



## Nivel de alimentación en el desempeño productivo de llamas y alpacas en los Andes de Perú

Feeding level in the productive performance of llamas and alpacas in the Andes of Perú

Nível de alimentação no desempenho produtivo de lhamas e alpacas nos Andes do Perú

José Eduardo Ramírez Aruquipa<sup>1</sup>

jramirez@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-1206-8873>

Bernardo Roque Huanca<sup>2</sup>

b.roque@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4186-5142>

Evelin Amparo Yana-Neira<sup>3</sup>

eyana@unap.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-0010-7302>

<sup>1,3</sup>Programa de Doctorado en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú

Artículo recibido el 9 de marzo 2022 / Arbitrado el 6 de abril de 2022 / Publicado el 29 de abril 2022

### RESUMEN

La subalimentación es una característica común en la crianza de camélidos en los Andes de Perú. El trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto del nivel de alimentación en el desempeño productivo de llamas y alpacas en crecimiento. Se utilizaron 16 llamas (110.0 ± 10.8 kg) y 16 alpacas (56.9 ± 5.8 kg) machos de 2 años de edad, distribuidos en 4 grupos por especie, alimentados con una mezcla de heno de avena y heno de alfalfa (1:1) (94.2% materia seca, MS; 2219 kcal EM/kg MS), procesada mecánicamente a 12 mm  $\phi$  y ofrecida en cuatro niveles de consumo: T1, mantenimiento; T2, intermedio bajo; T3, intermedio alto; y T4, ad libitum; correspondiente a 40, 50, 60 y 70 g MS/kg PV<sup>0.75</sup> respectivamente, durante un periodo de 55 días. Al finalizar el experimento se registró el peso vivo y se sacrificaron los animales. La ganancia de peso vivo fue diferente entre grupos: 130.0, 121.8, 29.1, -25.5 y 47.7, 43.6, 16.4, -14.5 g/d, para llamas y alpacas, respectivamente teniendo una mejor ganancia el T4 y T3 ( $p < 0.05$ ). El rendimiento de carcasa no mostró diferencia entre grupos, pero fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre especies, con 57.86% ± 0.50 y 53.96% ± 0.81, para llamas y alpacas, respectivamente. Se concluye que el nivel de alimentación tiene efecto sobre el desempeño productivo y el rendimiento de carcasa en llamas y alpacas machos de los Andes.

**Palabras clave:** Alpacas; Ganancia de peso; Llamas; Rendimiento de carcasa; Sacrificio comparativo

### ABSTRACT

Undernourishment is a common feature in camelid farming in the Andes of Peru. The objective of the work was to determine the effect of feeding level on the productive performance of growing llamas and alpacas. 16 llamas (110.0 ± 10.8 kg) and 16 alpacas (56.9 ± 5.8 kg) 2-year-old males were used, distributed in 4 groups per species, fed with a mixture of oat hay and alfalfa hay (1:1). (94.2% dry matter, DM; 2219 kcal ME/kg DM), mechanically processed at 12 mm  $\phi$  and offered in four consumption levels: T1, maintenance; T2, lower intermediate; T3, upper intermediate; and T4, ad libitum; corresponding to 40, 50, 60 and 70 g MS/kg LW<sup>0.75</sup> respectively, for 55 days. At the end of the experiment, live weight was recorded and the animals were sacrificed. Live weight gain was different between groups: 130.0, 121.8, 29.1, -25.5 and 47.7, 43.6, 16.4, -14.5 g/d, for llamas and alpacas, respectively having a better gain at T4 and T3 ( $p < 0.05$ ). Carcass yield showed no difference between groups, but was different ( $p < 0.05$ ) between species, with 57.86% ± 0.50 and 53.96% ± 0.81, for llamas and alpacas, respectively. It is concluded that the feeding level has an effect on productive performance and carcass yield in llamas and male alpacas from the Andes

**Key words:** Alpacas; Weight gain; Llamas carcass yield; Comparative sacrifice

### RESUMO

A desnutrição é uma característica comum na criação de cameleões nos Andes do Peru. O objetivo do trabalho foi determinar o efeito do nível de alimentação sobre o desempenho produtivo de lhamas e alpacas em crescimento. Foram utilizados 16 lhamas (110,0 ± 10,8 kg) e 16 alpacas (56,9 ± 5,8 kg) machos de 2 anos de idade, distribuídos em 4 grupos por espécie, alimentados com mistura de feno de aveia e feno de alfafa (1:1). (94,2% matéria seca, MS; 2219 kcal EM/kg MS), processado mecanicamente a 12 mm  $\phi$  e oferecido em quatro níveis de consumo: T1, manutenção; T2, intermediário inferior; T3, intermediário superior; e T4, ad libitum; correspondendo a 40, 50, 60 e 70 g MS/kg PV<sup>0.75</sup> respectivamente, por 55 dias. Ao final do experimento, o peso vivo foi registrado e os animais sacrificados. O ganho de peso vivo foi diferente entre os grupos: 130,0, 121,8, 29,1, -25,5 e 47,7, 43,6, 16,4, -14,5 g/d, para lhamas e alpacas, respectivamente com melhor ganho em T4 e T3 ( $p < 0,05$ ). O rendimento de carcaça não apresentou diferença entre os grupos, mas foi diferente ( $p < 0,05$ ) entre as espécies, com 57,86% ± 0,50 e 53,96% ± 0,81, para lhamas e alpacas, respectivamente. Conclui-se que o nível de alimentação tem efeito sobre o desempenho produtivo e rendimento de carcaça em lhamas e alpacas machos dos Andes.

**Palavras-chave:** Alpacas; Ganho de peso; lhamas, Rendimento de carcaça; Abate comparativo

## INTRODUCCIÓN

La producción de llamas y alpacas es una de las actividades económicas y productivas más importantes, que se desarrollan en ambientes de gran altura. Dando empleo alrededor de 500 mil unidades productivas en la región Andina de Perú y Bolivia, alcanzando una población de 3.6 millones de llamas y 3.5 millones de alpacas (1). Estas especies han logrado un equilibrio evolutivo para desarrollarse en ambientes con climas adversos a una gran altitud, con un descenso térmico de hasta - 25 °C y ausencia de oxígeno suficiente (2). Tanto las llamas como las alpacas, son capaces de seleccionar una dieta de alta calidad cuando esta sea disponible, además pueden sobrevivir con forrajes fibrosos de baja calidad en época seca (3,4).

Su alimentación principalmente se basa de pastizales naturales(5), escasos y pobres de las planicies altoandinas (6,7). Obteniendo de ello, carne de elevado valor nutricional (8), fibra de alto valor textil (9,10), además de pieles y cuero que son empleados como materia prima en la industria y artesanía (11). Esta actividad de producción animal contribuye al bienestar, manutención y desarrollo de las poblaciones altoandinas (4,12,13). Por tanto, es una oportunidad de desarrollo económico para las sociedades involucradas a fin de garantizar la seguridad alimentaria, haciendo frente al hambre y la desnutrición (14,15).

Sin embargo, la crianza de llamas y alpacas en la zona altoandina se realiza de

forma extensiva al pastoreo (4), olvidando las demandas nutricionales que se reflejan en un nivel de producción relativamente bajo (16), en comparación a otros contextos y sistemas de producción animal (17,18). En los sistemas de pastoreo extensivo la cantidad y calidad nutritiva de biomasa disponible está influenciada por una marcada estacionalidad, con abundancia en época de lluvias (noviembre – abril) y escasez en la época seca (mayo - noviembre) con alto contenido de fibra, bajos niveles de proteína y digestibilidad, acompañado de una reducción en el consumo de alimento; que genera un desequilibrio en la ingestión de nutrientes que conlleva a una disminución de las tasas reproductivas y productivas (19,20), agravada por el problema de la sarcocistiosis macroscópica (*Sarcocystis aucheniae*) y microscópica (*Sarcocystis masoni*) (21), que devalúan la calidad de la carne, causando pérdidas económicas significativas (22). Todos estos factores afectan directamente la producción ganadera de camélidos en los andes de Perú y Bolivia.

En consecuencia, la nutrición cumple un rol muy importante en la producción de llamas y alpacas, siendo un punto crítico a la hora de realizar un adecuado manejo. Sin embargo, aún no existen suficientes investigaciones sobre las necesidades nutricionales de estas dos especies. Mientras tanto, estudios piloto realizados en condiciones de altura (4200 msnm), han mostrado la posibilidad de utilizar la técnica de sacrificio comparativo

como herramienta para determinar los requerimientos energéticos en alpacas, a través de las mediciones de la energía disponible en el alimento y la retención de energía, en combinación con el balance energético (23,24). Esto permitirá mejorar los programas de alimentación en camélidos sudamericanos, con menor impacto ambiental (25). Considerando los aspectos mencionados anteriormente, el objetivo de este estudio fue determinar la ganancia de peso vivo y el rendimiento de carcasa de llamas y alpacas machos en crecimiento por el efecto nivel de oferta alimentaria, bajo condiciones de gran altitud, utilizando la técnica de sacrificio comparativo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se identifica brevemente la metodología empleada en el desarrollo del estudio, contexto o lugar y período (o momento) de realización del mismo, el universo y la muestra, además de explicar el método de muestreo, criterios de inclusión y exclusión de los objetos de estudio, detalles necesarios sobre los participantes o los objetos de estudio y las variables. Se diferencian explícitamente los resultados primarios y secundarios que se midieron, se exponen los procedimientos estadísticos utilizados y se detallan los equipos y materiales empleados en el desarrollo del estudio.

## **Lugar de estudio**

El experimento se realizó en el Centro experimental (CE) La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano, a una altitud de 4 200 m, ubicada entre las coordenadas 14° 30'33" latitud Sur y 70°57'12" longitud Oeste, ubicado en el distrito de Santa Rosa, Provincia de Melgar, departamento de Puno, entre los meses de abril - agosto del año 2016. A una temperatura promedio de 10.2°C, con una mínima de 2.1°C y una máxima de 18.4°C (rango de -10.7 a 17.8 °C), además de una precipitación pluvial de 525.7 mm, de clima frío y seco.

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

## **Instalaciones**

Las instalaciones estuvieron conformadas por 32 jaulas de alimentación de 1.2 m x 2.5 m (16 jaulas por especie), construidas de troncos de eucalipto, fijados con pernos metálicos, divididas con mallas metálicas y techo de calamina. Que fueron utilizados para el confinamiento de los animales durante la fase de alimentación. Además, se utilizó un galpón para el procesamiento y preparado de las dietas experimentales.

## Dieta experimental

La dieta experimental fue elaborada con forrajes heno de avena (*Avena sativa*) y heno de alfalfa (*Medicago sativa*) 1:1, procesados mecánicamente con un molino/picador forrajero Trapp TRF - 700, a 12 mm

de diámetro de la zaranda, siguiendo las recomendaciones de (26), con adición de algunas fuentes de minerales, formulado según las recomendaciones nutricionales para camélidos (Tabla 1), estimados por el método factorial (27,28).

**Tabla 1.** Dieta experimental para la alimentación de llamas y alpacas.

Alimentos	Mezcla %	Valor nutricional de la mezcla (en 100 % de materia seca)	
Heno de avena	49.80	Energía Metabol., Kcal/g	2.29
Heno de alfalfa	49.80	Proteína Cruda, % mín.	12.00
Suplamin difos	0.200	Fósforo, % mín.	0.30
Sal común	0.200	Sodio, % mín.	0.18
<b>Total</b>	<b>100</b>	FDN, % mín.	51.56

Análisis químico del alimento laboratorio de nutrición animal; programa solver (24).

## Animales

Se utilizó 16 llamas y 16 alpacas machos en crecientito de 2 años de edad, clínicamente sanos, procedentes de la población de llamas y alpacas al pastoreo del CE La Raya de la Universidad Nacional del Altiplano; los cuales se distribuyeron de forma aleatoria en cuatro grupos experimentales, con cuatro animales por especie, para ser alimentados

con cuatro niveles de oferta alimentaria (94.2% materia seca, MS; EM:2219 kcal/kg MS), T1: mantenimiento, T2: intermedio bajo, T3: intermedio alto y T4: ad libitum (Tabla 2); correspondiente a 40, 50, 60 y 70 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>, este patrón de oferta alimentaria fue para llamas y alpacas respectivamente, durante un periodo de 55 días.

**Tabla 2.** Distribución de llamas y alpacas para el experimento de alimentación con cuatro niveles de oferta alimentaria.

Especie	Experimento de alimentación				Total
	T1	T2	T3	T4	
Llamas	4	4	4	4	16
Alpacas	4	4	4	4	16

## Manejo experimental de los animales

Los animales fueron elegidos aleatoriamente y seleccionados por peso de una población de 500 animales en su mayoría alpacas y esa cantidad de llamas, ambas especies se alimentaban de la vegetación natural disponible en la cabaña Lloketa (5.200 m de altitud), las mismas que fueron trasladadas al centro de investigación La Raya (4,200 m de altitud), lugar donde permanecieron durante todo el experimento.

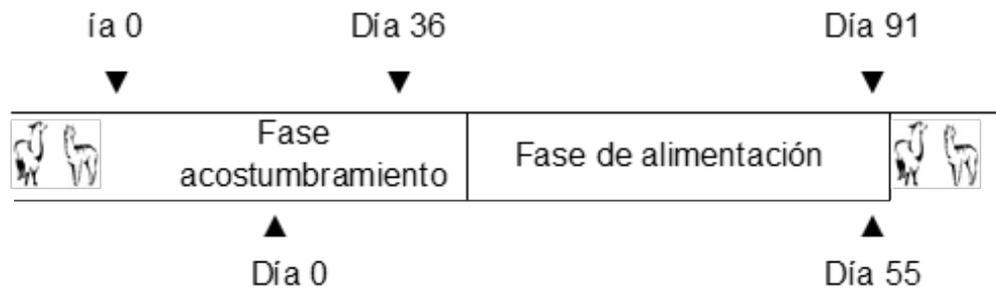
Cómo los animales proceden de un sistema pastoril extensivo, la fase de acostumbramiento al manejo en confinamiento fue gradual y sistemático, en tres etapas, a fin de minimizar los efectos de la neofobia (29), a fin de garantizar el bienestar animal, el éxito experimental y la validez de los resultados.

La primera semana permanecieron en un potrero de pastos naturales consumiendo la vegetación natural disponible; en la segunda y tercera semana se les fue alimentado gradualmente con heno entero de avena y agua para que aprendan a consumir forrajes. En los dos primeros días de la segunda semana se observó que las alpacas no mostraron interés por el forraje mientras que las llamas mostraron un comportamiento de aceptación desde el primer contacto con el heno de avena, al tercer día las alpacas empezaron a consumir

ligeramente el heno de avena, en cambio las llamas ya consumen heno en su gran mayoría. A la tercera semana el consumo fue masivo en llamas y alpacas.

En la cuarta semana se les sub dividió de forma alentaría en grupos de 10 animales por especie en un área más reducido (box de 20 x 4 metros), construidas con paneles metálicos, acondicionados con comederos y bebederos en recipientes de plástico con una capacidad de 30 L. Para ofrecerles el heno molido en relación al peso corporal que correspondió a 2 kg y 1 kg para llamas y alpacas respectivamente, a fin de que aprendan a consumir en comedero la mezcla forrajera molida. Al igual que, con el heno avena entero, los animales tardaron 2 días para volver a acostumbrarse a esta nueva presentación de alimento.

En la quinta semana el consumo fue a totalidad en ambas especies, hasta entonces pasaron 36 días de la fase de acostumbramiento, momento oportuno para dar inicio al experimento (Figura 1). La fase de alimentación inicio el día 37, por lo que se considerado como día 0 del experimento, con la asunción de que los camélidos colaboran de sobremanera en los trabajos experimentales cuando son debidamente acostumbrados al manejo en confinamiento (30).



**Figura 1.** Esquema del experimento, fase de acostumbramiento y fase de alimentación para llamas y alpacas.

A partir de la fase experimental se evaluaron los siguientes parámetros:

**Peso vivo.** Se midió utilizando una balanza digital electrónica digital con capacidad de 500 con precisión 0.1 Kg de la marca T-Scale equipada con plataforma metálica.

La ganancia de peso total se calculó mediante diferencia entre el peso inicial menos el peso final, mientras que la ganancia diaria de peso se calculó con el peso inicial menos el peso final de todo el periodo experimental dividido entre el tiempo de duración del experimento 55 días.

**Rendimiento de carcasa.** Expresado en porcentaje. Se determinó por la relación entre el peso de la carcasa y el peso vivo al sacrificio.

Los datos obtenidos fueron analizados por un Diseño Bloque Completo al Azar, con dos bloques (especies) y cuatro niveles de consumo (tratamientos), mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS, según el siguiente modelo aditivo lineal fijo, a un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (31).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ganancia de peso en llamas y alpacas

Las llamas iniciaron el experimento con un peso inicial de  $100.7 \pm 5.8$ ,  $140.1 \pm 7.3$ ,  $108.2 \pm 6.5$  y  $113.6 \pm 6.8$  kg de peso vivo para los tratamientos T1, T2, T3, T4, respectivamente. Paralelamente, las alpacas tuvieron un peso inicial de  $52.2 \pm 5.3$ ,  $53.9 \pm 4.3$ ,  $57.3 \pm 4.5$ ,  $59.5 \pm 2.3$  kg de peso vivo para los tratamientos T1, T2, T3, T4, respectivamente (Tabla 3).

Luego de un periodo de 55 días de alimentación a base de heno molido de avena y alfalfa (1:1), ofrecidos a diferentes niveles de consumo o niveles de restricción alimentaria, se logró encontrar diferencias en la variación de la ganancia de peso vivo por efecto nivel de consumo de alimento, tanto en llamas como alpacas. Dejando en evidencia que la llama fue la especie que logró alcanzar la mayor ganancia de peso vivo a diferencia de la alpaca (Tabla 3). Esta diferencia en la ganancia de peso ( $p < 0.05$ ), se puede asociar a la capacidad digestiva y mejores índices de conversión

alimenticia de cada especie (32,33), además de las características productivas y zoometrías que difieren en cada especie, por tanto, las llamas son animales destinados a la producción de carne, fibra y piel principalmente (34,35), mientras que las alpacas están destinadas a la producción de fibra como actividad principal (36,37).

Estas diferencias encontradas se pudieron observar en los diferentes tratamientos, siendo los animales de los tratamientos ad libitum e intermedio alto (T4 y T3) los que lograron una mejor ganancia de peso, debido a la mayor disponibilidad de alimento consumido, mientras que los animales con un nivel de alimentación restringido intermedio bajo (T2) conservaron su peso con un ligero incremento. Sin embargo, algo opuesto se pudo observar en los animales con mayor restricción alimentaria, dieta de mantenimiento (T1) que presentaron pérdida de peso, lo que se traduce en un menor consumo de alimento y por lo tanto menor ganancia de peso (38–40), este patrón se repite tanto para llamas y alpacas respectivamente (Tabla 3). El comportamiento de este parámetro productivo (ganancia de peso) en llamas y alpacas se pudo reportar en experimentos similares donde los animales fueron alimentados con heno molido de avena y alfalfa (1:1) a diferentes tamaño de molido (23).

Al comparar la ganancia de peso por día (g/día) entre tratamientos, este fue mayor ( $p < 0.05$ ) en el tratamiento (T4) con  $130 \pm 48.8$ , disminuyendo en los tratamientos (T3, T2) con  $121.8 \pm 46.6$ ,  $29.1 \pm 28.3$ , respectivamente, en

cuanto al tratamiento (T1) presentó pérdida de peso teniendo ganancia negativa de  $-25.5 \pm 34.7$ , mientras tanto las alpacas lograron una mejor ganancia de peso por día en el tratamiento (T4) con  $47.7 \pm 12.5$ , disminuyendo en los tratamientos (T3, T2) con  $43.6 \pm 10.3$ ,  $16.4 \pm 12.8$ , respectivamente, en cuanto al tratamiento (T1) presentó pérdida de peso teniendo ganancia negativa de  $-14.5 \pm 24.3$ , estas diferencias en la ganancia de peso diaria estarían relacionadas con el mayor aporte de nutrientes por parte del heno de alfalfa y la cantidad de alimento ofrecido en cada nivel de consumo alimenticio (28). Al respecto, (41), en un estudio con llamas al pastoreo utilizando *Lolium perenne* + *Trifolium repens* L y *Phalaris arundinacea* + *Trifolium repens* L reportaron ganancias de peso de 199 y 182 g/d, respectivamente, superiores a lo obtenido en el presente estudio, posiblemente debido al empleo de pastos cultivados como dieta única. No obstante, los pastos cultivados irrigados son económicamente beneficiosos si se usan como un suplemento para las praderas nativas y no como una base alimenticia por su mayor costo (42), así mismo (43) reportaron ganancias diaria de 105.6 g/d en llamas al pastoreo en pradera nativa entre los meses de setiembre y noviembre con 4.8% de PC y con predominancia de *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Muhlenbergia spp*, *Bromus unioloides*, *Calamagrotis spp* y *Festuca orthophylla*.

Durante la ejecución del experimento de alimentación se pudo registrar una variabilidad en la ganancia de peso por el efecto nivel de alimentación tanto en llamas y alpacas

(Figuras 2, 3), respectivamente. Esta práctica se realizó a fin de comprender el desempeño productivo de los animales a diferentes niveles de alimentación, simulando esencias de

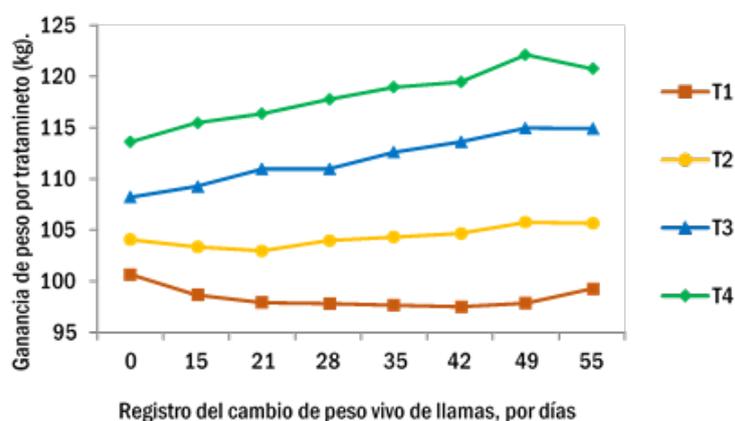
escasez y abundancia, tal y como sucede en un sistema extensivo para evaluar los parámetros productivos presentados en este trabajo de investigación.

**Tabla 3.** Ganancia de peso para llamas y alpacas por efecto nivel de alimentación durante 55 días.

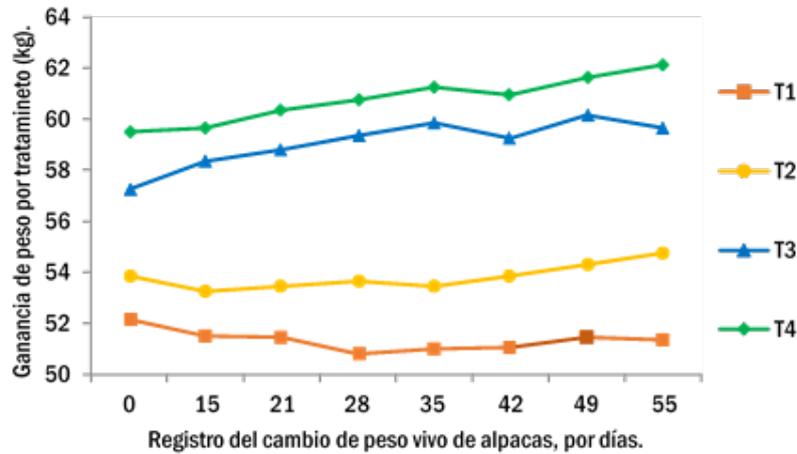
Variables de medición	Niveles de oferta alimentaria (Trataminetos <sup>1</sup> )			
	T1	T2	T3	T4
<b>Llamas</b>				
Peso vivo inicial, kg	100.7 ± 5.8	104.1 ± 7.3	108.2 ± 6.5	113.6 ± 6.8
Peso vivo final, kg	99.3 ± 6.0	105.7 ± 8.2	114.9 ± 8.5	120.8 ± 8.6
Ganancia de peso total, kg	-1.4 <sup>d</sup> ± 1.9	1.6 <sup>c</sup> ± 1.5	6.7 <sup>b</sup> ± 2.6	7.2 <sup>a</sup> ± 2.5
Ganancia diaria de peso, g/día	-25.5 ± 34.7	29.1 ± 28.3	121.8 ± 46.6	130 ± 48.8
Ganancia diaria de peso, g/W0. <sup>75</sup>	-0.8 ± 1.1	0.9 ± 0.8	3.5 ± 1.2	3.6 ± 1.1
Ganancia de peso, %	-1.4 ± 2.0	1.5 ± 1.4	5.8 ± 1.8	5.9 ± 1.7
<b>Alpacas</b>				
Peso vivo inicial, kg	52.2 ± 5.3	53.9 ± 4.3	57.3 ± 4.5	59.5 ± 2.3
Peso vivo final, kg	51.4 ± 5.0	54.8 ± 4.4	59.7 ± 4.9	62.1 ± 2.5
Ganancia de peso total, kg	-0.8 <sup>d</sup> ± 1.3	0.9 <sup>c</sup> ± 0.7	2.4 <sup>a</sup> ± 0.6	2.6 <sup>a</sup> ± 0.7
Ganancia diaria de peso, g/día	-14.5 ± 24.3	16.4 ± 12.8	43.6 ± 10.3	47.7 ± 12.5
Ganancia diaria de peso, g/W0. <sup>75</sup>	-0.7 ± 1.3	0.8 ± 0.6	2.1 ± 0.4	2.2 ± 0.6
Ganancia de peso, %	-1.6 ± 2.6	1.6 ± 1.3	4.0 ± 0.7	4.2 ± 1.1

a, b, c, d Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa (p<0.05).

<sup>1</sup> T1: Mantenimiento, T2: Intermedio bajo, T3: Intermedio alto y T4: Ad libitum; correspondiente a 40, 50, 60 y 70 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>, respectivamente.



**Figura 2.** Variación de la ganancia de peso en llamas por efecto nivel de alimentación durante 55 días de alimentación.



**Figura 3.** Variación de la ganancia de peso en alpacas por efecto nivel de alimentación durante 55 días de alimentación.

**Rendimiento de carcasa en llamas y alpacas**

En lo que respecta al rendimiento de carcasa (%). Las llamas y alpacas alimentados con heno molido de avena y alfalfa (1:1) no difirieron entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4 ( $p > 0.05$ ), resultando en un valor promedio para el rendimiento de carcasa con 57.63 % y 53.43 % para llamas y alpacas (Tabla 4). Sin embargo, cuando se realiza la comparación entre especies existe diferencia en el rendimiento de carcasa ( $p < 0.05$ ), esta diferencia se puede atribuir a las características morfológicas

y fisiológicas de cada una de las especies, como a tamaño corporal, capacidad digestiva, conversión alimentaria, entre otros (44). Además, los valores para rendimiento de carcasa encontrado por (45) con 57% en llamas, fueron similares a los obtenidos en el estudio; mientras que (46,47) reportaron 56.2%, estas variaciones entre trabajos podrían deberse a diferencias en edades y tipos de animales, condición corporal y época del año, calidad nutricional y disponibilidad del alimento (45,48).

**Tabla 4.** Reporte de peso vivo inicial, peso y rendimiento de carcasa para llamas y alpacas por efecto nivel de alimentación durante 55 días.

Variables de medición	T1	T2	T3	T4
	Prom. ± DE	Prom. ± DE	Prom. ± DE	Prom. ± DE
<b>Llamas</b>				
Peso vivo final, kg	99.3 ± 6.0 <sup>d</sup>	105.7 ± 8.2 <sup>c</sup>	114.9 ± 8.5 <sup>b</sup>	120.8 ± 8.6 <sup>a</sup>
Peso de carcasa, kg	57.5 ± 4.3 <sup>d</sup>	60.8 ± 6.8 <sup>c</sup>	66.2 ± 5.2 <sup>b</sup>	69.6 ± 5.6 <sup>a</sup>
Rendimiento de carcasa, %	57.9 ± 1.3 <sup>a</sup>	57.4 ± 2.1 <sup>a</sup>	57.6 ± 0.9 <sup>a</sup>	57.6 ± 1.7 <sup>a</sup>

Variables de medición	T1	T2	T3	T4
	Prom. ± DE	Prom. ± DE	Prom. ± DE	Prom. ± DE
<b>Alpacas</b>				
Peso vivo final, kg	51.4 ± 5.0 <sup>d</sup>	54.8 ± 4.4 <sup>c</sup>	59.7 ± 4.9 <sup>b</sup>	62.1 ± 2.5 <sup>a</sup>
Peso de carcasa, kg	27.1 ± 3.1 <sup>b</sup>	29.0 ± 3.9 <sup>b</sup>	32.2 ± 2.7 <sup>a</sup>	33.8 ± 1.2 <sup>a</sup>
Rendimiento de carcasa, %	52.7 ± 2.2 <sup>a</sup>	52.8 ± 3.4 <sup>a</sup>	53.9 ± 0.7 <sup>a</sup>	54.3 ± 1.6 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c, d</sup> Letras diferentes en columnas indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup> T1: Mantenimiento, T2: Intermedio bajo, T3: Intermedio alto y T4: Ad libitum; correspondiente a 40, 50, 60 y 70 g MS/kg PV<sup>0.75</sup>, respectivamente.

## CONCLUSIONES

El nivel de alimentación tiene efecto en el desempeño productivo (ganancia de peso) y rendimiento de carcasa en llamas y alpacas machos de dos años de edad alimentados en estabulación. Por tanto, se puede concluir que los animales alimentados con una dieta balancean y ofertado a un nivel de consumo superior al mantenimiento (intermedio alto o ad libitum), pueden alcanzar mayor ganancia de peso frente a los animales que tiene mayor restricción alimentaria o de baja calidad como sucede con animales al pastoreo.

En consecuencia, es recomendable implementar un sistema de alimentación mixto en los hatos ganaderos, con suplementación alimenticia, elaborado con forrajes molidos propios de la zona, esta estrategia sin duda permitiría maximizar las cualidades productivas, reproductivas de cada especie en particular; considerando los resultados del estudio la llama es la especie que mayor inclinación tiene para la producción de carne.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAO. Situación actual de los saméidos sudamericanos en Bolivia. Food Agric Organ United Nations. 2005;46(1):1–56.

2. Pinto Jiménez CE, Martín Espada C, Cid Vázquez MD. Camélidos sudamericanos: clasificación, origen y características. Rev Complut Ciencias Vet [Internet]. 1 de enero de 2010;4(1):23–36. Obtenido de: <https://revistas.ucm.es/index.php/RCCV/article/view/RCCV1010120023A>

3. Engelhardt W SW. Energy and nitrogen metabolism in the llama. Anim Res Dev. 1977;5:68–72.

4. San Martín F, Bryant FC. Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. Small Rumin Res [Internet]. 1989;2(3):191–216. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(89\)90001-1](https://doi.org/10.1016/0921-4488(89)90001-1)

5. San Martín F. Nutrición en alpacas y llamas. In Lima; 1996. p. 29.

6. Genin D, Villca Z, Abasto P. Diet selection and utilization by llama and sheep in a high altitude-arid rangeland of Bolivia [Internet]. Journal of Range Management. Society for Range Management; 1994. Obtenido de: <https://doi.org/10.2307/4003025>

7. Reiner RJ, Bryant FC, Farfan RD, Craddock BF. Forage Intake of Alpacas Grazing Andean Rangeland in Peru. J Anim Sci [Internet]. 1 de marzo de 1987;64(3):868–71. Obtenido de: <https://doi.org/10.2527/jas1987.643868x>

8. Polidori P, Renieri C, Antonini M, Lebboroni G. Llama Meat Nutritional Properties. Ital J Anim Sci [Internet]. 1 de enero de 2007;6(1):857–8. Obtenido de: <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.857>

9. Iñiguez LC, Alem R, Wauer A, Mueller J. Fleece types, fiber characteristics and production system of an outstanding llama population

- from Southern Bolivia. *Small Rumin Res* [Internet]. 1 de agosto de 1998;30(1):57–65. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(98\)00079-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(98)00079-0)
- 10.** Quispe-Ccasa H, Lloccallasi N, Choquepuma W, Huanca N, Cayo-Colca I, Saucedo U J, et al. Evaluación objetiva de características de finura y resistencia en vellones de llama (*Lama glama*) Ch'aku. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 20 de junio de 2020;31(2). Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17823>
- 11.** Avilés D, Montero M, Barros-Rodríguez M. Los camélidos sudamericanos: productos y subproductos usados en la región andina. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal AICA*. 15 de junio de 2018;11:30–8.
- 12.** Engelhardt W, Lechner-Doll M, Heller R, Schwartz H, Rutagwenda T, Schultka W. Physiology of the forestomach in camelids with particular reference to adaptation to extreme dietary conditions- A comparative approach. *Zool Beiträge N F*. 1 de diciembre de 1986;30:1–16.
- 13.** Engelhardt W von, Weyreter H, Heller R, Lechner M, Schwartz HJ, Rutagwenda R, et al. Adaptation of indigenous sheep, goats and camels in harsh grazing conditions [Internet]. International Atomic Energy Agency (IAEA): IAEA; 1986 . Obtenido de: [http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=RN:17072502](http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:17072502)
- 14.** Kristjanson P, Krishna A, Radeny M, Kuan J, Quilca G, Sanchez-Urrelo A, et al. Poverty dynamics and the role of livestock in the Peruvian Andes. *Agric Syst* [Internet]. 2007;94(2):294–308. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.09.009>
- 15.** Suman SP, McMillin KW. From the Editors: Contributions of non-traditional meat animals to global food security and agricultural economy. *Anim Front* [Internet]. 01 de octubre 2014;4(4):4–5. Obtenido de: <https://doi.org/10.2527/af.2014-0026>
- 16.** Apaza-Zúñiga A, Quispe Coaquira J. Pesos, ganancia de peso y modelos de crecimiento en crías de Llamas (*Lama Glama*) K'ara y Ch'aco. *Rev Investig Altoandinas - J High Andean Res*. 24 de junio de 2016;18.
- 17.** Van Saun RJ. Nutritional Requirements and Assessing Nutritional Status in Camelids. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* [Internet]. 2009;25(2):265–79. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.03.003>
- 18.** Riek A, Brinkmann L, Gauly M, Perica J, Ruf T, Arnold W, et al. Seasonal changes in energy expenditure, body temperature and activity patterns in llamas (*Lama glama*). *Sci Rep* [Internet]. 2017;7(1):7600. Obtenido de: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07946-7>
- 19.** IICAT, Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología. Composición de la ingesta seleccionada por Llamas (*Lama glama*, Linnaeus 1758) de la Provincia José Manuel Pando , Municipio Santiago De Machaca Composition selected by Llamas intake (*Lama glama*, Linnaeus 1758 ) of José Manuel Pando Province , municip. 2016;2(1).
- 20.** Genin D, Abasto P, Choque S, Magne J. Dung ash treatment of a native forage to improve livestock feeding in low-input Andean pastoral systems. *Livest Res Rural Dev*. 1 de abril de 2002;14:41–8.
- 21.** Moré G, Regensburger C, Gos ML, Pardini L, Verma SK, Ctibor J, et al. *Sarcocystis masoni*, n. sp. (Apicomplexa: Sarcocystidae), and redescription of *Sarcocystis aucheniae* from llama (*Lama glama*), guanaco (*Lama guanicoe*) and alpaca (*Vicugna pacos*). *Parasitology* [Internet]. 2 de abril de 2016;143(5):617–26. Obtenido de: <https://doi.org/10.1017/S003118201600007X>
- 22.** Saeed MA, Rashid MH, Vaughan J, Jabbar A. Sarcocystosis in South American camelids: The state of play revisited. *Parasit Vectors* [Internet]. 2018;11(1):146. Obtenido de: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-2748-1>
- 23.** Ramírez Aruquipa JE. Efecto del tamaño de partícula del forraje en el consumo, ganancia de peso y producción de metano en llamas y alpacas. *Rev Investig la Esc Posgrado la UNA PUNO* [Internet]. 23 de enero de 2020;8(4):1350–7. Obtenido de: <http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/998>

- 24.** Roque Huanca B, Bautista Pampa JL, Beltrán Barriga PA, Calsín Calsín BW, Medina Suca JG, Aro Aro JM, et al. Requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento y ganancia de peso de llamas y alpacas determinados mediante la técnica de sacrificio comparativo. *Rev Investig Vet del Perú [Internet]*. 24 de noviembre de 2020;31(4):e16738. Obtenido de: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/16738>
- 25.** Hume DA, Whitelaw CBA, Archibald AL. The future of animal production: improving productivity and sustainability. *J Agric Sci [Internet]*. 14 de enero de 2011;149(S1):9–16. Obtenido de: <https://doi.org/10.1017/S0021859610001188>
- 26.** Heinrichs AJ, Buckmaster DR, Lammers BP. Processing, mixing, and particle size reduction of forages for dairy cattle. *J Anim Sci [Internet]*. 1 de enero de 1999;77(1):180–6. Obtenido de: <https://doi.org/10.2527/1999.771180x>
- 27.** Carmean BR, Johnson KA, Johnson DE, Johnson LW. Maintenance energy requirement of llamas. *Am J Vet Res [Internet]*. 1 de setiembre de 1992;53(9):1696–8. Obtenido de: <http://europemc.org/abstract/MED/1329588>
- 28.** Van Saun RJ. Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. *Small Rumin Res [Internet]*. 1 de febrero de 2006;61:165–186. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.006>
- 29.** Boogert NJ, Reader SM, Laland KN. The relation between social rank, neophobia and individual learning in starlings. *Anim Behav [Internet]*. 2006;72(6):1229–39. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2006.02.021>
- 30.** Lund KE, Maloney SK, Milton JTB, Blache D. Gradual Training of Alpacas to the Confinement of Metabolism Pens Reduces Stress When Normal Excretion Behavior Is Accommodated. *ILAR J [Internet]*. 1 de marzo de 2012;53(1):E22–30. Obtenido de: <https://doi.org/10.1093/ilar.53.1.22>
- 31.** Kuehl R. Diseño de Experimentos, Principios Estadísticos de Diseño y Análisis de Investigación. SERBIULA (sistema Libro 20). 1 de enero de 2001.
- 32.** Paredes G. J, San Martín H. F, Olazabal L. J, Ara G. M. Efecto del nivel de fibra detergente neutra sobre el consumo en la alpaca (*Vicugna pacos*). *Rev Investig Vet del Perú [Internet]*. 17 de junio de 2014;25(2):205–12. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8492>
- 33.** Sponheimer M, Robinson T, Roeder B, Hammer J, Ayliffe L, Passey B, et al. Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses. *Small Rumin Res [Internet]*. 2003;48(2):149–54. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00002-6)
- 34.** Quispe EC, Rodríguez TC, Iñiguez LR, Mueller JP. Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Anim Genet Resour Inf [Internet]*. 2009;45:1–14. Obtenido de: <https://doi.org/10.1017/S1014233909990277>
- 35.** Condori G, Renieri C, Ayala C, Rodríguez T, Martínez Z. Estudio y caracterización de la aptitud de producción de carne en llamas (*Lama glama*) [Internet]. Vol. 5, Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. 2018. p. 62–75. Obtenido de: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182018000300009&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000300009&nrm=iso)
- 36.** Vásquez R, Gómez-Quispe O, Quispe P. E. Características Tecnológicas de la fibra blanca de Alpaca Huacaya en la zona Altoandina de Apurímac. *Rev Investig Vet del Perú [Internet]*. 3 de junio de 2015;26(2):213–22. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v26i2.11020>
- 37.** Quispe Peña, E., Poma Gutiérrez, A., & Purroy Unanua A. Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza huacaya. *Rev Complut Ciencias Vet [Internet]*. 19 de febrero de 2013;7(1). Obtenido de: [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2013.v7.n1.41413](https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41413)
- 38.** Nielsen MO, Kiani A, Tejada E, Chwalibog A, Alstrup L. Energy metabolism and methane production in llamas, sheep and goats fed high- and low-quality grass-based diets. *Arch Anim Nutr [Internet]*. 4 de mayo de 2014;68(3):171–85. Obtenido de: <https://doi.org/10.1080/1745039X.2014.912039>

- 39.** Olazábal L. J, San Martín H. F, Ara G. M, Franco F. F. Crecimiento compensatorio de alpacas: efecto de diferentes niveles de restricción energética. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 31 de diciembre de 2009;20(2):171–7. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v20i2.603>
- 40.** Robles R, Hidalgo V, Wurzinger M, Gutierrez G. Ganancia de peso y rendimiento de carcasa de llamas (*Lama glama*) dientes de leche sometidas a engorde con cuatro tipos de alimentación. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 29 de marzo de 2020;31(1):e17547. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17547>
- 41.** García V. W, San Martín H. F, Novoa M. C, Franco LL. E. Engorde de llamas bajo diferentes regímenes alimenticios. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 30 de diciembre de 2002;13(2):1–9. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v13i2.7246>
- 42.** San Martín F, Van Saun RJ. Chapter 8 - Applied Digestive Anatomy and Feeding Behavior. In: Cebra C, Anderson DE, Tibary A, Van Saun RJ, Johnson LWBT-L and AC, editors. *St. Louis: W.B. Saunders; 2014. p. 51–8.* Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-2352-6.00008-0>
- 43.** Mamani-Linares LW, Gallo C. Effects of supplementary feeding on carcass and meat quality traits of young llamas (*Lama glama*). *Small Rumin Res* [Internet]. 2013;114(2):233–9. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.06.011>
- 44.** Quispe P. E, Poma G. A, Siguas R. O, Berain A. J, Purroy U. A. Estudio de la carcasa de alpacas (*Vicugna pacos*) en relación al peso y clasificación. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 30 de marzo de 2012;23(1):43–51. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v23i1.880>
- 45.** Mamani-Linares LW, Cayo F, Gallo C. Efecto de la estación del año sobre la composición proximal y perfil de ácidos grasos de carne de llamas en crianza extensiva. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 30 de diciembre de 2013;24(4):417–24. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v24i4.2727>
- 46.** Cristofanelli S, Antonini M, Torres D, Polidori P, Renieri C. Carcass characteristics of peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) reared in the Andean highlands. *Small Rumin Res* [Internet]. 2005;58(3):219–22. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.10.004>
- 47.** Cristofanelli S, Antonini M, Torres D, Polidori P, Renieri C. Meat and carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Meat Sci* [Internet]. 2004;66(3):589–93. Obtenido de: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00174-8)
- 48.** Mamani-Linares LW, Cayo F, Gallo C. Características de canal, calidad de carne y composición química de carne de llama: Una revisión. *Rev Investig Vet del Perú* [Internet]. 17 de junio de 2014;25(2):123–50. Obtenido de: <https://doi.org/10.15381/rivep.v25i2.8484>

**Agradecimientos.** J.E. Ramírez y E.A Yana reconocen el apoyo financiero del Proyecto Concytec – Banco Mundial “Mejoramiento y Ampliación de los Servicios del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica” 8682-PE, a través de su unidad ejecutora ProCiencia [contrato número 01-2018-FONDECYT/BM-Programas de Doctorados en Áreas Estratégicas y Generales].