manera, será posible compatibilizar la conservación de la especie con su aprovechamiento racional, garantizando la sostenibilidad biológica en el mediano y largo plazo.

La transferencia de conocimientos al sector productivo constituye otro eje estratégico, ya que permitiría incorporar gradualmente al guanaco en esquemas de aprovechamiento sostenible, modificando progresivamente la percepción negativa históricamente asociada a su supuesto rol de competidor del ganado ovino en los sistemas pastoriles de la región patagónica. La consolidación de este enfoque productivo podría generar beneficios directos para pobladores

locales, mediante la diversificación de ingresos y la generación de empleo en etapas de manejo, captura, transporte, faena, procesamiento y comercialización. Además, favorecería la regulación de actividades que actualmente se desarrollan de manera informal, promoviendo la transparencia de los beneficios generados a lo largo de la cadena productiva. De esta manera, el aprovechamiento sustentable del guanaco no solo contribuiría a la conservación de la especie, sino también al desarrollo socioeconómico regional y a la mejora de la calidad de vida en comunidades rurales.

Asimismo, resulta fundamental desarrollar estudios de mercado que evalúen las oportunidades de inserción de la carne de guanaco en comercios locales, nacionales e internacionales. En este análisis deberán contemplarse, por un lado, las posibilidades de fortalecer el consumo local en comunidades rurales y sectores socialmente vulnerables de la región, donde este recurso podría contribuir a mejorar la seguridad alimentaria, diversificar la dieta e incorporar un alimento autóctono de alto valor nutricional. Por otro lado, resulta estratégico explorar las posibilidades de inserción del producto en segmentos del mercado vinculados al turismo gastronómico o la exportación, posicionando la carne de guanaco como un alimento natural de origen silvestre y producido bajo criterios de sustentabilidad, con alto valor agregado.

La articulación entre el sistema científico-tecnológico, los organismos de gestión pública, el sector productivo y las comunidades locales permitirá avanzar hacia la implementación de un plan de manejo y uso sustentable de la especie, en el que el aprovechamiento responsable del guanaco se proyecte como un componente estratégico del desarrollo territorial en la Patagonia argentina.

CAPÍTULO 7

BIBLIOGRAFÍA



7. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, G., Villanueva, M., Tobar, S., Fredes, C., Aguirre, C., y Parada, A. (2024). Hacia una alimentación saludable y sostenible: Elección de alimentos ricos en proteínas. *Revista Chilena de Nutrición*, 51(6), 485-493. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182024000600485>
- Adesogan, A. T., Havelaar, A. H., McKune, S. L., Eilittä, M., & Dahla, G. E. (2020). Animal source foods: Sustainability problem or malnutrition and sustainability solution? Perspective matters. *Global Food Security*, 25, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100325>
- Adhikari, S., Schop, M., de Boer, I. J. M., & Huppertz, T. (2022). Protein quality in perspective: A review of protein quality metrics and their applications. *Nutrients*, 14(5), 947. <https://doi.org/10.3390/nu14050947>
- Ahmad, R. S., Imran, A., & Hussain, B. M. (2018). Nutritional composition of meat. In M. S. Arshad (Ed.), *Meat science and nutrition*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77045>
- Alaiz, M., Navarro, J. L., Girón, J., & Vioque, E. (1992). Amino acid analysis by high-performance liquid chromatography after derivatization with diethyl ethoxymethylenemalonate. *Journal of Chromatography*, 591(1-2), 181-186. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(92\)80236-n](https://doi.org/10.1016/0021-9673(92)80236-n)
- Almeria, S., Murata, F. H. A., Cerqueira-Cézar, C. K., Kwok, O. C. H., Shipley, A., & Dubey, J. P. (2021). Epidemiological and public health significance of *Toxoplasma gondii* infection in wild rabbits and hares: 2010–2020. *Microorganisms*, 9(3), 597. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030597>
- Amaral, A. B., da Silva, M. V., & Lannes, S. C. da S. (2018). Lipid oxidation in meat: Mechanisms and protective factors – A review. *Food Science and Technology*, 38(1), 1-15. <https://doi.org/10.1590/fst.32518>
- Amaya, J. N., von Thüngen, J., y de Lamo, D. A. (2001). *Relevamiento y distribución de guanacos en la Patagonia* (Comunicación Técnica N° 107). Área RR NN Fauna, INTA EEA. Bariloche.
- American Oil Chemists' Society. (2017). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society* (17th ed.).
- Antún, M., & Baldi, R. (2020). Choosing what is left: The spatial structure of a wild herbivore population within a livestock-dominated landscape. *PeerJ*, 8, e8945. <https://doi.org/10.7717/peerj.8945>
- Antunes, A. P., de Araujo Lima Constantino, P., Fa, J. E., Munari, D. P., Morcatty, T. Q., Jacob, M. C. M., Nelson, B. W., Cassino, M. F., Carvalho, E. A. R., Ickowitz, A., Coad, L., Bodmer, R. E., Mayor, P., Richard-Hansen, C., Valsecchi, J., Campos-Silva, J. V.,

- Pezzuti, J. C. B., Aparício, M., von Muhlen, E. M., ... El Bizri, H. R. (2025). Healthy forests safeguard traditional wild meat food systems in Amazonia. *Nature*, 648, 625-633. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09743-z>
- Antunes, I. C., Coimbra, M. C. P., Ribeiro, A. P., Ferreira, J. D., Abade Dos Santos, F., Alves, S. P., Bessa, R. J. B., Quaresma, M. A. G. (2019). Nutritional value of meat lipid fraction from red-legged partridge (*Alectoris rufa*) obtained from wild and farmed specimens. *Poultry Science*, 98(2), 1037-1046. <https://doi.org/10.3382/ps/pey367>
- Arenas de Moreno, L., Vidal, A., Huerta-Sánchez, D., Navas, Y., Uzcátegui-Bracho, S. y Huerta-Leidenz, N. (2000). Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(4), 409-415.
- Ares, G., Alcaire, F., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., & Catsura, J. (2017). Identification of drivers of (dis)liking based on dynamic sensory profiles: Comparison of temporal dominance of sensations and temporal check-all-that-apply. *Food Research International*, 92, 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.016>
- Ares, G., Etchemendy, E., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., & Jaeger, S. R. (2014). Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. *Food Quality and Preference*, 32, 210-220. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.10.006>
- Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official methods of analysis of AOAC International* (Vol. 2, 16th ed.). Arlington: AOAC International.
- Avallone, R., Vitale, G., & Bertolotti, M. (2019). Omega-3 fatty acids and neurodegenerative diseases: New evidence in clinical trials. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(17), 4256. <https://doi.org/10.3390/ijms20174256>
- Awuchi, C. G., Igwe, V. S., Amagwula, I., & Echeta, C. K. (2020). Health benefits of micronutrients (vitamins and minerals) and their associated deficiency diseases: A systematic review. *International Journal of Food Science*, 3(1), 1-32. <https://doi.org/10.47604/ijf.1024>
- Bae, J. H., Lim, H., & Lim, S. (2023). The potential cardiometabolic effects of long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids: Recent updates and controversies. *Advances in Nutrition*, 14(4), 612-628. <https://doi.org/10.1016/j.advnut.2023.03.014>
- Baigún, R. J., Bolkovic, M. L., Aued, M. B., Li Puma, M. C., y Scandalo, R. P. (2008). *Manejo de fauna silvestre en la Argentina: Primer censo nacional de camélidos silvestres al norte del Río Colorado*. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Bailey, H. M., Mathai, J. K., Berg, E. P., & Stein, H. H. (2020). Pork products have digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) that are greater than 100 when determined in

- pigs, but processing does not always increase DIAAS. *The Journal of Nutrition*, 150(3), 475-482. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz284>
- Baldi, R. B., Acebes, P., Cuéllar, E., Funes, M., Hoces, D., Puig, S., & Franklin, W.L. (2016). *Lama guanicoe*. In *The IUCN Red List of Threatened Species 2016*: e.T11186A18540211. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T11186A18540211.en>
- Baldi, R., Albon, S. D., & Elston, D. A. (2001). Guanacos and sheep: Evidence for continuing competition in arid Patagonia. *Oecologia*, 129(4), 561-570. <https://doi.org/10.1007/s004420100770>
- Baldi, R., de Lamo, D., Failla, M., Ferrando, P., Funes, M., Nugent, P., Puig, S., Rivera, S, y Von Thüngen, J. (2006). *Plan nacional de manejo del guanaco (Lama guanicoe)*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires.
- Baldi, R., Pelliza-Sbriller, A., Elston, D. E., & Albon, S. A. (2004). High potential for competition between guanacos and sheep in Patagonia. *Journal of Wildlife Management*, 68(4), 924-938. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2004\)068\[0924:HPFCBG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2004)068[0924:HPFCBG]2.0.CO;2)
- Balić, D., Marucci, G., Agičić, M., Benić, M., Krovina, Z., Miškić, T., Aladić, K. & Škrivanko M. (2020). *Trichinella* spp. in wild boar (*Sus scrofa*) populations in Croatia during an eight-year study (2010-2017). *One Health*, 11, 100172. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2020.100172>
- Basak, S., & Duttaroy, A. K. (2020). Conjugated linoleic acid and its beneficial effects in obesity, cardiovascular disease, and cancer. *Nutrients*, 12(6), 1913. <https://doi.org/10.3390/nu12071913>
- Bautista-Martínez, Y., Hernández-Mendo, O., Crosby-Galván, MM, Joaquin-Cancino, S., Ruíz Albarrán, M., Salinas-Chavira, J., y Granados-Rivera, L. D. (2020). Características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos de la carne vacuna en el Noreste de México: sistemas de pastoreo versus sistemas de engorda. *CyTA - Revista de Alimentación*, 18 (1), 147-152. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1725644>
- Bay Gavuzzo, A., Gáspero, P., Bernardos, J., Pedrana, J., de Lamo, D., y von Thüngen, J. (2015). *Distribución y densidad de guanacos (Lama guanicoe) en la Patagonia: Informe relevamiento 2014–2015*. Bariloche: Ediciones INTA.
- Belhaj, K., Mansouri, F., Benmoumen, A., Sindic, M., Fauconnier, M. L., Boukharta, M., Serghini, C. H., & Elamrani A. (2020). Fatty acids, health lipid indices, and cholesterol content of sheep meat of three breeds from Moroccan pastures. *Archives Animal Breeding*, 63(2), 471-482. <https://doi.org/10.5194/aab-63-471-2020>
- Bellini, T., Bustaffa, M., Tubino, B., Giordano, B., Formigoni, C., Fueri, E., Casabona, F., Vanorio, B., Pastorino, A., Herzum, A., Matucci-Cerinic, C., Arrigo, S., Viggliozzo, G.,

- Piccotti, E. (2024). Acquired and inherited zinc deficiency-related diseases in children: A case series and a narrative review. *Pediatric Reports*, 16(3), 602-617. <https://doi.org/10.3390/pediatric16030051>
- Bello Gutiérrez, J. (2000). Carnes y derivados. En I. Astiasarán Anchía y J. A. Martínez Hernández (Eds.), *Alimentos: composición y propiedades* (pp. 11-28). McGraw-Hill.
- Bender, D. A. (2019). The Vitamins. In S. A. Lanham-New, T. R. Hill, A. M. Gallagher, & H. H. Vorster (Eds.), *Introduction to human nutrition* (3rd ed., pp. 218-279). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781394322428>
- Bernad, L., Casado, P. D., Murillo, N. L., Picallo, A. B., Garriz, C. A., & Maceira, N. O. (2018). Meat quality traits in the greater rhea (*Rhea americana*) as influenced by muscle, sex and age. *Poultry Science*, 97(5), 1579-1587. <https://doi.org/10.3382/ps/pey005>
- Bertolami, M., Stronati, M., Impaglione, L., Gratti, A., Fernández, S., Feijoo, M., Gonzalez, S., Arce, M. E., Escobar, J., y Elissalde, N. (2005). Delimitación de sitios de pastoreo del departamento Escalante (Provincia del Chubut). *Naturalia Patagónica*, 2(1), 1-14.
- Biffin, T. E., Hopkins, D. L., Bush, R. D., Hall, E., & Smith, M. A. (2020). The effects of season and post-transport rest on alpaca (*Vicugna pacos*) meat quality. *Meat Science*, 159, 107935. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107935>
- Biffin, T. E., Smith, M. A., Bush, R. D., Collins, D., & Hopkins, D. L. (2019). The effect of electrical stimulation and tenderstretching on colour and oxidation traits of alpaca (*Vicugna pacos*) meat. *Meat Science*, 156, 125-130. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.026>
- Blanco-Penedo, I., García-Gudiño, J., Angón, E., Perea, J. M., Escribano, A. J., & Font-i-Furnols, M. (2021). Exploring sustainable food choices factors and purchasing behavior in the Sustainable Development Goals era in Spain. *Sustainability*, 13(13), 7397. <https://doi.org/10.3390/su13137397>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Bohrer, B. M. (2017). Review: Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.04.016>
- Bokor, J., Nagy, J., Donkó, T., Horn, P., & Bokor, Á. (2023). The effect of age and sex on carcass traits and body composition of Hungarian yearling farmed red deer (*Cervus elaphus hippelaphus*). *Meat Science*, 204, 109290. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109290>
- Bolsa de Comercio de Rosario. (17 de enero de 2025). *Argentina: El segundo país con mayor consumo promedio de carnes por habitante en 2024*.

- <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/argentina-el-1>
- Bragagnolo, N. (2009). Cholesterol and cholesterol oxides in meat and meat products. In L. M. L. Nollet & F. Toldrá (Eds.), *Handbook of muscle foods analysis* (pp. 187-219). CRC Press.
- Bragagnolo, N., & Rodríguez-Amaya, D. B. (2002). Simultaneous determination of total lipid, cholesterol and fatty acids in meat and backfat of suckling and adult pigs. *Food Chemistry*, 79(2), 255-260. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00136-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00136-X)
- Brown, M. J., Ameer, M. A., Daley, S. F., & Beier, K. (2023, August 8). *Vitamin B6 deficiency*. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470579/>
- Burd, N. A., Beals, J. W., Martinez, I. G., Salvador, A. F., & Skinner, S. K. (2019). Food-first approach to enhance the regulation of post-exercise skeletal muscle protein synthesis and remodeling. *Sports Medicine*, 49(1), 59-68. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1009-y>
- Bureš, D., Bartoň, L., Kotrba, R., & Hakl, J. (2015). Quality attributes and composition of meat from red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*) and Aberdeen Angus and Holstein cattle (*Bos taurus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(11), 2299–2306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6950>
- Burnett, J. R., Hooper, A. J., & Hegele, R. A. (2020). Remnant cholesterol and atherosclerotic cardiovascular disease risk. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(23), 2736-2739. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.10.029>
- Cabrera, M. C., Del Puerto, M., Olivero, R., Otero, E., & Saadoun, A. (2007). Growth, yield of carcass and biochemical composition of meat and fat in nutria (*Myocastor coypus*) reared in an intensive production system. *Meat Science*, 76(2), 366-376. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.12.005>
- Canova, V., Helman, E., Robles, M. del R., Abba, A. M., & Moré, G. (2023). First report of *Sarcocystis* spp. (Apicomplexa, Sarcocystidae) in *Lagostomus maximus* (Desmarest, 1917) (Rodentia, Chinchillidae) in Argentina. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 20, 180-186. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2023.03.001>
- Carazo, A., Macáková, K., Matoušová, K., Krčmová, L. K., Protti, M., & Mladěnka, P. (2021). Vitamin A update: Forms, sources, kinetics, detection, function, deficiency, therapeutic use and toxicity. *Nutrients*, 13(5), 1703. <https://doi.org/10.3390/nu13051703>
- Carmanchahi, P. D., Funes, M. C., Panebianco, A., Gregorio, P. F., Leggieri, L. R., Marozzi, A. A., & Ovejero, R. (2022). Taxonomy, distribution, and conservation status of wild guanaco populations. In P. D. Carmanchahi & G. Lichtenstein (Eds.), *Guanacos and people in Patagonia: A social-ecological approach to a relationship of conflicts and opportunities* (pp. 1-27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06656-6_1

- Carmanchahi, P. D., Panebianco, A., Leggieri, L., Barri, F., Marozzi, A., Flores, C., Moreno, P., Schroeder, N., Cepeda, C., Oliva, G., Kin, M. S., Gregorio, P., Ovejero, R., Acebes, P., Schneider, C. F., Pedrana, J., y Taraborelli, P. (2019). *Lama guanicoe*. En SAyDS–SAREM (Eds.), *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>
- Cawthorn, D. M., Fitzhenry, L. B., Kotrba, R., Bureš, D., & Hoffman, L. C. (2020). Chemical composition of wild fallow deer (*Dama dama*) meat from South Africa: A preliminary evaluation. *Foods*, 9(5), 598. <https://doi.org/10.3390/foods9050598>
- Centro Regional de Estudios Económicos de Bahía Blanca. (2023). *Indicadores de actividad económica: Análisis del consumo de carne en Argentina* (IAE 183). https://www.creebba.org.ar/iae/iae183/3_carne_IAE_183.pdf
- Chasapis, C. T., Ntoupa, P. S. A., Spiliopoulou, S. A., & Stefanidou, M. E. (2020). Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Archives of Toxicology*, 94(5), 1443-1460. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02702-9>
- Cheah, I., Sadat Shimul, A., Liang, J., & Phau, I. (2020). Drivers and barriers toward reducing meat consumption. *Appetite*, 149, 104636. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104636>
- Chen, C., Xia, S., He, J., Lu, G., Xie, Z., & Han, H. (2019). Roles of taurine in cognitive function of physiology, pathologies and toxication. *Life Sciences*, 231, 116584. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2019.116584>
- Chen, J., & Liu, H. (2020). *Nutritional indices for assessing fatty acids: A mini-review*. International Journal of Molecular Sciences, 21, 5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>
- Chouraqui, J. P. (2023). Risk assessment of micronutrients deficiency in vegetarian or vegan children: Not so obvious. *Nutrients*, 15(9), 2129. <https://doi.org/10.3390/nu15092129>
- Cifuentes, C. y Rincón, M. Á. (2022). Análisis del contenido de ácidos grasos y estimación de índices de calidad nutricional en conservas de atún. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(5), 687-694. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000600588>
- Ciobanu, M. M., Manoliu, D. R., Ciobotaru, M. C., Anchidin, B. G., Matei, M., Munteanu, M., Frunză, G., Murariu, O. C., Flocea, E. I., & Boișteanu, P. C. (2023). The influence of sensory characteristics of game meat on consumer neuroperception: A narrative review. *Foods*, 12(6), 1341. <https://doi.org/10.3390/foods12061341>
- Coates, W., & Ayerza, R. (2004). Fatty acid composition of llama muscle and internal fat in two Argentinian herds. *Small Ruminant Research*, 52(3), 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.07.002>

- Código Alimentario Argentino. (2025a). *Capítulo VI - Alimentos cárneos y afines*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_vi_carneos_actualiz_2025-04.pdf
- Código Alimentario Argentino. (2025b). *Capítulo V - Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/capitulo_v_rotulacion_actualiz_2025-06.pdf
- Condori, G., Ayala, C., Renieri, C., Rodríguez, T., y Martínez, Z. (2003). Evaluación química de la carne de llama en diferentes periodos del crecimiento. En *Memoria III Congreso Mundial sobre Camélidos* (pp. 597-603). Bolivia.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (1983). *Texto de la Convención*. <https://cites.org/esp/disc/text.php>
- Corallo, A., Latino, M. E., & Spennato, A. A. (2019). Survey to discover current food choice behaviors. *Sustainability*, *11*(18), 5041. <https://doi.org/10.3390/su11185041>
- Cortes, V. A., Busso, D., Maiz, A., Arteaga, A., Nervi, F., & Rigotti, A. (2014). Physiological and pathological implications of cholesterol. *Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)*, *19*(3), 416-428. <https://doi.org/10.2741/4216>
- Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P., & Renieri, C. (2004). Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Science*, *66*, 589-593. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00174-8)
- Czarniecka-Skubina, E., Stasiak, D. M., Latoch, A., Owczarek, T., & Hamulka, J. (2022). Consumers' perception and preference for the consumption of wild game meat among adults in Poland. *Foods*, *11*(6), 830. <https://doi.org/10.3390/foods11060830>
- Daguer, H., Stephan, M. P., Barcellos, V. C., & Bersot, L. S. (2010). SDS-PAGE electrophoretic pattern of pork enhanced with non-meat proteins. *Ciência Rural*, *40*(2), 404-410. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000200030>
- Dai, S., Tian, Z., Zhao, D., Liang, Y., Zhong, Z., Xu, Y., Hou, S., & Yang Y. (2024). The association between the diversity of coenzyme Q10 intake from dietary sources and the risk of new-onset hypertension: A nationwide cohort study. *Nutrients*, *16*(7), 1017. <https://doi.org/10.3390/nu16071017>
- D'Alterio, G. L., Knowles, T. G., Eknaes, E. I., Loevland, I. E., & Foster, A. P. (2006). Postal survey of the population of South American camelids in the United Kingdom in 2000/01. *Veterinary Record*, *158*(3), 86-90. <https://doi.org/10.1136/vr.158.3.86>
- D'Angelo, S., Motti, M. L., & Meccariello, R. (2020). ω -3 and ω -6 polyunsaturated fatty acids, obesity and cancer. *Nutrients*, *12*, 2751. <https://doi.org/10.3390/nu12092751>
- Dannenberger, D., Nuernberg, G., Nuernberg, K., & Hagemann, E. (2013). The effects of gender, age and region on macro- and micronutrient contents and fatty acid profiles in

- the muscles of roe deer and wild boar in Mecklenburg-Western Pomerania (Germany). *Meat Science*, 94(1), 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.12.010>
- Daszkiewicz, T., Kubiak, D., Winarski, R., & Koba-Kowalczyk, M. (2012). The effect of gender on the quality of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) meat. *Small Ruminant Research*, 103(2–3), 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.044>
- de Araújo, P. D., Araújo, W. M. C., Patarata, L., & Fraqueza, M. J. (2022). Understanding the main factors that influence consumer quality perception and attitude towards meat and processed meat products. *Meat Science*, 193, 108952. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108952>
- de Lamo, D. A. (2011). *Camélidos sudamericanos. Historia, usos y sanidad animal*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: SENASA.
- de Lamo, D. A., y Saba, S. (1993). Características del parto normal en el guanaco (*Lama guanicoe*). *Veterinaria Argentina*, X(91), 33-37.
- De Leenheer, A. P., Lambert, W. E., & Van Bocxlaer, J. F. (2000). *Modern chromatographic analysis of vitamins: Revised and expanded* (3rd ed.). Ghent: CRC Press.
- Derbyshire, E. (2017). Associations between red meat intakes and the micronutrient intake and status of UK females: A secondary analysis of the UK National Diet and Nutrition Survey. *Nutrients*, 9(7), 768. <https://doi.org/10.3390/nu9070768>
- Descalzo, A. M., Insani, E. M., Biolatto, A., Sancho, A. M., García, P. T., Pensel, N. A., & Josifovich, J. A. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70(1), 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.018>
- Descalzo, A. M., Rossetti, L., Grigioni, G., Irurueta, M., Sancho, A. M., Carrete, J., & Pensel, N. A. (2007). Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science*, 75(2), 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.015>
- Dinh, T. T. N., Thompson, L. D., Galyean, M. L., Brooks, J. C., Patterson, K. Y., & Boylan, L. M. (2011). Cholesterol content and methods for cholesterol determination in meat and poultry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(6), 269-289. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00158.x>
- Dirección de Fauna y Flora Silvestre. (2012). *Plan Provincial de Manejo de Guanacos. Provincia del Chubut* (Resolución N° 131/2012).
- Dirección de Flora y Fauna Silvestre. (2019). *Disposición N°09/2019*. <https://boletin.chubut.gov.ar/archivos/boletines/Marzo%2019,%202019.pdf>
- Dirección de Flora y Fauna Silvestre. (2022). *Disposición N°04/2022*. <https://boletin.chubut.gov.ar/archivos/boletines/Agosto%2003,%202022.pdf>
- Dirección de Flora y Fauna Silvestre. (2023). *Disposición N°04/2023*. <https://boletin.chubut.gov.ar/archivos/boletines/Abril%2020,%202023.pdf>

- Dirección de Fauna y Flora Silvestre. (2024). *Disposición N° 31/2024*. [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/liebres/caza/archivos/000001_Chubut%20-%20Disposici%C3%B3n%20Nro%2031-2024%20\(Caza%20Mayor%20y%20Menor\).pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/liebres/caza/archivos/000001_Chubut%20-%20Disposici%C3%B3n%20Nro%2031-2024%20(Caza%20Mayor%20y%20Menor).pdf)
- 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094363>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., & Lorenzo, J. M. (2019b). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Gagaoua, M., Barba, F. J., & Lorenzo, J. M. (2019a). Exotic meats: An alternative food source. In J. M. Lorenzo, P. E. S. Munekata, F. J. Barba y F. Toldrá (Eds.), *More than beef, pork and chicken – The production, processing, and quality traits of other sources of meat for human diet* (pp. 385-408). Springer.
- Dutt, S., Hamza, I., & Bartnikas, T. B. (2022). Molecular mechanisms of iron and heme metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 42, 311-335. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-062320-112625>
- Ekici, K. (2008). The species identification of raw meat with SDS-PAGE technique. *Indian Veterinary Journal*, 85, 1193-1195.
- Elagizi, A., Lavie, C. J., O'Keefe, E., Marshall, K., O'Keefe, J. H., & Milani, R. V. (2021). An update on omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health. *Nutrients*, 13(1), 204. <https://doi.org/10.3390/nu13010204>
- Elmore, J. S., & Mottram, D. S. (2009). Flavour development in meat. In J. R. Kerry, & D. Ledward (Eds.), *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat* (pp. 111-146). CRC Press: Woodhead Publishing Limited.
- Engelhardt, W., Dycker, C. H., & Lechner-Doll, M. (2007). Absorption of short-chain fatty acids, sodium and water from the forestomach of camels. *Journal of Comparative Physiology B*, 177(5), 631-640. <https://doi.org/10.1007/s00360-007-0161-8>
- Escobar, N., Beas, S., Gras, N. y Ronco, A. M. (2023). Fraude alimentario: Pasado, presente y futuro. *Revista Chilena de Nutrición*, 50(1), 106-116. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182023000100106>
- Falowo, A. B. (2021). A comprehensive review of nutritional benefits of minerals in meat and meat products. *Science Letters*, 9(2), 55-64. <https://doi.org/10.47262/SL/9.2.132021010>
- FAOSTAT. (2025). *Datos sobre alimentación y agricultura*. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>

- Farapti, F., Maulia, P. H., Fadilla, C., Yogiswara, N., Rejeki, P. S., Miftahussurur, M., & Majid, H. A. (2025). Community-level dietary intake of sodium, potassium, and sodium-to-potassium ratio as a global public health problem: A systematic review and meta-analysis. *F1000Research*, *11*, 953. <https://doi.org/10.12688/f1000research.122560.2>
- Fard, S. G., Cameron-Smith, D., & Sinclair, A. J. (2021). n-3 Docosapentaenoic acid: The iceberg n-3 fatty acid. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, *24*(2), 134-138. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000722>
- Farfán, N., y Sammán, N. (2008). Secado solar de carne de llama (*Lama glama*). *Investigaciones Docentes en Ingeniería: Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- Fayer, R., Esposito, D. H., & Dubey, J. P. (2015). Human infections with *Sarcocystis* species. *Clinical Microbiology Reviews*, *28*, 295-311. <https://doi.org/10.1128/cmr.00113-14>
- Federico, G., Carrillo, F., Dapporto, F., Chiariello, M., Santoro, M., Bellelli, R., & Carlomagno, F. (2022). NCOA4 links iron bioavailability to DNA metabolism. *Cell Reports*, *40*(7), 111207. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2022.111207>
- Ferrinho, A. M., Peripolli, E., Banchemo, G., Pereira, A. S. C., Brito, G., La Manna, A., Fernández, E., Montossi, F., Kluska, S., Mueller, L. F., Berchielli, T. T., & Baldi, F. (2020). Effect of growth path on carcass and meat-quality traits of Hereford steers finished on pasture or in feedlot. *Animal Production Science*, *60*(2), 323-332. <https://doi.org/10.1071/AN18075>
- Fiala, M., Marveggio, D., Viganò, R., Demartini, E., Nonini, L., & Gaviglio, A. (2020). LCA and wild animals: Results from wild deer culled in a northern Italy hunting district. *Journal of Cleaner Production*, *244*, 118667. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118667>
- Fiorentini, D., Cappadone, C., Farruggia, G., & Prata, C. (2021). Magnesium: Biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. *Nutrients*, *13*(4), 1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>
- Flis, M., Grela, E. R., Żukowska, G., & Gugala, D. (2020). Nutritional composition and heavy metal content in breast and thigh muscles of wild and intensively reared common pheasants (*Phasianus colchicus*). *Journal of Veterinary Research*, *64*(2), 305-312. <https://doi.org/10.2478/jvetres-2020-0028>
- Floris, I., Vannuccini, A., Ligotti, C., Musolino, N., Romano, A., Viani, A., Bianchi, D. M., Robetto, S., & Decastelli, L. (2024). Detection and characterization of zoonotic pathogens in game meat hunted in northwestern Italy. *Animals*, *14*(4), 562. <https://doi.org/10.3390/ani14040562>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, *98*(3), 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>

- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2022). Understanding the future meat consumers. *Meat Science*, 193, 108941. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108941>
- Font-i-Furnols, M., Realini, C. E., Guerrero, L., Oliver, M. A., Sañudo, C., Campo, M. M., Nute, G. R., Cañeque, V., Alvarez, I., San Julián, R., Luzardo, S., Brito, G., & Montossi, F. (2009). Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. *Meat Science*, 81(1), 196-202. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.019>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2002). *Human vitamin and mineral requirements: Report of a joint FAO/WHO expert consultation*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y2809e>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Food energy: methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop*. https://www.fao.org/uploads/media/FAO_2003_Food_Energy_02.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO expert consultation*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i3124e>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *In Brief to The State of Food and Agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. <https://www.fao.org/3/cb7351en/cb7351en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023a). *Contribution of terrestrial animal source food to healthy diets for improved nutrition and health outcomes: An evidence and policy overview on the state of knowledge and gaps*. <https://www.fao.org/3/cc3912en/cc3912en.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023b). *Pathways towards lower emissions: A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems*. <https://openknowledge.fao.org/items/b3f21d6d-bd6d-4e66-b8ca-63ce376560b5>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024c). *Per capita consumption of meat – FAO (with major processing by Our World in Data)*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/meat-production>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025b). *Total meat production – FAO (with major processing by Our World in Data)*. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/meat-production>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025c). *Sustainable Wildlife Management (SWM) Programme*. <https://www.fao.org/in-action/swm-programme>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025d). *Sustainable Food and Agriculture*. <https://www.fao.org/sustainability/en>

- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (1991). *Protein quality evaluation: Report of the Joint FAO/WHO expert consultation*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/t0501e>
- Fowler, M. E. (2008). Camelids are not ruminants. In M. E. Fowler & R. E. Miller (Eds.), *Zoo and wild animal medicine* (6th ed., pp. 375-385). Saunders/Elsevier.
- Franklin, W. L. (2011). Family Camelidae (camels). In D. E. Wilson & R. A. Mittermeier (Eds.), *Handbook of the Mammals of the World* (Hoofed Mammals). Barcelona: Lynx Edicions.
- Frunză, G., Ciobanu, M. M., Murariu, O. C., Radu-Rusu, R. M., & Boișteanu, P. C. (2025). The fatty acid content, health lipid indices, and instrumental, histological, and sensory quality of hare meat (*Lepus europaeus* Pallas). *Foods*, 14(2), 310. <https://doi.org/10.3390/foods14020310>
- Fukunaka, A., & Fujitani, Y. (2018). Role of zinc homeostasis in the pathogenesis of diabetes and obesity. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(2), 476. <https://doi.org/10.3390/ijms19020476>
- Fussell, M., Contillo, A., Druehl, H., & Rodriguez, N. R. (2021). Essential amino acid density: Differences in animal- and plant-based dietary patterns designed for older women. *Nutrition Today*, 56(2), 70-75. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000466>
- Garcia, P. T., Casal, J. J., Fianuchi, S., Magaldi, J. J., Rodríguez, F. J., & Ñancucheo, J. A. (2008b). Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. *Meat Science*, 79(3), 541-548. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.009>
- Garcia, P. T., Pensel, N. A., Sancho, A. M., Latimori, N. J., Kloster, A. M., Amigone, M. A., & Casal, J. J. (2008a). Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. *Meat Science*, 79(3), 500-508. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.019>
- Garner, T. B., Hester, J. M., Carothers, A., & Diaz, F. J. (2021). Role of zinc in female reproduction. *Biology of Reproduction*, 104(5), 976-994. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioab055>
- Gattermann, N., Muckenthaler, M. U., Kulozik, A. E., Metzgeroth, G., & Hastka, J. (2021). The evaluation of iron deficiency and iron overload. *Deutsches Ärzteblatt International*, 118(49), 847-856. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0290>
- Gaudichon, C. (2024). Evolution and significance of amino acid scores for protein quality. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1437853. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1437853>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/i3437e/i3437e.pdf>

- Ghosh, M. K., Vipin, Karunakaran, M., & Mandal, A. (2022). Nutritional management to increase the productivity of dairy animals in the coastal region. In T.D. Lama, D. Burman, U. K. Mandal, S. K., & H.S. Sen (Eds.), *Transforming Coastal Zone for Sustainable Food and Income Security*. Proceedings of the International Symposium of ISCAR on Coastal Agriculture, March 16–19, 2021 (pp. 86-91). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-95618-9>
- Giampietro-Ganeco, A., Boiago, M. M., Mello, J. L. M., Souza, R. A., Ferrari, F. B., Souza, P. A., & Borba, H. (2020). Lipid assessment, cholesterol and fatty acid profile of meat from broilers raised in four different rearing systems. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(Suppl 1), e20190649. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190649>
- Gill, C. O. (2007). Microbiological conditions of meat from large game animals and birds. *Meat Science*, 77(2), 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.007>
- Gillespie, R. A. M., Williamson, L. H., Terrill, T. H., & Kaplan, R. M. (2010). Efficacy of anthelmintics on South American camelid (llama and alpaca) farms in Georgia. *Veterinary Parasitology*, 172(1-2), 168-171. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.04.009>
- Giuliano, S. M., Reategui Ordoñez, J., Barriga Marcapuda, X., y Florin-Christensen, M. (2023, octubre 26–28). Situación actual de la calidad de carne de camélidos sudamericanos (llama y alpaca) en Argentina y Perú y su relación con la infestación con *Sarcocystis aucheniae*. En *XXIII Reunión Nacional de la Asociación Boliviana de Producción Animal (ABOPA)*, Oruro, Bolivia.
- Głogowski, R., Czauderna, M., Rozbicka, A., Krajewska, K. A., & Clauss, M. (2010). Fatty acid profile of hind leg muscle in female and male nutria (*Myocastor coypus* Mol.), fed green forage diet. *Meat Science*, 85(3), 577-579. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.008>
- Gomori, G. (1942). A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 27, 955-960.
- Gonzales-Barron, U., Popova, T., Bermúdez Piedra, R., Tolsdorf, A., Geß, A., Pires, J., Domínguez, R., Chiesa, F., Brugiapaglia, A., Viola I., Battaglini, L. M., Baratta, M., Lorenzo, J. M., & Cadavez, V. A. P. (2021). Fatty acid composition of lamb meat from Italian and German local breeds. *Small Ruminant Research*, 200, 106384. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106384>
- González, B. A., y Acebes, P. (2016). Reevaluación del guanaco para la Lista Roja de la UICN: Situación actual y recomendaciones a futuro. *GECS News*, 6, 15-21.

- González, 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2006.00084.x>
- González, F., Smulders, F. J. M., Paulsen, P., Skewes, O., & König, H. E. (2004). Anatomical investigations on meat cuts of guanacos (*Lama guanicoe*, Müller, 1776) and chemical composition of selected muscles. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 91, 77-84.
- Granic, A., Dismore, L., Hurst, C., Robinson, S., & Sayer, A. (2020). Myoprotective whole foods, muscle health and sarcopenia: A systematic review of observational and intervention studies in older adults. *Nutrients*, 12(8), 2257. <https://doi.org/10.3390/nu12082257>
- Greenfield, H., y Southgate, D. A. T. (2006). Datos de composición de alimentos: Obtención, gestión y utilización (2a ed.). Roma: FAO.
- Hajji, H., Smeti, S., Mekki, I., & Atti, N. (2025). Effect of dietary protein level and lamb breed on meat physicochemical traits, fatty acid profile and nutritional indices. *Archives Animal Breeding*, 68(1), 57-66. <https://doi.org/10.5194/aab-68-57-2025>
- Hara, A., & Radin, N. S. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, 90(1), 420-426. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(78\)90046-5](https://doi.org/10.1016/0003-2697(78)90046-5)
- Harper, D. J., Fileman, C. F., May, P. V., & Portman, J. E. (1989). *Aquatic environmental protection: Analytical methods, No. 3. Methods for the analysis of trace metals in marine and other samples* (MAFF Publication, 38 pp.). Lowestoft.
- Hartmann, C., & Siegrist, M. (2017). Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>
- Hasbaoui, B. E., Mebrouk, N., Saghir, S., Yajouri, A. E., Abilkassem, R., & Agadr, A. (2021). Vitamin B12 deficiency: Case report and review of literature. *Pan African Medical Journal*, 38, 237. <https://doi.org/10.11604/pamj.2021.38.237.20967>
- Henchion, M. M., McCarthy, M., Resconi, V. C., & Troy, D. (2014). Meat consumption: Trends and quality matters. *Meat Science*, 98(3), 561-568. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.007>
- Henchion, M. M., McCarthy, M., & Resconi, V. C. (2017). Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. *Meat Science*, 128, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.006>
- Henríquez, J. M. (2004). Influencia de los defecaderos de camélidos sobre el desarrollo vegetal y riqueza de especies en morrenas glaciales, Tierra del Fuego. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(3), 501-508. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000300009>
- Hermanto, S., Rudiana, T., Zein, M. I. H. L., & Wisudawati, A. W. (2022). Methods validation of pork authentication in processed meat products (sausages) through densitometry

- analysis. *International Journal of Halal Research*, 4(1), 35–44.
<https://doi.org/10.15575/ijhar.v4i1.11892>
- Hodgkinson, S. M., Montoya, C. A., Scholten, P. T., Rutherford, S. M., & Moughan, P. J. (2018). Cooking conditions affect the true ileal digestible amino acid content and digestible indispensable amino acid score (DIAAS) of bovine meat as determined in pigs. *The Journal of Nutrition*, 148(10), 1564–1569. <https://doi.org/10.1093/jn/nxy153>
- Honorable Legislatura del Chubut. (2008). Ley XI N° 10: Ley de Conservación de la Fauna.
- Hou, Y., & Wu, G. (2018). Nutritionally essential amino acids. *Advances in Nutrition*, 9(6), 849–851. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy054>
- Hurrell, R., & Egli, I. (2010). Iron bioavailability and dietary reference values. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 91(5), 1461S–1467S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28674F>
- Hussain, A., Jiang, W., Wang, X., Shahid, S., Saba, N., Ahmad, M., Dar, A., Masood, S. U., Imran, M., Mustafa, A. (2022). Mechanistic impact of zinc deficiency in human development. *Frontiers in Nutrition*, 9, 717064. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.717064>
- Institute of Medicine. (1997). *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/5776>
- Institute of Medicine. (2005). *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10490>
- Institute of Medicine. (2006). *Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11537>
- Instituto de Ecología Regional. (2024). *El 23 de agosto se celebra por primera vez el Día Internacional del Guanaco*. Universidad Nacional de Tucumán-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. <https://ier.conicet.gov.ar/el-23-de-agosto-se-celebra-por-primera-vez-el-dia-internacional-del-guanaco/>
- Instituto de Economía. (2023). *Informe sobre consumo de carne vacuna*. Universidad Argentina de la Empresa (UADE). <https://www.uade.edu.ar/media/021jg4di/consumo-de-carne-vacuna-en-argentina.pdf>
- Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. (2005). *Estudio de usos y actitudes sobre el consumo de carne vacuna en Argentina*. <https://www.ipcva.com.ar/files/edm042005.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017-2018. Resultados preliminares* (1a ed.). https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/sociedad/engho_2017_2018_resultados_preliminares.pdf

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). *Canasta básica alimentaria y canasta básica total: preguntas frecuentes* (1a ed.). https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/sociedad/preguntas_frecuentes_cba_cbt.pdf
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO 8589:2007. Sensory analysis: General guidance for the design of test rooms* (2nd ed.). Geneva: International Organization for Standardization.
- James Stubbs R., Horgan, G., Robinson, E., Hopkins, M., Dakin, C., & Finlayson, G. (2023). Diet composition and energy intake in humans. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1888), 20220449. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0449>
- Jeong, H. Y., Moon, Y. S., & Cho, K. K. (2024). ω -6 and ω -3 polyunsaturated fatty acids: Inflammation, obesity and foods of animal resources. *Food Science of Animal Resources*, 44(5), 988-1010. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e65>
- John, E. N., & Jones, K. R. (2024). Nutritional value of meat from selected neotropical reptiles. *Emerging Animal Species*, 10, 100046. <https://doi.org/10.1016/j.eas.2024.100046>
- Jouany, J. P. (2000). The digestion in camelids: A comparison to ruminants. *INRA Productions Animales*, 13(3), 165-176.
- Juárez, M., Lam, S., Bohrer, B. M., Dugan, M. E. R., Vahmani, P., Aalhus, J., Juárez, A., López-Campos O., Prieto, N., Segura, J. (2021). Enhancing the nutritional value of red meat through genetic and feeding strategies. *Foods*, 10(4), 872. <https://doi.org/10.3390/foods10040872>
- Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H. F., Baldi, R., Wheeler, J. C., Rosadio, R., & Bruford, M. W. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 268(1485), 2575-2584. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>
- Kang, L., Wang, W., Yang, L., Liu, T., Zhang, T., Xie, J., Zhai, M., Zhao, X., Duan, Y., & Jin, Y. (2024). Effects of feeding patterns on production performance, lipo-nutritional quality and gut microbiota of Sunit sheep. *Meat Science*, 218, 109642. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109642>
- Kasprzyk, A. (2024). Amino acid content in the muscles of the red deer (*Cervus elaphus*) from three types of feeding grounds. *Animals*, 14(19), 2763. <https://doi.org/10.3390/ani14192763>
- Kasprzyk, A., Kilar, J., Walenia, A., & Kusz, B. (2022). Comparison of lipid properties and cadmium and lead content in red deer (*Cervus elaphus*) meat from three feeding grounds. *Animals*, 12(20), 2859. <https://doi.org/10.3390/ani12202859>
- Kaufmann, T. (2015). Sustainable livestock production: Low Emission Farm—The innovative combination of nutrient, emission and waste management with special emphasis on

- Chinese pig production. *Animal Nutrition*, 1(2), 104-112. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2015.08.001>
- Kavanaugh, M., Rodgers, D., Rodríguez, N., & Leroy, F. (2025). Considering the nutritional benefits and health implications of red meat in the era of meatless initiatives. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1525011. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1525011>
- Keeton, J., & Dikeman, M. (2017). 'Red' and 'white' meats—terms that lead to confusion. *Animal Frontiers*, 7(4), 29-33. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0440>
- Khalid, W., Maggiolino, A., Kour, J., Arshad, M. S., Aslam, N., Afzal, M. F., Meghwar, P., Zafar, K. U., De Palo, P., & Korma, S. A. (2023). Dynamic alterations in protein, sensory, chemical, and oxidative properties occurring in meat during thermal and non-thermal processing techniques: A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1057457. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1057457>
- Kilar, J., & Kasprzyk, A. (2021). Fatty acids and nutraceutical properties of lipids in fallow deer (*Dama dama*) meat produced in organic and conventional farming systems. *Foods*, 10(10), 2290. <https://doi.org/10.3390/foods10102290>
- Kim, Y., & Kim, J. (2020). n-6 Polyunsaturated fatty acids and risk of cancer: Accumulating evidence from prospective studies. *Nutrients*, 12(9), 2523. <https://doi.org/10.3390/nu12092523>
- Kokoszyński, D., Żochowska-Kujawska, J., Kotowicz, M., Piątek, H., Włodarczyk, K., Arpášová, H., Biesiada-Drzazga, B., Wegner, M., Saleh, M., & Imański, M. (2024). The effects of slaughter age and sex on carcass traits, meat quality, and leg bone characteristics of farmed common pheasants (*Phasianus colchicus* L.). *Animals*, 14(7), 1050. <https://doi.org/10.3390/ani14071050>
- Koletzko, B., Godfrey, K. M., Poston, L., Szajewska, H., van Goudoever, J. B., de Waard, M., Brands, B., Grivell, R. M., Deussen, A. R., Dodd, J. M., Patro-Golab, B., & Zalewski, B. M. (2019). Nutrition during pregnancy, lactation and early childhood and its implications for maternal and long-term child health: The Early Nutrition Project recommendations. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(2), 93-106. <https://doi.org/10.1159/000496471>
- Kudrnáčová, E., Bartoň, L., Bureš, D., & Hoffman, L. C. (2018). Carcass and meat characteristics from farm-raised and wild fallow deer (*Dama dama*) and red deer (*Cervus elaphus*): A review. *Meat Science*, 141, 9-27. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.020>
- Kumar, A., Sharma, E., Marley, A., Samaan, M. A., & Brookes, M. J. (2022). Iron deficiency anaemia: Pathophysiology, assessment, practical management. *BMJ Open Gastroenterology*, 9(1), e000759. <https://doi.org/10.1136/bmjgast-2021-000759>

- Latimori, N. J., Kloster, A. M., García, P. T., Carduza, F. J., Grigioni, G., & Pensel, N. A. (2008). Diet and genotype effects on the quality index of beef produced in the Argentine Pampeana region. *Meat Science*, 79(3), 463-469. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.008>
- Lebart, L., Piron, M., & Morineau, A. (2006). *Statistique exploratoire multidimensionnelle: Visualisation et inférence en fouilles de données* (4ème éd.). Dunod.
- Leiva, P. M. L., Frutos, A. E., Lavandera, J., Simoncini, M. S., Labaque, M. C., Piña, C. I., & González, M. A. (2021). Effect of flaxseed and flaxseed oil supplemented in caiman diet on meat fatty acids. *Tropical Animal Health and Production*, 53(6), 550. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02974-y>
- Leiva, P. M., Simoncini, M. S., Valli, F. E., Piña, C. I., González, M. A., & Cuffia, F. (2023). Non-conventional meat as a sustainable alternative for consumption: Case of *Eunectes notaeus*, physicochemical, microbiological, and sensory characterization. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 33, 100760. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100760>
- Lénárt, Z., Bartha, A., Abonyi-Tóth, Z., & Lehel, J. (2023). Monitoring of metal content in the tissues of wild boar (*Sus scrofa*) and its food safety aspect. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(6), 15899-15910. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23329-6>
- Leroy, F., & Cofnas, N. (2020). Should dietary guidelines recommend low red meat intake? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(16), 2763-2772. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1657063>
- Leroy, F., Smith, N. W., Adesogan, A. T., Beal, T., Ionnatti, L., Moughan, P. J., & Mann, N. (2023). The role of meat in the human diet: Evolutionary aspects and nutritional value. *Animal Frontiers*, 13(2), 11-18. <https://doi.org/10.1093/af/vfac093>
- Lestingi, A. (2023). Use of wild boar (*Sus scrofa*) as a sustainable alternative in pork production. *Animals*, 13(14), 2258. <https://doi.org/10.3390/ani13142258>
- Lin, P. H., Sermersheim, M., Li, H., Lee, P. H. U., Steinberg, S. M., & Ma, J. (2017). Zinc in wound healing modulation. *Nutrients*, 10(1), 16. <https://doi.org/10.3390/nu10010016>
- Lindsay, D. S., & Dubey, J. P. (2020). Neosporosis, toxoplasmosis, and sarcocystosis in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 36(1), 205-222. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.004>
- Llanos, R., & Travaini, A. (2020). Diet of puma (*Puma concolor*) in sheep ranches of central Patagonia (Argentina). *Journal of Arid Environments*, 177, 104145. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104145>

- Logan, B. G., Bush, R. D., Biffin, T. E., Hopkins, D. L., & Smith, M. A. (2019). Measurement of drip loss in alpaca (*Vicugna pacos*) meat using different techniques and sample weights. *Meat Science*, *151*, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.12.012>
- López, L. B., Baroni, A. V., Rodríguez, V. G., Greco, C. B., Macías de Costa, S., Rodríguez de Pece, S., y Ronayne de Ferrer, P. (2005). Desarrollo y validación de un método por HPLC para la determinación de niveles de vitamina A en leche materna: Su aplicación a una población rural de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *55*(2), 140-143.
- López, L. B., Binaghi, M. J., Greco, C. B., Mambrín, M. C. y Valencia, M. E. (2009). Comparación entre un método electroforético y un método inmunoquímico para la detección de especies porcina y/o vacuna en productos cárnicos crudos o cocidos comerciales. Trabajo completo presentado en el *XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos*.
- López, L. B., Binaghi, M. J., Greco, C. B., Mambrín, M. C., y Valencia, M. E. (2011). Identificación de especies cárnicas en productos cárnicos cocidos: Utilización de SDS-PAGE como método de screening. *Revista Chilena de Nutrición*, *38*(2), 187-196. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182011000200009>
- López, L. B., Greco, C. B., Binaghi, M. J., Mambrín, M. C. y Valencia, M. E. (2010). Identificación y cuantificación de especies vacuna y/o porcina en productos cárnicos frescos por SDS-PAGE. *Industria Cárnica Latinoamericana*, *163*, 48-51.
- Ludwiczak, A., Składanowska-Baryza, J., & Stanisiz, M. (2020). Effect of age and sex on the quality of offal and meat of the wild boar (*Sus scrofa*). *Animals*, *10*(4), 660. <https://doi.org/10.3390/ani10040660>
- Maares, M., & Haase, H. (2020). A guide to human zinc absorption: General overview and recent advances of in vitro intestinal models. *Nutrients*, *12*(3), 762. <https://doi.org/10.3390/nu12030762>
- Maldonado Saavedra, O., Ramírez Sánchez, I., García Sánchez, J. R., Ceballos Reyes, G. M. y Méndez Bolaina, E. (2012). Colesterol: Función biológica e implicaciones médicas. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, *43*(2), 7-22.
- Mamani, R., y Choque Sánchez, D. S. (2020). Evaluación de las pérdidas económicas en la comercialización de la carne de llama (*Lama glama*) con la presencia de *Sarcocystis aucheniae*, en la ciudad de El Alto. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, *3*(2), 453-458. <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/11>
- Mamani-Linares, L. W., Cayo, F., y Gallo, C. (2013). Efecto de estación del año sobre la composición proximal y perfil de ácidos grasos de carne de llamas en crianza extensiva. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*, *24*(4), 417-424. <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i4.2727>

- Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. B. (2013). Meat quality attributes of the *Longissimus lumborum* muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. *Meat Science*, *94*, 89-94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.12.013>
- Mamani-Linares, L. W., & Gallo, C. B. (2014). Meat quality, proximate composition and muscle fatty acid profile of young llamas (*Lama glama*) supplemented with hay or concentrate during the dry season. *Meat Science*, *96*, 394–399. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.028>
- Mancini, R. A. (2009). Meat color. In J. R. Kerry, & D. Ledward (Eds.), *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat* (pp. 89–110). CRC Press: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1201/b15797-12>
- Mann, N. (2007). Meat in the human diet: An anthropological perspective. *Nutrition & Dietetics*, *64*(4), S102-S107. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0080.2007.00194.x>
- Mann, N. J. (2018). A brief history of meat in the human diet and current health implications. *Meat Science*, *144*, 169-179. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.008>
- Mantadakis, E., Chatzimichael, E., & Zikidou, P. (2020). Iron deficiency anemia in children residing in high and low-income countries: Risk factors, prevention, diagnosis and therapy. *Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases*, *12*(1), e2020041. <https://doi.org/10.4084/MJHID.2020.041>
- Marescotti, M. E., Demartini, E., Gibbert, M., Viganò, R., & Gaviglio, A. (2021). Disentangling individual phases in the hunted vs. farmed meat supply chain: Exploring hunters' perceptions in Italy. *Foods*, *10*(1), 174. <https://doi.org/10.3390/foods10010174>
- Mariamenatu, A. H., & Abdu, E. M. (2021). Overconsumption of omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of omega-3 PUFAs in modern-day diets: The disturbing factor for their "balanced antagonistic metabolic functions" in the human body. *Journal of Lipids*, *2021*, 8848161. <https://doi.org/10.1155/2021/8848161>
- Marín, J. C., Casey, C. S., Kadwell, M., Yaya, K., Hoces, D., Olazabal, J., Rosadio, R., Rodriguez, J., Spotorno, A., Bruford, M. W., & Wheeler, J. C. (2007). Mitochondrial phylogeography and demographic history of the vicuña: Implications for conservation. *Heredity (Edinburgh)*, *99*(1), 70-80. <https://doi.org/10.1038/sj.hdy.6800966>
- Marín, J. C., Spotorno, A. E., González, B., Bonacic, C., Wheeler, J. C., Casey, C. S., Bruford, M. W., Palma, R.D., & Poulin, E. (2008). Mitochondrial DNA variation, phylogeography and systematics of guanaco (*Lama guanicoe*, Artiodactyla: Camelidae). *Journal of Mammalogy*, *89*(2), 269-281. <https://doi.org/10.1644/06-MAMM-A-385R.1>
- Marinangeli, C. P. F., & House, J. D. (2017). Potential impact of the digestible indispensable amino acid score as a measure of protein quality on dietary regulations and health. *Nutrition Reviews*, *75*(8), 658-667. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux025>

- Marozzi, A., Panebianco, A., Gómez, F. M., González Musso, R., Gregorio, P. F., Schroeder, N., Moreno, P., Peña, F., & Carmanchahi, P. D. (2024). Primary productivity and animal local density covary in a partially migratory wild guanaco population. *Journal of Arid Environments*, 224, 105201. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2024.105201>
- Maughan, T., & Martini, S. (2012). Identification and quantification of flavor attributes present in chicken, lamb, pork, beef and turkey. *Journal of Food Science*, 77(S1), S115-S121. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02574.x>
- McEldrew, E. P., Lopez, M. J., & Milstein, H. (2025, February 19). Vitamin A. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482362/>
- McLean, R. M., & Wang, N. X. (2021). Potassium. In N. A. M. Eskin (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 96, pp. 89-121). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2021.02.013>
- McNulty, H., Pentieva, K., & Ward, M. (2023). Causes and clinical sequelae of riboflavin deficiency. *Annual Review of Nutrition*, 43, 101-122. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-061121-084407>
- Menchú, M. T., & Méndez, H. (2007). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (2a ed.). Guatemala: Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá/ Organización Panamericana de la Salud.
- Mente, A., O'Donnell, M., & Yusuf, S. (2021). Sodium intake and health: What should we recommend based on the current evidence? *Nutrients*, 13(9), 3232. <https://doi.org/10.3390/nu13093232>
- Meyners, M., & Castura, J. C. (2016). Randomization of CATA attributes: Should attribute lists be allocated to assessors or to samples? *Food Quality and Preference*, 48(Pt A), 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.09.014>
- Milczarek, A., Janocha, A., Niedziałek, G., Zowczak-Romanowicz, M., Horoszewicz, E., & Piotrowski, S. (2021). Health-promoting properties of the wild-harvested meat of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) and red deer (*Cervus elaphus* L.). *Animals*, 11(7), 2108. <https://doi.org/10.3390/ani11072108>
- Milford, A. B., Le Mouël, C., Boudirsky, B. L., & Rolinski, S. (2019). Drivers of meat consumption. *Appetite*, 141, 104313. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.06.005>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2020). *Antecedentes en la producción de llama en Argentina*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/camelidos/llama/archivos/000000_Informes/000_000_Antecedentes%20de%20la%20Producci%C3%B3n%20de%20Llamas%20en%20Argentina.pdf

- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2022). *El 87% de la población mundial de alpacas se encuentra en el Perú*. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/636546-midagri-el-87-de-la-poblacion-mundial-de-alpacas-se-encuentra-en-el-peru>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2020). *Guías alimentarias para la población argentina*. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/bancos/2020-08/guias-alimentarias-para-la-poblacion-argentina.pdf>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2022). *SARA 2: Tabla de composición química de alimentos para Argentina. Compilación para ENNyS 2* (1a ed.). <https://iah.msar.gov.ar/doc/720.pdf>
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social de la Nación. (2019). *Segunda Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS2): Resumen ejecutivo*. <https://iah.msar.gov.ar/doc/705.pdf>
- Minvielle, M. C. (2023). *Sarcocystis* spp. Sarcocystosis humana. En N. E. Radman, M. I. Gamboa y F. L. Mastrantonio Pedrina (Coords.), *Parasitología comparada. Modelos parasitarios* (pp. 51-58). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149180>
- Miotti, L. (2012). El uso de los recursos faunísticos entre los cazadores-recolectores de Patagonia: Tendencias espacio/temporales de las estrategias durante el Holoceno. *Archaeofauna*, 21, 139-162. <https://doi.org/10.15366/archaeofauna2012.21.007>
- Miranda-de la Lama, G. C., Mamani-Linares, W., & Estévez-Moreno, L. X. (2022). Species destined for non-traditional meat production: 2. Goats and South American domestic camelids. En L. Faucitano (Ed.), *Preslaughter handling and slaughter of meat animals* (pp. 349-389). Wageningen, Países Bajos: Academic Publishers.
- Molenda, M., & Kolmas, J. (2023). The role of zinc in bone tissue health and regeneration—A review. *Biological Trace Element Research*, 201, 5640-5651. <https://doi.org/10.1007/s12011-023-03631-1>
- Montes, M. C., Carmanchahi, P. D., Rey, A., & Funes, M. C. (2006). Live shearing free-ranging guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia for sustainable use. *Journal of Arid Environments*, 64(4), 616-625. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.05.008>
- Morales, M., & Xue, X. (2021). Targeting iron metabolism in cancer therapy. *Theranostics*, 11(17), 8412-8429. <https://doi.org/10.7150/thno.59092>
- Moré, G., Regensburger, C., Gos, M. L., Pardini, L., Verma, S. K., Ctibor, J., Serrano-Martínez, 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. <https://doi.org/10.1017/S003118201600007X>

- Morrissey, P. A., & Hill, T. R. (2011). Vitamins | Vitamin E. In J. W. Fuquay, J. W. Fox & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (2nd ed., pp. 652-660). Academic Press.
- Moshe, G., Amitai, Y., Korchia, G., Korchia, L., Tenenbaum, A., Rosenblum, J., & Schechter, A. (2013). Anemia and iron deficiency in children: Association with red meat and poultry consumption. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 57(6), 722-727. <https://doi.org/10.1097/MPG.0b013e3182a80c42>
- Moughan, P. J. (2021). Population protein intakes and food sustainability indices: The metrics matter. *Global Food Security*, 29, 100548. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100548>
- Moughan, P. J., & Lim, W. X. J. (2024). Digestible indispensable amino acid score (DIAAS): 10 years on. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1389719. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1389719>
- Moughan, P. J., & Wolfe, R. R. (2019). Determination of dietary amino acid digestibility in humans. *The Journal of Nutrition*, 149(12), 2101-2109. <https://doi.org/10.1093/jn/nxz211>
- Mykolaichuk, L. P., Lesnovskay, O. V., Sanzhara, R. A., Pokhyl, O. M., Gutyj, B. V., Dochkin, D. O., & Mylostyvyi R. V. (2024). The fatty acid composition of lamb makes it a valuable raw material for the meat processing industry. *Scientific Messenger of LNU. Veterinary Medicine and Biotechnology. Series Agricultural Sciences*, 26(101), 109-112. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-a10118>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Nairz, M., & Weiss, G. (2020). Iron in infection and immunity. *Molecular Aspects of Medicine*, 75, 100864. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2020.100864>
- Neacsu, M., McBey, D., & Johnstone, A. M. (2017). Meat reduction and plant-based food: Replacement of meat: Nutritional, health, and social aspects. In S. R. Nadathur, J. P. D. Wanasundara, & others (Eds.), *Sustainable protein sources* (1st ed., pp. 359-375). Academic Press.
- Needham, T., Bureš, D., Černý, J., & Hoffman, L. C. (2023). Overview of game meat utilisation challenges and opportunities: A European perspective. *Meat Science*, 204, 109284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109284>
- Nesic, K. D., Lukic, M. S., & Markovic, R. V. (2024). Fatty acids from beef feed to beef meat. *Food and Feed Research*, 51(00), 40. <https://doi.org/10.5937/ffr0-50371>
- Neubert, S., von Altrock, A., Wendt, M., & Wagener, M. G. (2021). Llama and alpaca management in Germany—Results of an online survey among owners on farm structure, health problems and self-reflection. *Animals*, 11(1), 102. <https://doi.org/10.3390/ani11010102>

- Ni, S., Yuan, Y., Kuang, Y., & Li, X. (2022). Iron metabolism and immune regulation. *Frontiers in Immunology*, *13*, 816282. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.816282>
- Niklewicz, A., Smith, A. D., Smith, A., Holzer, A., Klein, A., McCaddon, A., Molloy, A. M., Wolffenbuttel, B. H. R., Nexo, E., McNulty, H., Refsum, H., Gueant, J. L., Dib, M. J., Ward, M., Murphy, M., Green, R., Ahmadi, K. R., Hannibal, L., Warren, M. J., & Owen, P. J. (2023). The importance of vitamin B12 for individuals choosing plant-based diets. *European Journal of Nutrition*, *62*(3), 1551-1559. <https://doi.org/10.1007/s00394-022-03025-4>
- Nogoy, K. M. C., Sun, B., Shin, S., Lee, Y., Zi Li, X., Choi, S. H., & Park, S. (2022). Fatty acid composition of grain- and grass-fed beef and their nutritional value and health implication. *Food Science of Animal Resources*, *42*(1), 18-33. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e73>
- Nogueira-Filho, S. L. G., & da Cunha Nogueira, S. S. (2018). Capybara meat: An extraordinary resource for food security in South America. *Meat Science*, *145*, 329-333. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.010>
- Nugent, P., Baldi, R., Carmanchahi, P., de Lamo, D., Funes, M., Puig, S., Rivera, S., & Von Thüngen, J. (2006). Conservación del guanaco en la Argentina: Propuesta para un Plan Nacional de Manejo. En M. L. Bolkovic y D. E. Ramadori (Eds.), *Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina* (1a ed., pp. 1-13). Buenos Aires: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.
- O'Connor, L. E., Paddon-Jones, D., Wright, A. J., & Campbell, W. W. (2018). A Mediterranean-style eating pattern with lean, unprocessed red meat has cardiometabolic benefits for adults who are overweight or obese in a randomized, crossover, controlled feeding trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *108*(1), 33-40. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqy075>
- Oda, S. H. I., Bressan, M. C., Cardoso, M. G., de Freitas, R. T. F., Miguel, G. Z., Faria, P. B., Vieira, J. O., Pisa, A. C. C. & Savian, T. V. (2004). Efeito dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, *24*(2), 236-242. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000200013>
- Olfat, N., Ashoori, M., & Saedisomeolia, A. (2022). Riboflavin is an antioxidant: A review update. *British Journal of Nutrition*, *128*(10), 1887-1895. <https://doi.org/10.1017/S0007114521005031>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1997). *Grasas y aceites en la nutrición humana: Consulta FAO/OMS de expertos*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/v4700s>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2005). *Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Argentina*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2022). *Contribución de la ganadería a la seguridad alimentaria, los sistemas agroalimentarios sostenibles, la nutrición y las dietas saludables*. Comité de Agricultura Subcomité de Ganadería. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ni005es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2024a). *Versión resumida. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2024: Financiación para acabar con el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición en todas sus formas*. <https://doi.org/10.4060/cd1276es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2024b). *Los camélidos son medios de subsistencia para 200.000 familias de los altiplanos andinos en Sudamérica*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/camelidos-medio-subsistencia-altiplanos-andinos/es#:~:text=Los%20cam%C3%A9lidos%20desempe%C3%B1an%20una%20funci%C3%B3n,sostenible%20de%20los%20ecosistemas%20terrestres>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024d). *Año Internacional de los Camélidos*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc9034es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2025a). *Países sudamericanos y la FAO se unen para impulsar el desarrollo sostenible y la resiliencia de la ganadería camélida*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/resiliencia-ganaderia-camelida/es#:~:text=Pa%C3%ADses%20sudamericanos%20y%20la%20FAO%20se%20unen,y%20la%20resiliencia%20de%20la%20ganader%C3%ADa%20cam%C3%A9lida.&text=Todas%20estas%20actividades%20se%20han%20desarrollado%20bajo,de%20Bolivia%20y%20Arabia%20Saudita%20como%20copresidentes>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas: Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO*. <https://www.fao.org/4/ac911s/ac911s00.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Reducción de la ingesta de sodio*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>
- Organización Mundial de la Salud. (2025). *Obesidad y sobrepeso*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2024). *OCDE-FAO Perspectivas*

- Agrícolas 2024-2033*. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-fao-agricultural-outlook-2024-2033_4c5d2cfb-en.html
- Our World in Data. (2025). *Meat and dairy production*. <https://ourworldindata.org/meat-production>
- Pagano, M., y Gauvreau, K. (2001). *Fundamentos de bioestadística* (2da ed.). México: International Thomson Editores S.A.
- Palmquist, D. L., Lock, A. L., Shingfield, K. J., & Bauman, D. E. (2005). Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. *Advances in Food and Nutrition Research*, 50, 179–217. [https://doi.org/10.1016/S1043-4526\(05\)50007-2](https://doi.org/10.1016/S1043-4526(05)50007-2)
- Park, M. K., & Choi, Y. S. (2025). Effective strategies for understanding meat flavor: A review. *Food Science of Animal Resources*, 45(1), 165–184. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e124>
- Patil, S., Zamwar, U. M., & Mudey, A. (2023). Etiology, epidemiology, pathophysiology, signs and symptoms, evaluation, and treatment of vitamin A (retinol) deficiency. *Cureus*, 15(11), e49011. <https://doi.org/10.7759/cureus.49011>
- Pedrana, J., Travaini, A., Zanón, J. I., Zapata, S. C., Rodríguez, A., & Bustamante, J. (2019). Environmental factors influencing guanaco distribution and abundance in central Patagonia, Argentina. *Wildlife Research*, 46(1), 1-11. <https://doi.org/10.1071/WR18085>
- Pedrazzoli, M., Dal Bosco, A., Castellini, C., Ranucci, D., Mattioli, S., Pauselli, M., & Roscini, V. (2017). Effect of age and feeding area on meat quality of wild boars. *Italian Journal of Animal Science*, 16(4), 353-362. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1292114>
- Pereira, P. M., & Vicente, A. F. (2013). Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, 93(3), 586-592. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.09.018>
- Pérez, P., Maino, M., Guzman, R., Vaquero, C., Kobrich, C., & Pokniak, J. (2000). Carcass characteristics of llamas (*Lama glama*) reared in central Chile. *Small Ruminant Research*, 37, 93-97. [https://doi.org/10.1016/s0921-4488\(99\)00127-3](https://doi.org/10.1016/s0921-4488(99)00127-3)
- Pérez Dubé, D., Venegas Fornias, O. y Núñez de Villavicencio, M. Método rápido de determinación de humedad en la carne y productos cárnicos. (2023). *Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 24(2), 37-40.
- Pérez-Peña, P. (2022). Uso sostenible y comercio legal de carne silvestre. En P. Mayor, A. Meléndez Herrada, F. Xicoténcatl Plata Pérez, P. Pérez-Peña, C. I. Peña, M. S. Simoncini (Eds.), *Protocolos para el monitoreo y manejo de fauna silvestre* (Vol. 1, pp. 151-182). COMFAUNA.
- Peripolli, V., Gadotti, G. A., Martins, C. E. N., Cunha dos Santos, B. R., Bianchi, I., Moreira, F., Schwegler, E., Philippe, M. G., Garcia, A. R., Félix, M., & Nörnberg, J. L. (2025). Finishing systems on the carcass and meat characteristics and fatty acid profile of the

- longissimus thoracis* muscle of Hereford steers in southern Brazil. *Applied Food Research*, 5(1), 100776. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.100776>
- Perkin-Elmer. (1982). *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Norwalk, CT, USA.
- Perna, M., & Hewlings, S. (2022). *Saturated fatty acid chain length and risk of cardiovascular disease: A systematic review*. *Nutrients*, 15(1), 30. <https://doi.org/10.3390/nu15010030>
- Pinto Jiménez, C. E., Martín Espada, C., y Cid Vázquez, M. D. (2010). Camélidos sudamericanos: Clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 23-36.
- Plaehn, D. (2012). CATA penalty/reward. *Food Quality and Preference*, 24(1), 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.10.008>
- Poder Ejecutivo Nacional. (1981). *Ley N.º 22.421 - Conservación de la fauna silvestre*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-22421-38116>
- Poławaska, E., Cooper, R. G., Jóźwik, A., & Pomianowski, J. (2013). Meat from alternative species – Nutritive and dietetic value, and its benefit for human health – A review. *CyTA – Journal of Food*, 11(1), 37-42. <https://doi.org/10.1080/19476337.2012.680916>
- Polidori, P., Antonini, M., Torres, D., Beghelli, D., & Renieri, C. (2007b). Tenderness evaluation and mineral levels of llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) meat. *Meat Science*, 77, 599-601. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.011>
- Polidori, P., Renieri, C., Antonini, M., & Lebboroni, G. (2007a). Llama meat nutritional properties. *Italian Journal of Animal Science*, 6(1), 857-858. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.857>
- Polidori, P., Renieri, C., Antonini, M., Passamonti, P., & Pucciarelli, F. (2007c). Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Science*, 75, 356-358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.010>
- Ponnampalam, E. N., & Holman, B. W. B. (2023). Chapter 22 - Sustainability II: Sustainable animal production and meat processing. In F. Toldrá (Ed.), *Lawrie's Meat Science* (9th ed., pp. 727-798). Woodhead Publishing.
- Ponnampalam, E. N., Priyashantha, H., Vidanarachchi, J. K., Kiani, A., & Holman, B. W. B. (2024). Effects of nutritional factors on fat content, fatty acid composition, and sensorial properties of meat and milk from domesticated ruminants: An overview. *Animals*, 14(6), 840. <https://doi.org/10.3390/ani14060840>
- Ponnampalam, E. N., Sinclair, A. J., & Holman, B. W. B. (2021). The sources, synthesis and biological actions of omega-3 and omega-6 fatty acids in red meat: An overview. *Foods*, 10(6), 1358. <https://doi.org/10.3390/foods10061358>
- Popoola, I. O., Soladoye, P. O., Gaudette, N. J., & Wismer, W. V. (2020). A Review of Sensory and Consumer-related Factors Influencing the Acceptance of Red Meats from

- Alternative Animal Species. *Food Reviews International*, 38(1), 266-285. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1860084>
- Popova, T., Tejada, L., Peñarrieta, J. M., Smith, M. A., Busch, R. D., & Hopkins, D. L. (2021). Meat of South American camelids – Sensory quality and nutritional composition. *Meat Science*, 171, 108285. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108285>
- Pordomingo, A. J., García, T. P., & Volpi Lagreca, G. (2012). Effect of feeding treatment during the backgrounding phase of beef production from pasture on: II. Longissimus muscle proximate composition, cholesterol and fatty acids. *Meat Science*, 90(4), 939-945. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.12.020>
- Proctor, A., & Meullenet, J. F. (1998). Sampling and sampling preparation. En S. S. Nielsen (Ed.), *Food analysis* (2a ed., pp. 71-82). Gaithersburg: Aspen Publications.
- Puig, S., y Videla, F. (1995). Comportamiento y organización social del guanaco. En S. Puig (Ed.), *Técnicas para el manejo del guanaco*. Gland: UICN.
- Puig, S., Videla, F., Monge, S., & Roig, V. (1996). Seasonal variations in guanaco diet (*Lama guanicoe*, Müller 1776) and food availability in Northern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 34(2), 215-224. <https://doi.org/10.1006/jare.1996.0103>
- Quaresma, M. A. G., Trigo-Rodrigues, I., Alves, S. P., Martins, S. I. V., Barreto, A. S., & Bessa, R. J. B. (2012). Nutritional evaluation of the lipid fraction of Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) tenderloin. *Meat Science*, 92(4), 519-524. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.021>
- Ramanzin, M., Amici, A., Casoli, C., Esposito, L., Lupi, P., Marsico, G., Mattiello, S., Olivieri, O., Ponzetta, M. P., Russo, C., & Trabalza, M. (2010). Meat from wild ungulates: Ensuring quality and hygiene of an increasing resource. *Italian Journal of Animal Science*, 9(e61). <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e61>
- Razmaitė, V., & Šiukščius, A. (2023). Effects of sex and hunting season on carcass and meat quality characteristics of the brown hare (*Lepus europaeus*). *Foods*, 12(12), 2369. <https://doi.org/10.3390/foods12122369>
- Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & De Mattos, D. (2004). Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science*, 66(3), 567-577. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8)
- Regensburger, C., Gos, M. L., Ctibor, J., & Moré, G. (2015). Morphological and molecular characteristics of *Sarcocystis aucheniae* isolated from meat of guanaco (*Lama guanicoe*). *Journal of Food Quality and Hazards Control*, 2(4), 118-121.
- Reischl-Hajiabadi, A. T., Garbade, S. F., Feyh, P., Weiss, K. H., Mütze, U., Kölker, S., & Hoffmann, G. F. (2022). Maternal vitamin B12 deficiency detected by newborn

- screening—Evaluation of causes and characteristics. *Nutrients*, 14(18), 3767. <https://doi.org/10.3390/nu14183767>
- Renieri, C., Eduardo, F., Rosati, A. Y. y Antonini, M. (2009). Definición de razas en llamas y alpacas. *Animal Genetic Resources Information*, 45, 45-54. <https://doi.org/10.1017/S1014233909990319>
- Ribicich, M. M., Fariña, F. A., Aronowicz, T., Ercole, M. E., Bessi, C., Winter, M., & Pasqualetti, M. I. (2020). A review on *Trichinella* infection in South America. *Veterinary Parasitology*, 285, 109234. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2020.109234>
- Rizwan, N., Banday, M. T., Abdullah, M., Malik, A., & Sofi, A. (2025). Impact of drinking water temperature and mineral supplementation on the performance of pregnant ewes. *Discover Animals*, 2(4). <https://doi.org/10.1007/s44338-025-00047-0>
- Romanelli, P. F., Trabuco, E., Borges Scriboni, A., Visentainer, J. V., & Evelázio de Souza, N. (2008). Chemical composition and fatty acid profile of rhea (*Rhea americana*) meat. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(2), 201-205.
- Rosenthal, B. M. (2021). Zoonotic *Sarcocystis*. *Research in Veterinary Science*, 136, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.008>
- Roy, B. C., & Bruce, H. L. (2024). Contribution of intramuscular connective tissue and its structural components on meat tenderness—revisited: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(25), 9280–9310. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2211671>
- Roy, V. C., Park, J. S., Ho, T. C., & Chun, B. S. (2022). Lipid indexes and quality evaluation of omega-3 rich oil from the waste of Japanese Spanish mackerel extracted by supercritical CO₂. *Marine Drugs*, 20(2), 70. <https://doi.org/10.3390/md20020070>
- Saadoun, A., Cabrera, M. C., & Castellucio, P. (2006). Fatty acids, cholesterol and protein content of nutria (*Myocastor coypus*) meat from an intensive production system in Uruguay. *Meat Science*, 72(4), 778-784. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.10.007>
- Saadoun, A., & Cabrera, M. C. (2008). A review of the nutritional content and technological parameters of indigenous sources of meat in South America. *Meat Science*, 80(3), 570-581. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.027>
- Saeed, M. A., Rashid, M. H., Vaughan, J., & Jabbar, A. (2018). Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasites & Vectors*, 11, 146. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2748-1>
- Sakers, A., De Siqueira, M. K., Seale, P., & Villanueva, C. J. (2022). Adipose-tissue plasticity in health and disease. *Cell*, 185(3), 419-446. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.12.016>
- Saldanha, T., Mazalli, M. R., & Bragagnolo, N. (2004). Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Food Science and Technology*, 24(1), 109-113. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100020>

- Sales, J., Navarro, J. L., Martella, M. B., Lizurume, M. E., Manero, A., Bellis, L., & Garcia, P. T. (1999). Cholesterol content and fatty acid composition of rhea meat. *Meat Science*, 53(2), 73-75. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00024-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00024-8)
- Salvá, B. K., Zumalacárregui, J. M., Figueira, A. C., Osorio, M. T., & Mateo, J. (2009). Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *Meat Science*, 82, 450-455. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.02.015>
- Sampels, S., Jonsson, M., Sandgren, M., Karlsson, A., & Arvidsson Segerkvist, K. (2023). Sustainable delicacy: Variation in quality and sensory aspects in wild boar (*Sus scrofa*) meat and comparison to pork meat—A case study. *Foods*, 12(8), 1644. <https://doi.org/10.3390/foods12081644>
- Sánchez Barrera, I. C., y Albarracín Hernández, W. (2010). Análisis sensorial en carne. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23(2), 227-239. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324566>
- Sapp, R. E., & Davidson, S. D. (1991). Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *Journal of Food Science*, 56(5), 1412-1414.
- Sauvala, M., Laaksonen, S., Laukkanen-Ninios, R., Jalava, K., Stephan, R., & Fredriksson-Ahomaa, M. (2019). Microbial contamination of moose (*Alces alces*) and white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) carcasses harvested by hunters. *Food Microbiology*, 78, 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2018.09.011>
- Sauvala, M., Woivalin, E., Kivistö, R., Laukkanen-Ninios, R., Laaksonen, S., Stephan, R., & Fredriksson-Ahomaa, M. (2021). Hunted game birds - Carriers of foodborne pathogens. *Food Microbiology*, 98, 103768. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103768>
- Savell, J. W. (2022). Chapter 1 - Introduction. In F. Toldrá (Ed.), *Lawrie's meat science* (9th ed., pp. 1-20). Elsevier.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2024a). *Informe de Indicadores de Llama al 2024*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/camelidos/llama/_archivos/000000_Indicadores//000000_Indicadores%20LLAMA%20al%202024.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2024b). *Informe de Indicadores de Guanaco al 2024*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/camelidos/guanaco/_archivos/000000_Indicadores//240000_Indicadores%20GUANACO%20al%202024.pdf
- Secretaría de Agroindustria. (2016). *Carne de llama [Ficha N° 48]*. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/seguridad-alimentaria-y-nutricion/fichaspdf/Ficha_48_Carne%20de_llama.pdf

- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos. (2019). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. <https://cma.sarem.org.ar/es/especie-nativa/lama-guanicoe>
- Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2019). *Plan Nacional para el Manejo Sostenible del Guanaco [Resolución N° 243/2019]*. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/210794/20190704>
- Sellem, L., Flourakis, M., Jackson, K. G., Joris, P. J., Lumley, J., Lohner, S., Mensink, R. P., Soedamah-Muthu, S. S., & Lovegrove, J. A. (2022). Impact of replacement of individual dietary SFAs on circulating lipids and other biomarkers of cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in humans. *Advances in Nutrition*, 13(4), 1200-1225. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab143>
- Serna, J., & Bergwitz, C. (2020). Importance of dietary phosphorus for bone metabolism and healthy aging. *Nutrients*, 12(10), 3001. <https://doi.org/10.3390/nu12103001>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2026). *Repositorio Institucional*. <https://repositorio.smn.gob.ar/handle/20.500.12160/272>
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. (s. f.). *Fauna silvestre – Producción primaria*. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/fauna-silvestre/fauna-silvestre-produccion-primaria>
- Shahrai, N. N., Babji, A. S., Maskat, M. Y., Razali, A. F., & Yusop, S. M. (2021). Effects of marbling on physical and sensory characteristics of ribeye steaks from four different cattle breeds. *Animal Bioscience*, 34(5), 904-913. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0201>
- Simoncini, M. S., Lábaque, M. C., Perlo, F., Fernandez, M. E., Leiva, P. M. L., Paez, A. R., Teira, G., Larriera, A., & Piña, C. I. (2020). *Caiman latirostris* meat characterization: Evaluation of the nutritional, physical and chemical properties of meat from sustainable ranching program in Argentina. *Aquaculture*, 515, 734570. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734570>
- Simopoulos, A. P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3), 128. <https://doi.org/10.3390/nu8030128>
- Sinclair, A. J. (2019). Docosahexaenoic acid and the brain—What is its role? *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 28(4), 675-688. [https://doi.org/10.6133/apjcn.201912_28\(4\).0002](https://doi.org/10.6133/apjcn.201912_28(4).0002)
- Smith, M. A., Bush, R. D., Thomson, P. C., & Hopkins, D. L. (2015). Carcass traits and saleable meat yield of alpacas (*Vicugna pacos*) in Australia. *Meat Science*, 107, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.003>

- Smith, M. A., Bush, R. D., van de Ven, R. J., Hall, E. J. S., Greenwood, P. L., & Hopkins, D. L. (2017). The impact of gender and age on the nutritional parameters of alpaca (*Vicugna pacos*) meat, colour stability and fat traits. *Meat Science*, *123*, 21-28. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.08.012>
- Smith, M. A., Nelson, C. L., Biffin, T. E., Bush, R. D., Hall, E. J. S., & Hopkins, D. L. (2019). Vitamin E concentration in alpaca meat and its impact on oxidative traits during retail display. *Meat Science*, *151*, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.01.004>
- Smith, P. E., Kelly, A. K., Kenny, D. A., & Waters, S. M. (2022). Enteric methane research and mitigation strategies for pastoral-based beef cattle production systems. *Frontiers in Veterinary Science*, *9*, 958340. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.958340>
- Soriano, A., Murillo, P., Perales, M., Sánchez-García, C., Murillo, J. A., & García Ruiz, A. (2020). Nutritional quality of wild Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) meat: Effects of sex and hunting period. *Meat Science*, *168*, 108189. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108189>
- Soriano, A., & Sánchez-García, C. (2021). Nutritional composition of game meat from wild species harvested in Europe. In C. L. Ranabhat (Ed.), *Meat and nutrition*. IntechOpen.
- Sosa, R. A., & Sarasola, J. H. (2005). Habitat use and social structure of an isolated population of guanacos (*Lama guanicoe*) in the Monte Desert, Argentina. *European Journal of Wildlife Research*, *51*(3), 207-209. <https://doi.org/10.1007/s10344-005-0105-0>
- Soulés, A., Corzo, C., Milicevic, F. J., Santana, J., Rollhauser, B., Cherbiy, P. A., Meza, L. E., Rodríguez Catelican, J., Bahamonde, C. A., y Soto, P. (2018). *Informe técnico: Faena de guanacos*. Río Gallegos: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- Soulés, A., Milicevic, F. J., Cherbiy, P. A., Meza, L. E., Funes, O. H., Bahamonde, C. A., y Guix, M. S. (2017). *Informe técnico: Faena de guanacos*. Río Gallegos: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- Sponheimer, M., Robinson, T., Roeder, B., Hammer, J., Ayliffe, L., Passey, B., Cerling, T., Dearing, D., & Ehleringer, J. (2003). Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. *Small Ruminant Research*, *48*(2), 149–154. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00002-6)
- Stach, K., Stach, W., & Augoff, K. (2021). Vitamin B6 in health and disease. *Nutrients*, *13*(9), 3229. <https://doi.org/10.3390/nu13093229>
- Stensgaard, A. S., Sengupta, M. E., Chriel, M., Nielsen, S. T., & Petersen, H. H. (2022). Seroprevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection in wild cervids in Denmark. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, *17*, 288-294. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.03.010>
- Stevens, G. A., Beal, T., Mbuya, M. N. N., Luo, H., & Neufeld, L. M. (2022). Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide:

- A pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. *The Lancet Global Health*, 10(11), e1590-e1599. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(22\)00367-9](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00367-9)
- Stiles, L. I., Ferrao, K., & Mehta, K. J. (2024). Role of zinc in health and disease. *Clinical and Experimental Medicine*, 24(1), 38. <https://doi.org/10.1007/s10238-024-01302-6>
- Subsecretaría de Ambiente. (2024). *Disposición 812/2024: Directrices para el uso sostenible del guanaco [Resolución N° 812/2024]*. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/disposici%C3%B3n-812-2024-404661/texto>
- Suwannasom, N., Kao, I., Pruß, A., Georgieva, R., & Bäumler, H. (2020). Riboflavin: The health benefits of a forgotten natural vitamin. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 950. <https://doi.org/10.3390/ijms21030950>
- Szczyło, K., Platt-Samoraj, A., Bancercz-Kisiel, A., Szczerba-Turek, A., Pajdak-Czaus, J., Łabuć, S., Procajło, Z., Socha, P., Chuzhebayaeva, G., & Szweda, W. (2018). The prevalence of *Yersinia enterocolitica* in game animals in Poland. *PLoS ONE*, 13(3), e0195136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195136>
- Takeda, S., Kaneko, S., Sogawa, K., Ahhmed, A. M., Enomoto, H., Kawarai, S., Taira, K., Mizunoya, W., Minami, M., & Sakata, R. (2020). Isolation, evaluation, and identification of angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides from game meat. *Foods*, 9(9), 1168. <https://doi.org/10.3390/foods9091168>
- Taylor, W. A., Lindsey, P. A., Nicholson, S. M., Relton, C., & Davies-Mostert, H. T. (2020). Jobs, game meat and profits: The benefits of wildlife ranching on marginal lands in South Africa. *Biological Conservation*, 245, 108561. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108561>
- Terevinto, A., Cabrera, M. C., & Saadoun, A. (2019). Oxidative stability, fatty acid composition and health lipid indices of *Longissimus dorsi* muscle from Aberdeen Angus steers produced in different feeding systems. *Ciencia Rural*, 49, e20190537. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190537>
- Torrecillas, C., Fajardo, M. A., Mellado, I., Sosa, S., Soto, A., y Porello, C. (2024). Macroquistes de *Sarcocystis* spp. en carne de guanaco (*Lama guanicoe*) del departamento Escalante en Chubut (Patagonia argentina). *Revista Argentina de Parasitología*, 13(2), 7-12.
- Traber, M. G. (2021). Vitamin E. *Advances in Nutrition*, 12(3), 1047-1048. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab019>
- Traber, M. G., & Bruno, R. S. (2020). Vitamin E. In B. P. Marriott, D. F. Birt, V. A. Stalling & A. A. Yates (Eds.), *Present knowledge in nutrition* (11th ed., pp. 115-136). Academic Press.

- Travaini, A., Zapata, S. C., Bustamante, J., Pedrana, J., Zanón, J. I., & Rodríguez, A. (2015). Guanaco abundance and monitoring in Southern Patagonia: Distance sampling reveals substantially greater numbers than previously reported. *Zoological Studies*, 54, 23. <https://doi.org/10.1186/s40555-014-0097-0>
- Tůmová, E., Chodová, D., Volek, Z., & Ketta, M. (2021). The effect of feed restriction, sex and age on the carcass composition and meat quality of nutrias (*Myocastor coypus*). *Meat Science*, 182, 108625. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108625>
- Ulbricht, T. L. V., & Southgate, D. A. T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet*, 338(8773), 985-992. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91846-M](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91846-M)
- Varela, P., & Ares, G. (2012). Sensory profiling: The blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. *Food Research International*, 48(2), 893-908. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.06.037>
- Viganò, R., Demartini, E., Riccardi, F., Corradini, A., Besozzi, M., Lanfranchi, P., Chiappini, P. L., Cottini, A., & Gaviglio, A. (2019). Quality parameters of hunted game meat: Sensory analysis and pH monitoring. *Italian Journal of Food Safety*, 8(1), 7724. <https://doi.org/10.4081/ijfs.2019.7724>
- Vilá, B. (2012). *Camélidos sudamericanos* (1a ed.). Buenos Aires: EUDEBA.
- Vilá, B., & Arzamendia, Y. (2022). South American camelids: Their values and contributions to people. *Sustainability Science*, 17(3), 707-724. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00874-y>
- Vila Melo, G. (2007). *Por una ganadería de camélidos autóctona y sustentable*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/camelidos_general/108-ganaderia.pdf
- You, W., Henneberg, R., Saniotis, A., Ge, Y., & Henneberg, M. (2022). Total meat intake is associated with life expectancy: A cross-sectional data analysis of 175 contemporary populations. *International Journal of General Medicine*, 15, 1833-1851. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S333004>
- Wagner, C. A. (2024). The basics of phosphate metabolism. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 39(2), 190-201. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfad188>
- Webb, P., Stordalen, G. A., Singh, S., Wijesinha-Bettoni, R., Shetty, P., & Lartey, A. (2018). Hunger and malnutrition in the 21st century. *BMJ*, 361, k2238. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2238>
- Wessels, I., Maywald, M., & Rink, L. (2017). Zinc as a gatekeeper of immune function. *Nutrients*, 9(12), 1286. <https://doi.org/10.3390/nu9121286>
- Wheeler, J. C. (2012). South American camelids - past, present and future. *Journal of Camelid Science*, 5, 1-24.

- Wichchukit, S., & O'Mahony, M. (2015). The 9-point hedonic scale and hedonic ranking in food science: Some reappraisals and alternatives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(11), 2167-2178. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6993>
- Wieser, S. N., Giuliano, S. M., Reategui Ordoñez, J., Barriga Marcapura, X., Olivera, L. V. M., Chavez Fumagalli, M. A., Schnittger, L., & Florin-Christensen, M. (2024). *Sarcocystis* spp. of New and Old World camelids: Ancient origin, present challenges. *Pathogens*, 13(3), 196. <https://doi.org/10.3390/pathogens13030196>
- Wildlife Conservation Society. (2024). *Convención de Especies Migratorias 2024: una oportunidad para la protección del guanaco y el escalandrún*. <https://argentina.wcs.org/es-es/Quienes-somos/Noticias/articleType/ArticleView/articleId/21992.aspx>
- Wood, J. D. (2022). Chapter 19 - Meat composition and nutritional value. In F. Toldrá (Ed.), *Lawrie's meat science* (9th ed., pp. 665-685). Elsevier.
- World Health Organization. (2025). *WHO global anaemia estimates, 2025 edition*. https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia_in_women_and_children
- Wu, G. (2020). Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids*, 52(3), 329-360. <https://doi.org/10.1007/s00726-020-02823-6>
- Yacobaccio, H. D. (2021). The domestication of South American camelids: A review. *Animal Frontiers*, 11(3), 43-51. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa065>
- Yang, L. G., Song, Z. X., Yin, H., Wang, Y. Y., Shu, G. F., Lu, H. X., & Sun, G. J. (2015). Low n-6/n-3 PUFA ratio improves lipid metabolism, inflammation, oxidative stress and endothelial function in rats using plant oils as n-3 fatty acid source. *Lipids*, 51(1), 49-59. <https://doi.org/10.1007/s11745-015-4091-z>
- Young, I. E., Poobalan, A., Steinbeck, K., O'Connor, H. T., & Parker, H. M. (2023). Distribution of energy intake across the day and weight loss: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 24(3), e13537. <https://doi.org/10.1111/obr.13537>
- Yu, T. Y., Morton, J. D., Clerens, S., & Dyer, J. M. (2017). Cooking-induced protein modifications in meat. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(1), 141-159. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12243>
- Zhang, N. Z., Wang, M., Chen, W. G., Gai, W. Y., Dao, T. T. H., Li, T. T., Li, W. H., Zhang, H. R., Yin, H., Thuy, N. T. B., & Fu, B. Q. (2024). Occurrence of *Trichinella spiralis* in farmed wild boars (*Sus scrofa*): An underrated risk in China. *Parasitology*, 151(12), 1351-1354. <https://doi.org/10.1017/S0031182024001288>
- Zhao, M., Ma, J., Li, M., Zhang, Y., Jiang, B., Zhao, X., Huia, C., Shen, L., Zhang, N., He, L., Qin, S. (2021). Cytochrome P450 enzymes and drug metabolism in humans.

- International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12808.
<https://doi.org/10.3390/ijms222312808>
- Zhou, Y., Khan, H., Xiao, J., & Cheang, W. S. (2021). *Effects of arachidonic acid metabolites on cardiovascular health and disease*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 12029. <https://doi.org/10.3390/ijms222112029>
- Żmijewski, T., Modzelewska-Kapituła, M., Pomianowski, J., & Ziomek, A. (2020). Farmed-raised fallow deer (*Dama dama* L.) carcass characteristics and meat nutritional value. *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 3211-3220. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04352-2>
- Żmijewski, T., & Modzelewska-Kapituła, M. (2021). The influence of age and sex on carcass characteristics and chemical composition of the longissimus thoracis et lumborum muscle in wild boars (*Sus scrofa*). *Archiv für Tierzucht*, 64(1), 199-210. <https://doi.org/10.5194/aab-64-199-2021>
- Zogbi, A. P., y Frank, E. N. (2008). Procesos tecnológicos y nutricionales de la carne de llama (*Lama glama*). En J. A. Pérez Álvarez, J. Fernández López, y M. E. Sayas Barberá (Eds.), *Industrialización de productos de origen animal* (3a ed.). Elche, España: Gráficas Limencop S. L.