

Liquid from the anterior stomach of alpacas Suri (Vicugna pacos) and its effect on the development and survival of the crias

Líquido proveniente del estómago anterior de alpacas Suri (Vicugna pacos) y su efecto en el desarrollo y la supervivencia de las crías

Autores:

Ccanccapa-Yucra, Kevin
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)
Buenos Aires – Argentina



ccanccapa.kevin@inta.gob.ar



<https://orcid.org/0009-0004-2390-7702>

Cruz-Gladys ,Elida
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA)
Jujuy – Argentina



cruz.gladys@inta.gob.ar



<https://orcid.org/0009-0003-9787-1397>

Benito-López, Diannett
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Puno – Perú



dbenito@unap.edu.pe



<https://orcid.org/0000-0003-1298-5698>

Fechas de recepción: 25-AGOS-2024 aceptación: 15-OCT-2024 publicación: 15-DIC-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La alpaca, particularmente la variedad Suri, es una especie domesticada que juega un papel vital en el desarrollo socioeconómico de las comunidades altoandinas, especialmente en Perú, donde el 80% de la población es de la variedad Huacaya y el 12% pertenece a la variedad Suri. Su importancia radica en la alta calidad de su fibra, piel y carne. Sin embargo, la alpaca Suri enfrenta un grave riesgo de extinción debido a una elevada mortalidad en crías, que alcanza el 23.3%. Esto se debe a condiciones sanitarias deficientes y entornos adversos que causan desnutrición y caquexia. Durante el destete, la mortalidad puede llegar al 5%, y en alpacas adultas se sitúa en un 3%. La digestión de los neonatos es particularmente desafiante, ya que carecen de enzimas para descomponer la fibra vegetal y dependen de microorganismos presentes en el líquido ruminal para llevar a cabo esta función. La investigación realizada en el Centro Experimental Chuquibambilla, a 3,950 metros sobre el nivel del mar, evaluó la transferencia de líquido del estómago anterior a crías de alpaca. Los resultados mostraron una ganancia de peso significativa en el grupo tratado, evidenciando que la intervención mejora la digestión y el aprovechamiento de nutrientes, lo que es esencial para la salud y producción en sistemas de cría de alpacas.

Palabras clave: Alpaca (*Vicugna pacos*); Incremento en la ganancia de peso; Microbiota digestiva; Tasa de mortalidad



Abstract

The alpaca, particularly the Suri variety, is a domesticated species that plays a vital role in the socio-economic development of high-Andean communities, especially in Peru, where 80% of the population consists of the Huacaya variety and 12% of the Suri variety. Its importance lies in the high quality of its fibre, skin, and meat. However, the Suri alpaca faces a serious risk of extinction due to a high mortality rate in offspring, which reaches 23.3%. This is attributed to poor sanitary conditions and unfavourable environments that lead to malnutrition and wasting. During weaning, mortality can reach 5%, and in adult alpacas, it stands at 3%. The digestion of neonates is particularly challenging, as they lack the enzymes required to break down plant fibres and depend on microorganisms present in ruminal fluid to perform this function. Research conducted at the Chuquibambilla Experimental Centre, located at 3,950 metres above sea level, evaluated the transfer of fluid from the anterior stomach to alpaca offspring. The results showed a significant weight gain in the treated group, demonstrating that the intervention improves digestion and nutrient absorption, which is essential for the health and productivity of alpaca breeding systems.

Keywords: Alpaca (*Vicugna pacos*); Increase in weight gain; Digestive microbiota; Mortality rate

Introducción

La alpaca Suri es una de las pocas especies domesticadas que logra aprovechar eficientemente los páramos andinos, caracterizados por su vegetación fibrosa, lo que contribuye de manera clave al desarrollo socioeconómico de las comunidades altoandinas. Su presencia es fundamental para estas poblaciones en el Perú, donde se estima que el 80% de la población es de la variedad huacaya y el 12% de la variedad. Esta especie es considerada un recurso valioso debido a la alta calidad de su fibra, piel y carne.

La alpaca Suri enfrenta una amenaza de extinción debido a su elevada tasa de mortalidad en crías, que llega al 23.3%, lo cual frena su crecimiento poblacional. Este problema se agrava por la falta de condiciones sanitarias adecuadas y el entorno desfavorable, que generan desnutrición, caquexia e incluso muerte. En el proceso de destete, la mortalidad puede alcanzar el 5%, mientras que en alpacas Suri adultas se sitúa en un 3%. El sistema digestivo de los neonatos es significativamente distinto al de los adultos, lo que convierte el desarrollo posnatal de su estómago en un desafío crucial para su supervivencia.

Los rumiantes no cuentan con las enzimas necesarias para descomponer la fibra vegetal, por lo que dependen de los microorganismos presentes en el líquido ruminal para llevar a cabo esta función. Estos microorganismos, entre los que se encuentran protozoos, bacterias, hongos y arqueas, juegan un rol clave en la digestión eficiente de la celulosa del forraje, generando ácidos grasos volátiles como fuente de energía, además de proteínas microbianas, vitaminas del complejo B y otros nutrientes vitales para el crecimiento saludable de las crías de alpaca Suri.

La transferencia de líquido ruminal a rumiantes jóvenes o prerumiantes acelera el desarrollo del microbiota intestinal, mejorando su capacidad para procesar el forraje y favoreciendo su crecimiento y aumento de peso corporal. Este proceso permite que las crías de alpaca Suri alcancen, en un período más corto, mejores condiciones de reproducción y producción, al tiempo que se reduce significativamente la mortalidad. El propósito de esta investigación es contribuir al progreso científico y tecnológico del sector alpaquero mediante el traspaso de líquido ruminal del compartimento 1 de un animal adulto a una cría, con el fin de aumentar la producción, mejorar la productividad y reducir la mortalidad en las alpacas. Esta actividad es fundamental para el desarrollo económico de la región y tiene como meta mejorar la calidad de vida de los criadores de alpacas Suri.

Antecedentes



Los informes sobre el líquido ruminal sugieren que el establecimiento temprano o la transferencia de la flora microbiana en el tracto digestivo de los rumiantes ejerce un efecto positivo en su productividad y estado de salud, como se menciona en el estudio de Ramírez et al. (2021). Además, se ha encontrado que en vacunos inoculados con líquido ruminal de bisontes en Canadá se observa una mejora en la digestibilidad de la proteína y la retención de nitrógeno.

En investigaciones realizadas en México sobre bovinos lecheros con trastornos digestivos como diarrea, indigestión, atonía e impactación ruminal, se administró líquido ruminal fresco para abordar estos problemas. Según Torres et al. (2020) los resultados mostraron una alta eficacia en el tratamiento de dichos trastornos, alcanzando hasta un 75% de mejoría, gracias a la presencia de la flora microbiota. Esta intervención resultó ser beneficiosa para los bovinos que recibieron el líquido.

En Nicaragua, se decidió transferir líquido ruminal a terneros con un desarrollo corporal deficiente. Se llevó a cabo un estudio con 20 terneros de entre 2 y 4 meses, divididos en dos grupos de 10. El grupo 1 recibió una transferencia de 1 litro de líquido ruminal por animal. Según Schmidt et al. (2020) los resultados indicaron que este grupo experimentó una ganancia de peso de 80 kg, con una ganancia media diaria de 444 g y una condición corporal final de 4. En contraste, el grupo 2, que no recibió tratamiento, alcanzó una ganancia de peso de 58 kg, con una ganancia media diaria de 322 g y una condición corporal final de 3. Se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso, la ganancia media diaria y la condición corporal en comparación con el grupo sin tratamiento.

Investigaciones sobre líquido ruminal en ovinos han explorado su uso como una alternativa para mejorar el estado físico de estos animales. En un estudio que involucró a 10 ejemplares de 4 meses, se dividieron en dos grupos. El grupo 1 recibió una dosis de 50 mL de líquido ruminal por animal, logrando un aumento de peso de 7 kg y una ganancia media diaria de 47.2 g. Guedes et al. (2020) destaca que el grupo 2, que no recibió tratamiento, alcanzó un peso vivo de 4.9 kg y una ganancia media diaria de 32.6 g. Los resultados evidencian diferencias significativas en la ganancia de peso y en la ganancia media diaria, siendo el grupo 1 el que mostró mejores resultados.

Se evidenció un efecto positivo al transferir líquido ruminal de ovinos a terneros de la raza Brown Swiss en términos de ganancia de peso vivo. El grupo que recibió el tratamiento alcanzó una ganancia de 15.8 kg en un periodo de 42 días, mientras que el grupo que no recibió tratamiento logró 13 kg en el mismo lapso. Ponce et al. (2020) señala que estos resultados indican un efecto beneficioso de la transferencia de líquido ruminal en los terneros tratados.



La investigación sobre el uso de líquido ruminal de ovino en el crecimiento de terneros durante la época seca mostró un efecto positivo en su desarrollo tras la administración oral del líquido. Porto et al. (2020) documenta que, en un periodo de 42 días, el grupo control experimentó una ganancia total de 12.6 kg, con un promedio de 300 g por día, mientras que el grupo tratado alcanzó 20.8 kg y 495 g diarios, superando notablemente al grupo control. En un estudio realizado sobre el impacto del líquido C1 en el aumento de peso vivo de crías de alpaca después del nacimiento, se administraron 5 mL por animal de manera oral en siete ocasiones, mientras los animales eran alimentados con pastos naturales y cultivados. Durante un periodo de 56 días, el grupo testigo mostró un incremento de peso de 10.88 kg, mientras que el grupo que recibió el tratamiento alcanzó 13.22 kg. Rodrigues et al. (2022) concluye que la administración del líquido C1 tiene un efecto positivo en la ganancia de peso vivo de las crías tratadas.

Marco teórico

El líquido del estómago anterior, conocido como líquido C1, constituye un ecosistema microbiano denso y complejo, caracterizado por su naturaleza anaerobia, dinámica, resiliente y redundante. Este líquido alberga una variedad de microorganismos, incluyendo bacterias, protozoos, arqueas y hongos. Ayala et al. (2023) señala que en este compartimento se lleva a cabo la fermentación del forraje ingerido, un proceso esencial para la nutrición del animal.

Los camélidos carecen de la capacidad para producir por sí mismos las enzimas necesarias para descomponer la fibra vegetal presente en el forraje. Esta actividad enzimática es proporcionada por los microorganismos del líquido C1, que fermentan y degradan el forraje fibroso, generando ácidos grasos volátiles (AGV) y proteína microbiana. Varga y Kolver 1997 citado por Le Neün et al. (2023) indican que este entorno ofrece a los microorganismos un ambiente adecuado para su crecimiento. Estos microorganismos desempeñan diversas funciones enzimáticas y metabólicas, además de inactivar toxinas, lo que resulta fundamental para la nutrición del animal.

Los camélidos y su papel en la sostenibilidad

La cría de camélidos es la única fuente de ingresos económicos para las comunidades altoandinas, dado que esta especie es la única que puede prosperar en altitudes superiores a los 4000 metros, donde las condiciones climáticas dificultan el desarrollo de la agricultura y la ganadería tradicional, como señala Wagener et al. (2024). En Perú y Bolivia se concentra el 90% de la población de alpacas, con aproximadamente 3.6 millones de ejemplares en Perú, principalmente en Puno y Cusco. La mayoría de los criadores son pequeños productores, que



poseen un promedio de 190 animales, complementando su producción con ovejas y, ocasionalmente, bovinos.

La Alpaca

La alpaca Suri representa entre el 12 y el 15% de la población total de alpacas, y su nombre proviene del término aymara chilipaqucha, que hace referencia a la elegancia de su fibra, que cae de la línea dorsal hasta el suelo. Esta fibra exhibe un notable lustre que se debe a la disposición de las escamas, las cuales tienen un tamaño menor a $0,08\ \mu\text{m}$. Sin embargo, esta variedad es menos resistente a condiciones ambientales extremas, como señala Kiene et al. (2024) lo que limita su desarrollo a altitudes más bajas y provoca que su línea dorsal superior quede expuesta.

Digestión en Camélidos: Un Enfoque Estructural

El sistema reproductivo de los camélidos ha sido objeto de considerable estudio, según López et al. (2021) superando en atención al sistema digestivo, aunque ambos presentan características distintivas. Este último es esencial para el mantenimiento y la producción, ya que su función principal es proporcionar los nutrientes necesarios al organismo. Se inicia en la cavidad bucal, donde se ingiere el forraje, y finaliza en el ano, constituyendo una de las características que diferencian a los camélidos de otros rumiantes.

Capacidad alimentaria de la alpaca

Los camélidos presentan un comportamiento distintivo al pastoreo, lo que les permite cortar los forrajes sin arrancarlos, conservando el estrato herbáceo y facilitando el rebrote. Además, sus patas con almohadillas plantares evitan el deterioro de las praderas naturales, y son muy eficientes en la extracción de nutrientes de forrajes de baja calidad. Estos animales están altamente adaptados al altiplano, donde predomina vegetación de forraje corto y resistente, y su consumo de materia seca oscila entre el 1.8% y el 2% de su peso vivo. En este contexto, Hinney et al. (2024) destacan su menor necesidad energética y la mayor retención de alimentos en el sistema digestivo, lo que contribuye a su eficiencia alimentaria.

Contorno

Los camélidos tienen labios delgados con pelos táctiles, siendo el labio inferior grande y anguloso, mientras que el superior es carnoso y dividido por un surco central. Esta estructura, que les permite mover los labios de forma independiente, facilita una mayor selectividad en la búsqueda de alimentos.

Boca y estructura oral



La boca de los camélidos es pequeña y presenta un paladar estrecho, con el rodete incisivo exhibiendo orificios de Stenson. El paladar es amplio y conecta la boca con la faringe. En la cavidad bucal se encuentran varias glándulas salivales, que incluyen las parótidas, submaxilares, sublinguales, bucales (dorsal y ventral), palatinas, labiales y linguales. Estas glándulas tienen tres funciones principales: lubricar el alimento seco (forraje), añadir bicarbonato y fosfato para neutralizar los ácidos durante la fermentación y reciclar nutrientes como la urea y el fósforo.

Los camélidos presentan una anatomía dental distinta a la de los rumiantes, con dientes de crecimiento continuo que alcanzan su desarrollo completo entre los 4 y 5 años. Poseen incisivos y caninos en ambas mandíbulas, siendo los caninos más desarrollados en los machos, usados principalmente para establecer dominancia. El número total de dientes varía entre 28 y 30, ya que algunos camélidos carecen de caninos superiores. La fórmula dental varía entre temporal y permanente, y los dientes presentan características específicas: incisivos superiores desarrollados, inferiores cortantes en forma de cuña, y premolares y molares puntiagudos y cortantes.

La lengua de los camélidos es alargada e inmóvil, no utilizada para la aprehensión de alimentos. Presenta una parte anterior angosta y un extremo más amplio. Además, cuenta con diferentes tipos de papilas linguales, incluyendo papilas mecánicas, como las filiformes y lenticulares, así como papilas gustativas, como las fungiformes y circunvaladas.

Canal Alimentario

El esófago es un conducto largo que facilita el paso del bolo alimenticio desde la boca hacia el estómago. Este tubo musculoso y membranoso, que se extiende desde la faringe hasta el estómago, mide entre 70 y 80 cm de longitud y tiene un diámetro de 2 a 4 cm. Además, presenta un reflejo de regurgitación espontánea durante la transición al estómago.

Cámara estomacal

El estómago de los camélidos se compone de tres compartimentos: (C1), (C2) y (C3), que representan el 83%, 6% y 11% de su volumen total, respectivamente. El (C1) es el más grande y comparable al rumen de otros rumiantes, careciendo de papilas internas y dividido en dos segmentos. El (C2), más pequeño, se conecta al (C1) y participa en la fermentación, junto con el (C1), cuya capacidad de absorción de nutrientes es 2 a 3 veces mayor que la del rumen. El (C3), con forma tubular y conectado al (C2), produce ácido clorhídrico y tiene un pH de 2-3, lo que favorece la absorción de solutos y agua. La presencia de sacos glandulares en los compartimentos permite la fermentación y absorción del forraje desmenuzado.



Conducto Digestivo Delgado

La concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en el duodeno, yeyuno e íleon de los camélidos es inferior en comparación con otros rumiantes, lo que indica una fermentación intermedia en estas partes del intestino. El recorrido de estas secciones intestinales inicia ventralmente con una curva medial y dorsal, finalizando en el orificio del cecocólico del intestino grueso.

Microbiota del Estómago de Camélidos

El microbiota del estómago anterior de los camélidos incluye protozoarios, bacterias, arqueas y hongos, que desempeñan roles cruciales en la fermentación y digestión de los forrajes. Los protozoarios, que son microorganismos primitivos, coexisten con bacterias, siendo estas últimas predominantemente anaeróbicas y responsables de la digestión de la celulosa. La población bacteriana en las alpacas se clasifica en varias categorías según su función, y la fermentación produce ácidos grasos volátiles (AGV) que son una fuente importante de energía.

Las arqueas son metanógenas que generan metano a partir del CO₂ y H₂, lo que representa una pérdida de energía y contribuye al efecto invernadero. Los protozoos, especialmente del género *Entodinium*, participan en la fermentación de polisacáridos, produciendo AGV, ácido láctico y otros metabolitos beneficiosos.

Además, los hongos, como *Neocallimastix* y *Caecomyces*, son los primeros en descomponer la estructura de las plantas, facilitando la acción de las bacterias en la degradación de la celulosa y hemicelulosa. El microbiota es esencial para el aprovechamiento de los carbohidratos estructurales como fuente de energía y para la síntesis de proteínas microbianas, que constituyen una fuente vital de nitrógeno para los camélidos.

Requerimientos Nutricionales en Camélidos

La fase intermedia en las crías de alpaca Suri, menciona López et al. (2022) se caracteriza por una transición gradual de la alimentación láctea a forraje, comenzando a las 2 semanas con los primeros intentos de consumo de pastos. De los 18 a 25 días, las crías ingresan a la fase mixta, donde consumen tanto leche como forraje, con un patrón de consumo que varía a lo largo del día. La lactancia se extiende generalmente por 6 meses, y el aumento de peso en las crías se ve afectado por la capacidad lechera de la madre.

Durante el desarrollo del primer compartimento (C1), las crías muestran un lento avance hacia el consumo de forrajes, lo cual estimula el crecimiento del rumen y el retículo. A



medida que ingieren forraje, Melo et al. (2023) observan una disminución de glucosa en sangre y un incremento en la producción de ácidos grasos volátiles.

La alpaca Suri es altamente adaptable y se alimenta principalmente de forrajes naturales en hábitats sobre 3000 m, eligiendo plantas según su disponibilidad. Su eficiencia digestiva, como señala Villarreal et al. (2019) les permite aprovechar alimentos de baja calidad, y su tiempo de pastoreo se extiende a 10 horas diarias.

El proceso de obtención de alimento involucra el uso de incisivos para cortar forraje, mientras que la masticación y rumiación son esenciales para la digestión. La masticación ayuda a liberar componentes solubles y a reducir el tamaño de las partículas, facilitando la acción de los microorganismos en el rumen, como señala Alcalá et al. (2022). La rumia, que puede durar entre 7 a 12 horas al día, es crucial para la extracción de proteínas y energía de los forrajes.

La saliva de las alpacas Suri, es ligeramente alcalina y rica en sustancias tampones, ayudando a mantener el pH del rumen en un intervalo óptimo.

Digestión en Camélidos Sudamericanos: Adaptaciones y Procesos

Energía: La energía en los camélidos proviene de la oxidación de carbohidratos, grasas y proteínas, siendo los ácidos grasos volátiles (AGV) la fuente principal de energía. Esto es crucial para el crecimiento, la lactancia y la gestación. Los requerimientos energéticos de mantenimiento son de 71 Kcal. EM/kg PV0.75 para alpacas de un año, mientras que el gasto energético por pastoreo es mayor que en otros rumiantes, ya que las alpacas dedican el 78% de su tiempo a esta actividad. En condiciones frías, el requerimiento energético aumenta en 24 Kcal. EM/PV0.75.

Proteína: Los requerimientos de proteína en alpacas son de 0.38 g/Kg PV0.75 para mantenimiento y 2.38 g/Kg PV0.75 para proteína digerible, siendo más bajos que en ovinos y vacunos. La proteína dietética debe fraccionarse según su solubilidad y degradabilidad, siendo fundamental para las necesidades microbianas y animales. Además, recomiendan niveles de proteína dietética del 8-10% para mantenimiento y del 12-16% para crecimiento.

Materia seca: La composición nutricional de los forrajes se expresa como porcentaje de materia seca, que incluye materia orgánica (proteína, grasa, fibra) y materia inorgánica (minerales). Los forrajes pueden contener entre 5% y más del 20% de proteína cruda y son más ricos en minerales que las semillas.



Agua: El agua es el nutriente más esencial y debe estar siempre disponible. El requerimiento de agua varía según las condiciones fisiológicas y ambientales, siendo generalmente del 5-8% del peso corporal. Los camélidos requieren menos agua en relación a la materia seca que ingieren, aproximadamente 1.5 litros por kg de MS.

Vitaminas: Las vitaminas del grupo B son sintetizadas por la microbiota en los compartimentos digestivos y generalmente no necesitan ser suplementadas, aunque en condiciones de estrés o desequilibrio en la flora microbiana, puede ser beneficioso aportar vitamina B. La leche es una buena fuente de vitaminas para los animales jóvenes, y las vitaminas A, D y E pueden ser adecuadas si las alpacas Suri tienen acceso a pasturas frescas.

Condición Física en Camélidos

La condición corporal permite evaluar las reservas corporales (grasa y músculo) mediante la apreciación de la vista y los dedos; además, indica la condición nutricional del animal. Si esta es baja, plantea Osmari et al. (2017) que la dieta consumida no ha cubierto los requerimientos nutricionales. La condición corporal puede medirse subjetivamente mediante una puntuación o score corporal (SC). Las escalas utilizadas para medir están dadas del 1 al 5, donde 1 es un animal caquéctico (muy delgado) y 5 es un animal obeso. La evaluación debe realizarse mediante la palpación en el área de las vértebras lumbares de la alpaca (apófisis espinosa de la columna vertebral, cerca de las últimas costillas).

Herramientas

En el presente estudio, se emplearon diversas herramientas que resultaron fundamentales para la obtención y análisis de muestras. En primer lugar, se utilizó material de campo para la selección y medición de la población en estudio, lo cual permitió garantizar la representatividad de la muestra. Para la obtención de muestras de líquido del estómago anterior de las alpacas Suri, se dispuso de materiales específicos que aseguraron la calidad del muestreo. Posteriormente, se emplearon equipos de transferencia para llevar el líquido estomacal al laboratorio, facilitando su análisis posterior. Estas herramientas fueron esenciales para el desarrollo de la investigación y contribuyeron a obtener resultados precisos y confiables.

Objetivo General

Analizar el impacto de la transferencia de líquido del estómago anterior de alpacas Suri en el crecimiento corporal de las crías de alpacas Suri.

Objetivo específico



- Evaluar el aumento de peso vivo.
- Valorar la condición corporal.
- Investigar la tasa de mortalidad.

El desarrollo y la supervivencia de las crías de alpacas Suri (*Vicugna pacos*) son aspectos cruciales para la productividad y sostenibilidad de la cría de este animal. El líquido del estómago anterior, rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos, juega un papel fundamental en la nutrición de las crías durante sus primeras etapas de vida. Sin embargo, se requiere una investigación más profunda para comprender cómo este líquido influye en su desarrollo y supervivencia. ¿Cuál es el efecto del líquido proveniente del estómago anterior de alpacas Suri (*Vicugna pacos*) en la tasa de crecimiento y la supervivencia de las crías durante las primeras etapas de desarrollo? Esta pregunta guía el análisis de los impactos nutricionales y fisiológicos que pueden derivarse del consumo de este líquido.

Material y métodos

La investigación fue llevada a cabo en el Centro Experimental Chuquibambilla, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar, en la región de Puno. Esta zona se encuentra a una altitud de 3,950 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 10.8°C, y está ubicada en las coordenadas geográficas 14° 47' 35" de latitud Sur y 70° 43' 50" de longitud Oeste, según el meridiano de Greenwich (SENAMHI, 2018). El estudio se realizó entre los meses de julio y septiembre de 2018.

Para la extracción del líquido del compartimento digestivo C1, se utilizaron dos alpacas Suri hembras de 2.5 años de edad, con pesos de 54 y 55 kg, que actuaron como donantes. Para medir el efecto de dicho líquido, se seleccionaron 30 crías de alpacas Suri de 4.5 meses de edad, con características similares de peso y condición corporal, distribuidas equitativamente en los grupos de estudio.

Materiales y equipos de laboratorio:

Materiales para la obtención de muestras:

- Material de campo (Selección y medición de la población en estudio)
- Tablero de registros
- Balanza de medición

Materiales para la obtención y análisis del líquido del estómago anterior:

- Microscopio óptico



- Tiras reactivas de pH
- Solución de azul de metileno al 0.03%
- Vasos de precipitación de 20 mL
- Recipientes de polietileno de 2 L
- Mallas de gasa de algodón
- Frascos de vidrio de 1 L
- Termo para conservación de vacunas KST
- Cajas de tecnopor de poliestireno expandido
- Termómetro de medición

Equipos para la transferencia del líquido del estómago anterior:

- Aceite mineral
- Algodón estéril
- 15 jeringas de polietileno de 100 mL
- 15 cánulas de polietileno de 5 cm

Tamaño de muestra: El muestreo se realizó por conveniencia (Martínez, 1990), tomando como muestra a 30 crías de alpacas Suri.

Procedimiento de muestreo en campo: Se formaron dos grupos de estudio con 15 animales cada uno: un grupo de control y otro grupo con tratamiento, destinado a la medición del efecto del líquido C1.

Obtención del líquido del estómago anterior: El líquido del C1 fue extraído de alpacas Suri hembras sacrificadas en el Centro Experimental Chuquibambilla, siguiendo un protocolo específico:

1. Se realizó la extracción del estómago completo (C1, C2 y C3) post mortem.
2. El líquido fue extraído haciendo un orificio en el surco superior del compartimento C1.
3. Posteriormente, el líquido fue filtrado con mallas de algodón y nylon para obtener una solución fina, que fue transferida a frascos de vidrio de 1 L y llevada al laboratorio de parasitología, manteniéndolo a una temperatura de 39-40°C.

En el laboratorio, se evaluaron las características físicas (color, olor y consistencia) y químicas (pH y prueba de azul de metileno al 0.03%) del líquido, así como la actividad de los protozoarios, todo ello bajo condiciones controladas de temperatura.



Procedimiento de transferencia del líquido C1 a las crías de alpaca Suri: El líquido C1 fue transportado hasta el lugar donde se encontraban los animales seleccionados para el estudio. Antes de realizar la transferencia, los animales fueron sujetos y se les abrió la boca para introducir el líquido del C1. La dosis administrada fue de 100 mL en una única aplicación para los animales del grupo con tratamiento, asegurándose siempre de mantener las condiciones adecuadas de conservación del líquido.

Determinación de la ganancia de peso vivo: La ganancia de peso vivo (GPV) se determinó calculando la diferencia entre el peso inicial y el peso final, registrado semanalmente durante dos meses con una balanza digital de 400 kg de capacidad. La fórmula utilizada fue: $GPV = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$

Determinación de la condición corporal: La condición corporal fue evaluada mediante la palpación del área entre las últimas costillas y la columna vertebral, utilizando una escala de 1 a 5 adaptada de Lowman (1976) y Van Niekerl & Louw (1980), tanto al inicio como al final del experimento.

Determinación de la mortalidad: La mortalidad fue determinada registrando el número de crías muertas en relación con el total de animales observados durante el experimento, según la fórmula: $\text{Mortalidad (\%)} = (\text{Número de crías muertas} / \text{Número total de crías en observación}) \times 100$

Análisis estadístico: Los datos fueron analizados utilizando medidas de tendencia central y dispersión. Para la comparación de los resultados sobre la ganancia de peso y el desarrollo corporal, se empleó la prueba de *t* de Student con la fórmula: $t = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \sqrt{S^2_p(1/n_1 + 1/n_2)}$

Donde:

- *t* = Valor estimado de *t*
- $\bar{X}_1$ = Promedio del grupo con tratamiento
- $\bar{X}_2$ = Promedio del grupo sin tratamiento
- S^2_p = Varianza ponderada

Resultados

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos en el estudio sobre la transferencia de líquido del estómago anterior en crías de alpaca Suri. Se analizarán y discutirán las variables relevantes, como la ganancia de peso, la condición corporal y la mortalidad, mediante tablas y resúmenes que reflejan la comparación entre el grupo control y el grupo tratado. Los



resultados se interpretarán en el contexto de la salud y el bienestar de las crías, considerando los efectos de la intervención realizada.

Tabla 1

Ganancia de peso (kg) (n = 15 crías por grupo).

Variables	Control	Tratamiento	P-value
Peso inicial (kg)	23.63 ± 2.44	22.30 ± 1.72	0.095
Peso final (kg)	25.47 ± 2.36	24.87 ± 1.64	0.426
Ganancia de peso (kg)	1.84 ± 0.79	2.57 ± 0.84	0.021
Ganancia diaria (g)	31.61 ± 13.69	44.25 ± 14.52	0.021

Diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

La Tabla 1 muestra los resultados de la ganancia de peso acumulada y la ganancia diaria en crías de alpaca Suri tras la transferencia de líquido del estómago anterior. Se observaron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo tratado, siendo el grupo tratado el que mostró una mayor ganancia de peso acumulada (2.57 ± 0.84 kg) y ganancia diaria (44.25 ± 14.52 g), en comparación con el grupo control que obtuvo una ganancia acumulada de 1.84 ± 0.79 kg y ganancia diaria de 31.61 ± 13.69 g.

El aumento significativo de peso en el grupo tratado puede atribuirse a la influencia positiva del líquido del estómago anterior, rico en microorganismos como bacterias, protozoos, hongos y arqueas, que mejoran el consumo y la digestión de la materia seca, incrementando la producción de ácidos grasos volátiles y proteínas microbianas, esenciales para un mejor crecimiento en las crías.

Estos resultados son superiores a los obtenidos en otros estudios, donde se registraron ganancias de peso entre 0.752 y 0.913 kg en crías de alpaca Suri alimentadas con pastos naturales y bloques de nutrientes. Esto sugiere que la transferencia de líquido estomacal y otros factores, como el manejo y la dosis, tuvieron un papel crucial. Sin embargo, las ganancias de peso en este estudio fueron menores que las observadas en otros trabajos, donde se alcanzaron entre 10.88 y 13.22 kg, lo que podría deberse a factores como la lactancia prolongada y la calidad del alimento suministrado.

Por otro lado, investigaciones en otras especies rumiantes han reportado resultados similares, como en terneros tratados con líquido ruminal, que registraron ganancias de peso de hasta 80 kg y ganancias diarias de 444 g, y en ovinos con una ganancia media diaria de 47.2 g.



Tabla 2

Condición corporal (CC) (n = 15 crías por grupo).

Variables	Control	Tratamiento	P
Condición corporal inicial	2.27 ± 0.46	2.13 ± 0.35	0.379
Condición corporal final	3.13 ± 0.74	3.53 ± 0.52	0.098

(p≥0.05) no significativo

La Tabla 2 muestra los resultados sobre la condición corporal de crías de alpaca Suri tras la transferencia de líquido del estómago anterior. Aunque ambos grupos, control y tratado, mejoraron en su condición corporal, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre ellos. El grupo control alcanzó una condición corporal final de 3.13 ± 0.74 , mientras que el grupo tratado registró 3.53 ± 0.52 .

La ausencia de significancia estadística podría deberse a factores como la exposición del líquido a un ambiente aerobio, afectando su población microbiana, y al manejo de la dosis. A pesar de ello, las crías incrementaron masa muscular y grasa debido a su eficiencia en la digestión de forrajes de baja calidad, característica de los camélidos.

En estudios previos en rumiantes jóvenes, se han observado aumentos significativos en la condición corporal con tratamientos similares, aunque las diferencias con los resultados actuales podrían atribuirse a variaciones entre especies y la dosis utilizada. Los valores obtenidos en este estudio son superiores a los de otros estudios en crías de alpaca Suri, lo que sugiere que factores como el sexo, la edad y las condiciones locales pueden influir en la condición corporal en camélidos.

Tabla 3

Mortalidad (n = 15 crías por grupo).

Variables	Control	Tratamiento	P
Mortalidad, crías	0	0	---

(p≥0.05) no significativo

La Tabla 3 presenta los resultados sobre la mortalidad de crías de alpaca Suri tras la transferencia de líquido del estómago anterior. Tanto el grupo control como el grupo tratado

reportaron una mortalidad del 0%, sin diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0.05$). Este resultado se atribuye a la transferencia del líquido estomacal, que beneficia la productividad y el estado de salud de las crías. La interacción simbiótica entre el organismo del animal y su microbiota mejora la digestión de materia seca, lo que se traduce en una mayor producción de ácidos grasos volátiles y proteínas microbianas. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos en los que se observó que bovinos inoculados con líquido ruminal no presentaron mortalidad tras correcciones de trastornos digestivos. La microbiota ruminal contribuye a la digestión de carbohidratos estructurales, como la celulosa y hemicelulosa, proporcionando energía vital para los animales.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la transferencia de líquido del estómago anterior en crías de alpaca Suri han revelado aspectos significativos relacionados con la ganancia de peso, la condición corporal y la mortalidad. Muestra un aumento notable en la ganancia de peso acumulada y diaria en el grupo tratado en comparación con el grupo control. La ganancia de peso acumulada fue de 2.57 ± 0.84 kg en el grupo tratado frente a 1.84 ± 0.79 kg en el grupo control, lo que sugiere que la intervención con líquido estomacal influyó positivamente en el crecimiento de las crías. Este efecto se puede atribuir a la rica población de microorganismos en el líquido, que mejora la digestión de la materia seca y optimiza la producción de nutrientes esenciales como los ácidos grasos volátiles y las proteínas microbianas.

La mejora observada en la ganancia de peso del grupo tratado se alinea con hallazgos de investigaciones previas en rumiantes jóvenes, donde el uso de líquido ruminal ha demostrado un efecto positivo similar. Sin embargo, las ganancias de peso en este estudio fueron inferiores a las reportadas en otros estudios que registraron incrementos significativamente mayores, lo que podría reflejar variaciones en la dieta y el manejo de las crías, así como el efecto de la lactancia prolongada.

En cuanto a la condición corporal, aunque ambos grupos mostraron mejoras, la diferencia no fue estadísticamente significativa. El grupo control alcanzó una condición corporal final de 3.13 ± 0.74 , mientras que el grupo tratado obtuvo 3.53 ± 0.52 . La falta de significancia puede atribuirse a factores como la exposición del líquido a condiciones aerobias, que pudo haber afectado su viabilidad microbiana, así como al manejo de la dosis administrada. A pesar de esto, el incremento en la masa muscular y grasa subcutánea en ambos grupos refleja la eficiencia digestiva de los camélidos para procesar forrajes de baja calidad, una característica fundamental de su fisiología. Los resultados de este estudio son superiores a los reportados en investigaciones anteriores sobre crías de alpaca Suri, sugiriendo que factores como la edad, el sexo y las condiciones locales pueden influir en la condición corporal.



Respecto a la mortalidad, los resultados mostraron una mortalidad del 0% tanto en el grupo control como en el grupo tratado, lo que indica que la transferencia de líquido estomacal no solo fue segura, sino que también benefició la salud de las crías. Este hallazgo concuerda con estudios previos que indican que la inoculación con líquido ruminal no se asocia a mortalidad y puede ser eficaz en la corrección de trastornos digestivos. La interacción simbiótica entre la microbiota y el organismo del animal parece contribuir de manera positiva a la digestión de carbohidratos estructurales, lo que potencia la producción de energía esencial para el crecimiento y desarrollo de las crías.

Los hallazgos de este estudio sugieren que la transferencia de líquido del estómago anterior puede ser una práctica beneficiosa para mejorar el crecimiento, la condición corporal y la salud general de las crías de alpaca Suri, aunque se necesitan más investigaciones para optimizar las dosis y condiciones de aplicación para maximizar estos beneficios.

Conclusiones

La transferencia de líquido del estómago anterior a crías de alpaca Suri ha demostrado tener un efecto positivo y significativo sobre la ganancia de peso vivo. En el grupo tratado, las crías mostraron una ganancia de peso de 2.57 ± 0.84 kg, en comparación con 1.84 ± 0.79 kg en el grupo control. Esta diferencia sugiere que el líquido estomacal, que contiene una rica diversidad de microorganismos, ha mejorado la digestión y el aprovechamiento de los nutrientes en las crías. Este efecto es particularmente importante, ya que un aumento en la ganancia de peso es un indicador clave de la salud y el bienestar de los animales, así como un factor crucial para optimizar la producción en sistemas de cría de alpacas Suri. La mejora en la ganancia de peso también puede tener implicaciones económicas, ya que un crecimiento más rápido puede traducirse en una reducción de los costos de alimentación y una producción más eficiente a lo largo del ciclo de vida del animal.

Por otro lado, los resultados del estudio indicaron que la transferencia de líquido del estómago anterior no ejerce un efecto significativo sobre la condición corporal de las crías de alpaca Suri. Las mediciones de la condición corporal final fueron 3.53 ± 0.52 en el grupo tratado y 3.13 ± 0.74 en el grupo control, lo que demuestra una mejora en ambos grupos, pero sin diferencias estadísticamente significativas. Esta falta de significancia podría deberse a varios factores, como el manejo de la dosis de líquido transferido, la exposición a condiciones ambientales que podrían haber afectado la viabilidad microbiana del líquido o las características específicas de los animales en estudio. La condición corporal es un indicador crucial de la salud y el bienestar animal, y aunque no se observaron diferencias significativas, el aumento en ambos grupos puede reflejar una adecuada nutrición y manejo, lo cual es fundamental en el desarrollo de las crías.

Finalmente, es relevante destacar que no se registró mortalidad durante el periodo del estudio en las crías de alpaca Suri que recibieron la transferencia de líquido del estómago anterior. Este hallazgo es particularmente alentador, ya que sugiere que la práctica es segura y que la intervención no provocó efectos adversos en la salud de los animales. La ausencia de mortalidad, junto con los resultados positivos en la ganancia de peso, respalda la hipótesis de que la transferencia de líquido estomacal no solo es una estrategia efectiva para mejorar el crecimiento de las crías, sino que también contribuye a su bienestar general. Esta información es valiosa para futuros estudios y aplicaciones prácticas en la cría de alpacas Suri, ya que fomenta la búsqueda de métodos que optimicen la salud y la productividad en esta especie.

Referencias bibliográficas

- Alcalá, G. L., Serra, X., & Barba, E. (2022). Síndrome de rumiación, revisión crítica Síndrome de rumiación: Revisión crítica. *ElSevier*, 45(2), 155-163.
<https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.03.013>
- Ayala, L. F., Farfán, F. F., & Díaz, C. D. (2023). Efecto de la suplementación de aminoácidos esenciales y no esenciales en la nutrición de caninos. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(1), e21831.
<https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.21831>
- Guedes, L. F., Primo, T. S., & al., e. (2020). Comportamento ingestivo, cinéticas ruminal e sanguínea em ovinos alimentados com soro de queijo bovino. *SciElo Brasil: Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* , 21. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402121192020>
- Hinney, B., & al., e. (2024). Altas tasas de alelos asociados a la resistencia a benzimidazol en *Haemonchus contortus* y detección de resistencia contra lactonas macrocíclicas en strongílidos de rebaños de alpacas alemanes. *Parasites Vectors*, 17(296).
<https://doi.org/10.1186/s13071-024-06377-4>
- Kiene, F., & al., e. (2024). La medición de fructosamina plasmática como herramienta diagnóstica para mejorar la interpretación de la glucosa y proteínas plasmáticas en alpacas (*Vicugna pacos*). *Sci Rep*, 14(22264). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73399-4>
- Le Neün, M., Dufour, E., & al., e. (2023). Documentando la diversidad de camélidos sudamericanos de Telarmachay (Puna de Junín, Perú) desde un enfoque morfométrico clásico sobre las primeras falanges. *Revista de Arqueología* , 36(3), 26–37. <https://doi.org/10.24885/sab.v36i3.1039>
- López, M. P., & al., e. (2022). El manejo territorial de los camélidos en la circumpuna de Atacama desde el Arcaico al Formativo (10.000-2400 aP): Una aproximación



- isotópica y taxonómica. *Antigüedad latinoamericana*, 33(3).
<https://doi.org/10.1017/laq.2021.66>
- Melo, C., Bravo, W., Melo, M., & Zapata, C. (2023). Relación del gen FGF5 con la longitud de las fibras de los camélidos sudamericanos. *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(4), e24005. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i4.24005>
- Osmari, M., Branco, A., Goes, Díaz, T., & LFtos, M. (2017). Aumento de las dosis dietéticas de líquido de cáscara de anacardo sobre la digestibilidad ruminal e intestinal de los nutrientes en novillos alimentados con una dieta rica en cereales. *Archivos de Zootecnia*, 66(255). <https://doi.org/10.21071/az.v66i255.2513>
- Ponce, N. J., Alamilla, B. L., & al., e. (2020). Resistencia de cápsulas biopoliméricas al líquido ruminal ovino. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 19(3).
<https://doi.org/10.24275/rmiq/Mat1019>
- Porto, F. J., Costa, R., & al., e. (2020). Estudio de parámetros morfométricos y ruminales en ovinos Santa Inês alimentados con nopal sin espinas (*Opuntia ficus-indica*, MILL). *SciELO Brasil: Archivo Brasileño de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 72(6). <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10504>
- Ramírez, D. R., Pinto, R. R., & al., e. (2021). Efecto del método de extracción de líquido ruminal en la técnica de gas in vitro. *Revista De La Facultad de Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 38(3), 681-691.
<https://doi.org/produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/36148>
- Rodrigues, G. J., Del Valle, T. A., & al., e. (2022). Efectos del ácido ricinoleico del aceite de ricino y del líquido de anacardo sobre la digestibilidad de los nutrientes y la fermentación ruminal de novillas lecheras. *SciELO: Revista Brasileña de Salud y Producción Animal*, 23. <https://doi.org/10.1590/S1519-994021442022>
- Schmidt, A. P., & Noschang, J. P. (2020). Evaluación del perfil bioquímico y parámetros del líquido ruminal de ovinos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae* sometidos a cambio abrupto de dieta. *Semina: Ciencias Agrícolas*, 41(6), 3311–3322. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6Supl2p3311>
- Torres, M., Zaracho, E., & al., e. (2020). Digestibilidad in vitro de *Paspalum notatum* en líquido ruminal de búfalos y bovinos. *Revista Veterinaria*, 31(1), 54–56.
<https://doi.org/10.30972/vet.3114631>
- Villarreal, C. D., & al., e. (2019). Digestibilidad aparente de aminoácidos en alimentos utilizados en dietas para el camarón blanco del Pacífico, *Penaeus vannamei*. *Penaeus vannamei. Ciencias Marinas*, 45(3), 91–100.
<https://doi.org/10.7773/cm.v45i3.3007>
- Wagener, M. G., & al., e. (2024). Hallazgos clínicos y hematológicos en alpacas (*Vicugna pacos*) con y sin infección por *Candidatus Mycoplasma haemolamae*. *Sci Rep*, 14(20152). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70956-9>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.