



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



EFECTO DEL NIVEL DE PROTEÍNA DEL ALIMENTO PELETIZADO EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE ALIMENTO EN LLAMAS POSDESTETE

TESIS

PRESENTADA POR:

LUIS EDUARDO CAJIA ALIAGA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO, PERÚ

2024



Luis Eduardo Cajia Aliaga

EFECTO DEL NIVEL DE PROTEÍNA DEL ALIMENTO PELETIZADO EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE ALI...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::8254:417592322

108 Páginas

Fecha de entrega

19 dic 2024, 2:00 p.m. GMT-5

24,486 Palabras

120,332 Caracteres

Fecha de descarga

19 dic 2024, 2:03 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

1.Cajia_2024- borrador.v10.4 final - respaldo.pdf

Tamaño de archivo

4.2 MB





3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 3% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 0% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

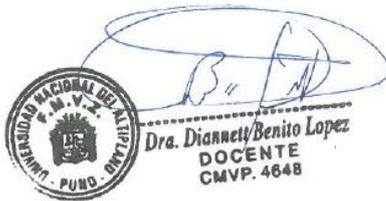
Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Texto oculto**
18 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





DEDICATORIA

A Dios, por brindarme vitalidad y sabiduría para lograr mis objetivos. A mi padre y madre Marcial y Evarista que con su sacrificio y motivación fue el pilar fundamental en todo lo que soy ya que siempre estuvo a mi lado y siempre me brindo su apoyo y cariño incondicional.

A mi hermana Mayda por las Vivencias y experiencias compartidas, confianza, motivación, consejo, y por haberme apoyado en el transcurso de mi formación universitaria. A mi amada Marienela y al regalo más grande que Dios me supo entregar, mi hijo Eydan Matteo la persona más importante de mi vida que me dio más fuerza y motivo para luchar y seguir adelante

A la Memoria de mi querida madre Evarista que Dios la tenga en su gloria, sé que puede escuchar el latido de mi corazón, sentir como corre por mis venas este amor que llevo por mi madre que desde el cielo me guio, que siempre y para siempre la llevare en mi corazón.

Luis Eduardo



AGRADECIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, por mostrarme el sendero en momentos difíciles e iluminar mis pensamientos, brindándome salud, sabiduría y así poder encaminarme para dar este paso.

A mi alma mater, la Universidad Nacional del Altiplano por darme la oportunidad de realizarme y formarme profesionalmente.

A mi Gloriosa Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. A los docentes por haberme brindado los conocimientos teóricos-prácticos para mi formación profesional.

Mi especial reconocimiento y agradecimiento a mi directora de tesis la Dra. Diannett Benito Lopez y a mi asesor el Dr. José Eduardo Ramírez Aruquipa, por su paciencia, disponibilidad y generosidad y su apoyo incondicional en la elaboración y culminación del presente trabajo de investigación.

Mis agradecimientos a los miembros del jurado: Dra. Martha Tapia Infantes, MVZ. Marino Francisco Ávila Felipe, y al Mg. Sc. Francisco Halley Rodríguez Huanca por su paciencia y sugerencias en la culminación del presente trabajo de investigación

Reconocimiento especial a los gestores del financiamiento que hicieron posible la ejecución de la fase experimental del trabajo en el Anexo Experimental Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), al Dr. Teodosio Huanca Mamani (+), Ing. Julio Zeballos Cabana, Dr. José Eduardo Ramirez Aruquipa (residente – Anexo Quimsachata) y a todo el equipo técnico, cuyo valioso aporte y dedicación fueron fundamentales para la realización de este estudio.

A mis compañeros, amigos Hugo, Paul, Eleazar, Wilian Javier y Nycolay quienes me compartieron su amistad, aventuras y momentos inolvidables gracias por todo.

Luis Eduardo



ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

ACRÓNIMOS

RESUMEN 15

ABSTRACT..... 16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... 18

1.1.1. Objetivo General 18

1.1.2. Objetivos Específicos 18

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DE LOS CAMÉLIDOS..... 19

2.2. LA LLAMA 19

2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CAMÉLIDOS 21

2.4. METABOLISMO DEL NITRÓGENO EN LA LLAMA 24

2.5. EFECTO DE LA PROTEÍNA EN LA DIETA 26

2.6. ALIMENTO PELLETIZADO..... 27

2.7. RENDIMIENTO PRODUCTIVO CON DIETAS PELLETIZADAS 29



2.8.	EL DESTETE EN LLAMAS	30
2.9.	ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN POSDESTETE PARA MITIGAR EL ESTRÉS EN LLAMAS	31
2.10.	METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN DE CAMÉLIDOS.....	33
2.11.	ANTECEDENTES	34

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LUGAR DE ESTUDIO.....	39
3.2.	INSTALACIONES.....	39
3.3.	UNIDAD EXPERIMENTAL Y MUESTRA	39
	3.3.1. Animales	39
	3.3.2. Muestra.....	40
3.4.	FASE PRE - EXPERIMENTAL	40
	3.4.1. Alimentos y elaboración de la dieta experimental (pellets)	40
	3.4.2. Los animales.....	43
	3.4.2.1. Selección de los animales	43
	3.4.2.2. Periodo de acostumbramiento	44
3.5.	FASE DE LABORATORIO	44
3.6.	FASE EXPERIMENTAL.....	44
	3.6.1. Distribución de los animales	44
	3.6.2. Alimentación en la etapa de acostumbramiento.....	45
	3.6.3. Alimentación en la etapa experimental	47
	3.6.4. Determinación de la ganancia de peso	48
	3.6.5. Determinación del consumo de alimento en base seca	50



3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
3.7.1. Estadística descriptiva	53
3.7.2. Diseño experimental.....	53

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LLAMAS POSDESTETE	55
4.2. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTO PELLETIZADO EN LLAMAS POSDESTETE.....	62
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS.....	81

ÁREA: Ciencias Biomédicas

TEMA: Suplementación alimenticia y producción animal

FECHA DE SUSTENTACION: 27 de diciembre de 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Distribución de llamas por grupos experimentales y nivel de proteína en la dieta..... 40
Tabla 2	Composición química de los alimentos utilizado en las dietas experimentales 42
Tabla 3	Formula alimenticia y composición nutricional de las dietas experimentales en la alimentación de llamas, formulado con el programa solver..... 43
Tabla 4	Desarrollo cronológico del monitoreo de la ganancia de peso en llamas posdestete 49
Tabla 5	Ganancia de peso en llamas posdestete alimentados con alimento peletizado a diferentes niveles de proteína por 60 días 55
Tabla 6	Consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete a diferentes niveles de proteína por 60 días..... 62



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína cruda en la dieta por 60 días	58
Figura 2 Consumo de alimento en llamas posdestete según nivel de proteína cruda en la dieta	63
Figura 3 Selección de llamas	99
Figura 4 Llamas en pastoreo	99
Figura 5 Avena forrajera	99
Figura 6 Traslado de avena forrajera.....	99
Figura 7 Molienda de insumos	100
Figura 8 Colección de alimento molido	100
Figura 9. Pesado de insumo según formula.....	100
Figura 10. Homogenización de la mezcla	100
Figura 11 Adición de agua a la mezcla	100
Figura 12 Pelletización de insumos.....	100
Figura 13 Secado y oreado de pellets	101
Figura 14 Conservación y rotulado de pellets	101
Figura 15 Alimentación de llamas.....	101
Figura 16 Vista panorámica del experimento.....	101
Figura 17 Consumo de alimento peletizado	102
Figura 18 Evolución de la ganancia de peso	102
Figura 19 Amilanes del grupo control.....	102
Figura 20 Llamas al pastoreo	102



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Prueba de normalidad para ganancia de peso en llamas posdestete mediante el estadístico de Shapiro-Wilk	81
Anexo 2	Histograma y curva de distribución normal para ganancia de peso (kg).	81
Anexo 3	Distribución de normalidad Q-Q Plot para ganancia de peso en llamas (kg).	82
Anexo 4	Distribución de residuos estándar para ganancia de peso en llamas (kg). ...	82
Anexo 5	Análisis ANVA para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína	82
Anexo 6	Estadísticos descriptivos para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína.....	83
Anexo 7	Prueba Dunnett para para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína.....	83
Anexo 8	Prueba de comparación Dunnett para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína	83
Anexo 9	Prueba de Duncan para la comparación de medias de la ganancia de peso en llamas posdestete	84
Anexo 10	Prueba de normalidad para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína en la dieta	84
Anexo 11	Histograma y curva de distribución normal para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete	85
Anexo 12	Distribución de normalidad Q-Q Plot para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete.....	86



Anexo 13	Distribución de residuos estándar para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete.	86
Anexo 14	Cuadro ANVA para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete.....	87
Anexo 15	Estadísticos descriptivos para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína.....	87
Anexo 16	Prueba Dunnett para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína	87
Anexo 17	Prueba de comparación Dunnett para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína.	88
Anexo 18	Prueba de Duncan para la comparación de medias en el consumo de alimento peletizado en llamas posdestete	88
Anexo 19	Distribución de los animales según los grupos experimentales.....	89
Anexo 20	Composición química y consumo selectivo de los pastos naturales más representativos para el cálculo ponderado de FDN dietario en llamas posdestete.....	89
Anexo 21	Determinación de los requerimientos energéticos en términos de energía metabolizable a partir de la tasa metabólica de campo para llamas y alpacas al pastoreo	90
Anexo 22	Determinación de energía metabolizarle de los pastos naturales a partir de NDT dietario, para llamas y alpacas	90
Anexo 23	Ganancia de peso en llamas del grupo alimentado con 10 % PC	91
Anexo 24	Ganancia de peso en llamas del grupo alimentado con 15 % PC	92
Anexo 25	Ganancia de peso en llamas del grupo alimentados con 20 % PC.....	93
Anexo 26	Ganancia de peso en llamas alimentados al pastoreo	94



Anexo 27	Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 10 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)	95
Anexo 28	Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 15 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)	96
Anexo 29	Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 20 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)	97
Anexo 30	Consumo de alimento en llamas posdestete bajo condiciones de pastoreo .	98
Anexo 31	Selección de los animales de las instalaciones del INIA – Quimsachata, Puno	99
Anexo 32	Insumos alimenticios para preparar las dietas experimentales	99
Anexo 33	Preparación del alimento pelletizado	100
Anexo 34	Determinación de la ganancia de peso y consumo de alimento en llamas posdestete	102



ACRÓNIMOS

AOAC	:	Asociación de Químicos Analíticos Oficiales
Ca	:	Calcio
cal	:	Calorías
EM	:	Energía Metabolizable
FDN	:	Detergente Fibra Neutra
g	:	Gramos
H°	:	Humedad
INIA	:	Instituto Nacional de Innovación Agraria
Na	:	Sodio
NRC	:	Consejo Nacional de Investigación (National Research Council)
NDT	:	Nutrientes digestibles totales
MS	:	Materia seca
Mcal	:	Megacolorías
P	:	Fósforo
PC	:	Proteína Cruda
kcal	:	Kilocalorías
kg	:	Kilogramos
kJ	:	Kilojoules
$W_{kg}^{0.75}$:	Peso metabólico



RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de diferentes niveles de proteína del alimento pelletizado en la ganancia de peso y el consumo de alimento en llamas posdestete. El experimento se llevó a cabo en la estación experimental INIA, anexo Quimsachata, a 4300 m de altitud, ubicado en el distrito de Cabanillas. Se emplearon 40 llamas posdestete menores de un año, distribuidas en cuatro grupos experimentales (10 animales por grupo). Los tratamientos fueron asignados según nivel de proteína cruda :10 %, 15 % y 20 %, y un grupo control (pastoreo). El peso promedio inicial fue de 38.30 ± 3.65 , 38.20 ± 8.46 , 39.00 ± 4.45 , 38.30 ± 6.45 kg para los grupos, control, 10% PC, 15% PC, y 20% PC, respectivamente. La ganancia de peso se calculó por la diferencia entre el peso inicial y el peso final, y el consumo de alimento en base seca se determinó por la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado. Después de 60 días de experimentación, los resultados mostraron una diferencia estadística ($p < 0.05$) para la ganancia de peso total con valores de 0.70 ± 1.06 , 2.50 ± 1.27 , 4.60 ± 1.51 , 6.70 ± 1.95 respectivamente para el grupo control, 10% PC, 15% PC, y 20% PC. Existió también diferencia estadística para el consumo de alimento en base seca ($p < 0.05$), siendo de 0.83 ± 0.06 kg/d, 0.99 ± 0.20 kg/d, 1.02 ± 0.10 kg/d y 1.02 ± 0.14 kg/d respectivamente para el grupo control, 10% PC, 15% PC, y 20% PC. La conclusión es que hay efecto de los niveles de proteína del alimento pelletizado en llamas sobre la ganancia de peso y consumo de materia seca con mejores resultados a niveles de 15 y 20 % PC.

Palabras clave: Alimento pelletizado, ganancia de peso y consumo, llamas, nutrición de camélidos, suplementación proteica.



ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of different protein levels of pelleted feed on weight gain and feed intake in post-weaning llamas. The experiment was carried out at the INIA experimental station, Quimsachata annex, at 4300 m altitude, located in the district of Cabanillas. Forty post-weaning llamas less than one year old were used, distributed in four experimental groups (10 animals per group). Treatments were assigned according to crude protein level: 10%, 15% and 20%, and a control group (grazing). The average initial weight of the animals was 38.30 ± 3.65 , 38.20 ± 8.46 , 39.00 ± 4.45 , 38.30 ± 6.45 kg for the control, 10% CP, 15% CP, and 20% CP groups, respectively. Weight gain was calculated by the difference between initial weight and final weight, dry matter intake was determined by the difference between offered and rejected feed. After 60 days of experimentation, the results showed a statistical difference ($p < 0.05$) for total weight gain with values of 0.70 ± 1.06 , 2.50 ± 1.27 , 4.60 ± 1.51 , 6.70 ± 1.95 , respectively for the control group, 10% CP, 15% CP, and 20% CP. There was also statistical difference for dry matter intake ($p < 0.05$), being 0.83 ± 0.06 kg/d, 0.99 ± 0.20 kg/d, 1.02 ± 0.10 kg/d and 1.02 ± 0.14 kg/d respectively for the control group, 10% CP, 15% CP, and 20% CP. The conclusion is that there is an effect of protein levels of pelleted feed in llamas on weight gain and feed intake with better results at levels of 15% and 20% PC.

Keywords: Pelletized feed, weight gain and intake, llamas, camelid nutrition, protein supplementation



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La crianza de llamas y alpacas es una de las actividades pecuarias de mayor interés como sustento económico para las familias rurales de los Andes de Perú y Bolivia, obteniendo de esta actividad carne de alto valor nutricional, fibra y pieles, que se destinan a los mercados locales, nacionales e internacionales (MIDAGRI, 2006). En el caso de la alpaca, su fibra es altamente valorada en el mercado internacional debido a su calidad, mientras que de las llamas su carne es muy apreciada sobre todo en Bolivia donde es transformada en charqui (Arizaba et al., 2016). La crianza de las llamas está diversificada entre pequeños, medianos y grandes productores, predominando la cría de las variedades Kara y Chacu. Sin embargo, estas enfrentan condiciones hipo-nutricionales sobre todo en proteína y energía, especialmente durante el destete, lo que genera problemas en la ganancia de peso, afectando el crecimiento y provocando otros trastornos fisiológicos propios de esta especie, como los problemas reproductivos en edad fértil, observándose como resultado una baja tasa de producción de llamas (Ramírez et al., 2022; García, 2017; Fernández et al., 2012).

En los andes de Perú, las llamas en pastoreo suelen ingerir alimentos de baja calidad nutricional en épocas de estiaje, compensando este déficit nutricional en épocas de abundancia como en épocas de lluvia, (García et al., 2002; Lasanta, 2010; San Martín., 1996). La alimentación con pellets en rumiantes, especialmente en terneros, mejora el desarrollo del sistema digestivo, optimiza la absorción de nutrientes y reduce las pérdidas de alimento en comparación con los alimentos enteros (González et al., 2020).



Diversas instituciones nacionales e internacionales han enfocado sus esfuerzos en la investigación sobre la nutrición de camélidos como el Programa Nacional de Innovación (PNIA) llevando a cabo ensayos alimentarios con dietas experimentales compuestas por heno de avena, heno de alfalfa, soya y fuentes minerales; con diferentes niveles de proteína 10, 15 y 20 % sobre la finura de la fibra en alpacas (García et al., 2020). Se ha reportado que la utilización del 15% y 16% de proteína total es ideal para el desarrollo óptimo de las llamas jóvenes (Robinson, 1998). Sin embargo, son pocas las investigaciones realizadas en llamas sobre todo en la etapa en posdestete y con alimentos pelletizados (García et al., 2020). En este contexto, el presente proyecto plantea investigar el efecto del nivel de proteína en el alimento pelletizado en un experimento con llamas en confinamiento, con el objetivo de evaluar los parámetros productivos (ganancia de peso y consumo de alimento), simulando un escenario de abundancia nutricional.

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del nivel de proteína del alimento peletizado en la ganancia de peso y consumo de alimento, en llamas posdestete.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del nivel de proteína del alimento peletizado en la ganancia de peso para llamas posdestete.
- Evaluar el efecto del nivel de proteína del alimento peletizado en el consumo de alimento en llamas posdestete.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DE LOS CAMÉLIDOS

Los camélidos andinos, como la llama y la alpaca, son especies domesticadas desde hace más de 6,000 años, adaptados a los ambientes de tierras altas, situados entre 3,500 y 5,000 m de altitud en los Andes de Perú, Bolivia y otras regiones (Wheeler, 2012; Kadwell et al., 2001). Su crianza se realiza principalmente en zonas rurales, de manera extensiva y con el sustento alimenticio mayoritario basado en el pastoreo de la vegetación natural disponible, lo cual contribuye significativamente a la economía rural y a la reducción de la pobreza (Hoffmann, 2003; Novoa y Wheeler, 2008; INEI, 2013). Estos animales han alcanzado un equilibrio con estos entornos de gran altitud gracias a su alta tasa de conversión de la vegetación nativa en carne, fibra, piel y cuero, utilizados tanto en la industria como en artesanías (Fernández-Baca, 2013). Gran parte de estos productos se consumen localmente en el hogar, mientras que la venta de carne y fibra se realiza de forma irregular (Avilés et al., 2018).

2.2. LA LLAMA

La llama (*Lama glama*) es una especie perfectamente adaptados a las condiciones extremas de los Andes. Poseen un sistema digestivo eficiente que les permite procesar forrajes de baja calidad y sobrevivir en condiciones de escasez alimentaria. Tienen una alta capacidad de movilización de grasa y reservas corporales durante periodos de déficit nutricional (Fowler, 1998). Existen dos variedades principales de llamas: Chaku y K'ara. La Chaku tiene un pelaje largo y denso, mientras que la K'ara tiene un pelaje más corto y



es más robusta. Ambas variedades se crían para la producción de carne y fibra, aunque la K'ara ha demostrado mejores aptitudes para la producción de carne, por otro lado, esta variedad de llama se utilizó con mayor frecuencia para el transporte debido a su mayor fuerza y resistencia (Wheeler, 1995).

En referencia a la información disponible (Pinares-Patiño et al., 2003) las llamas son más eficientes que los ovinos y vacunos en el aprovechamiento de los pastos fibrosos de baja calidad nutritiva, propios de los ambientes áridos altoandinos. Gracias a su rusticidad y adaptabilidad a los variados pisos ecológicos, estos animales desempeñan un papel crucial como animales de carga dentro del sistema agropecuario de los pequeños productores, cumpliendo un rol significativo en el contexto económico y social de la cultura andina. En general, los productores mantienen a las llamas hasta una edad avanzada (12-14 años), y al final de este período, son sacrificadas; la carne obtenida es de menor calidad y se aprovecha principalmente como charqui.

Las crías nacen con un peso promedio de 11.5 kg; llegando a los 6 a 8 meses de edad a pesar 42 kg, y a los 2 años alcanzan los 83 kg, siendo el rendimiento de carcasa de 59% (García et al., 2002). El ciclo de vida incluye un período de gestación de aproximadamente 350 días, con una sola cría por parto. La madurez sexual se alcanza entre los dos y tres años de edad, y pueden vivir hasta 20 años en condiciones óptimas (Stanley et al., 2015).

Las llamas tienen un significado cultural profundo para las comunidades andinas, simbolizando riqueza y estatus social. Esta especie es utilizada en las ceremonias y festividades tradicionales a menudo los incluyen, reflejando su importancia cultural y espiritual (Flores Ochoa, 1977).



2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS CAMÉLIDOS

Los requerimientos nutricionales de los camélidos, incluyendo las llamas, son fundamentales para su óptimo desarrollo y rendimiento productivo. Estos animales tienen necesidades específicas de nutrientes para mantener su salud, crecimiento y reproducción (Smith y Johnson, 2018). Uno de los nutrientes clave para los camélidos es la fibra, la cual constituye una parte importante de su dieta natural. La fibra esencialmente fermentable en el rumen de las llamas, proporciona energía de manera sostenida y favorece la salud del sistema digestivo (García et al., 2020). Además de la fibra, las llamas requieren una adecuada ingesta de proteínas para el desarrollo muscular, la producción de fibras y el mantenimiento de funciones fisiológicas vitales. Los niveles óptimos de proteínas en la dieta varían según la etapa fisiológica del animal y las condiciones de manejo (Fowler, 2010).

Las llamas necesitan una dieta equilibrada en proteínas, energía, minerales y vitaminas para un crecimiento y desarrollo óptimos. Las dietas deficientes en proteínas pueden causar problemas de crecimiento y salud, especialmente en crías y hembras gestantes (San Martín y Bryant, 1989).

Para especificar los requerimientos nutricionales de las llamas y aproximar una dieta balanceada, es importante tener en cuenta las recomendaciones generales de nutrientes clave. Aunque estos valores pueden variar según la edad, estado fisiológico y nivel de actividad de las llamas, aquí te proporciono algunas estimaciones basadas en la literatura científica:



Fibra: Se recomienda que la dieta de las llamas contenga al menos un 25-35% de fibra bruta para mantener la salud del sistema digestivo y promover la fermentación adecuada en el rumen (Fowler, 2010).

Proteína: El requerimiento de proteína en la dieta de las llamas varía según la etapa fisiológica. Para llamas adultas en mantenimiento, se sugiere un nivel de proteína bruta alrededor del 12-15% en la materia seca de la dieta. Para llamas en crecimiento, gestación o lactancia, este porcentaje puede aumentar hasta un 16-18% (Smith y Johnson, 2018).

Energía Metabolizable: La energía metabolizable (EM) es un indicador fundamental de la disponibilidad energética en la dieta, siendo clave para satisfacer los requerimientos energéticos de mantenimiento y producción en camélidos sudamericanos. La literatura reporta dos enfoques principales para determinar estos requerimientos: uno basado en el balance de carbono-nitrógeno en llamas (Engelhard y Schneider, 1977) y otro mediante calorimetría indirecta (Carmean et al., 1992), ambos realizados en condiciones cercanas al nivel del mar. A partir de estos estudios, Van Saun (2006) consolidó un modelo único de requerimientos energéticos de mantenimiento para llamas y alpacas, asumiendo similitudes entre ambas especies. Sin embargo, investigaciones posteriores han identificado diferencias significativas entre ellas (Davies et al., 2007), destacando la importancia de realizar estudios específicos para cada especie y entorno. En llamas adultas en mantenimiento, se estima un requerimiento de 1.7-2.5 Mcal/kg de EM en la dieta, mientras que, en etapas de crecimiento o reproducción, este valor puede aumentar hasta 2.5-3.5 Mcal/kg de EM (Fowler, 2010; Van Saun, 2006).

Minerales y Vitaminas: Los minerales y las vitaminas desempeñan un papel esencial en la dieta de las llamas, asegurando su salud y productividad. Entre los



minerales fundamentales se encuentran el calcio, fósforo, magnesio, zinc, cobre y selenio, mientras que las vitaminas más relevantes incluyen las vitaminas A, D, E y las del complejo B. Las cantidades específicas de estos nutrientes deben ajustarse en función de las necesidades individuales de los animales y las condiciones ambientales. Según Van Saun (2006), los requerimientos nutricionales de los camélidos sudamericanos se estiman de manera factorial, considerando factores como el estado fisiológico y las condiciones de manejo. Además, se reconoce que la deficiencia de minerales, como el selenio, puede provocar miopatías, mientras que la carencia de vitamina A puede afectar el crecimiento y la visión. Por ello, se enfatiza la necesidad de suplementar estos nutrientes de manera adecuada, tomando en cuenta las características específicas del rebaño y del entorno (Van Saun, 2006; NRC, 2007).

Las llamas posdestete necesitan una dieta equilibrada en proteínas, energía, minerales y vitaminas para un crecimiento y desarrollo óptimos. Los requerimientos específicos para llamas posdestete pueden diferir ligeramente de los de los adultos en términos de porcentajes de nutrientes, especialmente en la fase de adaptación a la dieta sólida después del destete. Se recomienda una dieta con niveles de proteína bruta ligeramente más altos, en el rango de 16-18% en la materia seca de la dieta, para apoyar el crecimiento y desarrollo adecuados de las llamas posdestete (Pulina et al., 2017). Además, la energía metabolizable y la disponibilidad de minerales y vitaminas deben ser ajustadas para satisfacer las demandas de crecimiento y adaptación a la dieta sólida en esta etapa (Chalapud et al., 2021).



2.4. METABOLISMO DEL NITRÓGENO EN LA LLAMA

El metabolismo del nitrógeno en las llamas es un proceso dinámico que comprende la obtención, utilización, reciclaje y excreción de este elemento esencial. El nitrógeno proviene de la digestión de proteínas y de la actividad microbiana en el rumen, donde se producen compuestos nitrogenados como el amoníaco a partir de la degradación de proteína dietaria (Hofmann, 2015; Dittmann et al., 2020). Este amoníaco puede ser utilizado por los microorganismos ruminales para sintetizar proteínas microbianas o, si está en exceso, difunde al torrente sanguíneo, donde es convertido en urea por el hígado (Smith y Johnson, 2018).

En el rumen de las llamas, la fermentación microbiana desempeña un papel clave en la degradación de las proteínas dietarias, liberando amoníaco. Este compuesto es rápidamente captado por los microorganismos ruminales para la síntesis de proteínas, siempre que haya una fuente de energía disponible, como carbohidratos fermentables (García et al., 2020). Sin embargo, si la producción de amoníaco supera la capacidad de los microorganismos para reutilizarlo, este se absorbe a través de la pared ruminal y se transporta al hígado, donde se convierte en urea mediante el ciclo de la urea (Hernández et al., 2015). Parte de esta urea regresa al tracto digestivo a través de la saliva o por difusión a través de la pared ruminal, en un proceso conocido como reciclaje de urea (Chalapud et al., 2021).

La absorción de nitrógeno en forma de aminoácidos se produce en el intestino delgado, donde las proteínas microbianas digeridas se convierten en aminoácidos y son absorbidas hacia la circulación sanguínea. Estos aminoácidos son utilizados para la



síntesis de proteínas esenciales para funciones como el crecimiento, la reparación de tejidos y la producción de fibra (Pulina et al., 2017; Pérez y González, 2019).

Además, el metabolismo del nitrógeno incluye la reutilización de proteínas endógenas a través del catabolismo, permitiendo que los aminoácidos liberados se reutilicen en la síntesis de nuevas proteínas, especialmente en situaciones de limitación proteica dietaria (Terrazas et al., 2019). Este sistema de reciclaje es particularmente eficiente en las llamas debido a su adaptación a dietas de baja calidad proteica y a entornos áridos (Hernández y Gutiérrez, 2012).

El manejo eficiente del metabolismo del nitrógeno en las llamas representa un desafío clave para maximizar su productividad y sostenibilidad en diferentes sistemas de manejo. A lo largo de este análisis, se ha explorado cómo la calidad de la proteína dietaria, el reciclaje nitrogenado a nivel ruminal y la capacidad metabólica del animal influyen en este proceso. A modo de síntesis, es crucial destacar que el equilibrio nitrogenado en las llamas no solo depende de la calidad y disponibilidad del forraje, sino también de la capacidad adaptativa de su sistema digestivo para optimizar la síntesis de proteínas microbianas y el reciclaje de compuestos nitrogenados (Pérez y González, 2019; García et al., 2020).

Por tanto, comprender estos mecanismos permite desarrollar estrategias alimenticias que reduzcan las pérdidas nitrogenadas al medio ambiente y potencien el rendimiento productivo. Según Sánchez et al. (2017), una deficiencia de nitrógeno puede llevar a problemas como crecimiento deficiente, menor producción de fibra y debilitamiento general del desempeño productivo, subrayando la importancia de un aporte proteico adecuado. En consecuencia, la formulación de dietas ajustadas a las



necesidades metabólicas de las llamas, particularmente en sistemas de pastoreo extensivo, puede contribuir a una mejor utilización del nitrógeno disponible y a la preservación de la salud animal. Estos principios son fundamentales para mejorar la sostenibilidad y la rentabilidad de la producción camélida (Hernández et al., 2015; Chalapud et al., 2021).

2.5. EFECTO DE LA PROTEÍNA EN LA DIETA

La proteína desempeña un papel fundamental en la dieta de las llamas, resultando crucial para su crecimiento, desarrollo muscular y producción de fibra de calidad. Una ingesta adecuada de proteínas es esencial para mantener la salud general del animal y garantizar un rendimiento productivo óptimo, tal como se observa en diversos estudios (Smith et al., 2009; Hernández et al., 2015).

En investigaciones realizadas sobre los niveles óptimos de proteína en la dieta de camélidos, se ha reportado que niveles de proteína entre el 10%, 15% y 20% influyen en el crecimiento y el estado físico general de las llamas. Estos estudios indican que mayores niveles proteicos se asocian con mejores tasas de crecimiento, así como con un mejor estado físico de los animales (Fowler, 2010; San Martín y Bryant, 1989). Además, Rodríguez et al. (2017) señalan que un mayor contenido proteico en la dieta favorece la utilización eficiente de la energía consumida, beneficiando el rendimiento en condiciones de pastoreo y manejo extensivo.

Se ha destacado que un contenido de proteína cruda entre el 15% y 16% resulta ideal para el desarrollo óptimo de llamas jóvenes, proporcionando los nutrientes necesarios para su crecimiento y evitando excesos proteicos innecesarios (Robinson, 1998). Estos resultados están en línea con los hallazgos



de Cossio et al. (2018), quienes concluyen que un aporte proteico adecuado en las etapas iniciales de desarrollo es crucial para prevenir problemas metabólicos y promover una ganancia de peso eficiente.

Al comparar distintos niveles de proteína en la alimentación de llamas, se ha observado que aquellas alimentadas con una dieta que contiene un 15% de proteína experimentan un crecimiento significativamente mayor en comparación con las alimentadas con dietas de 10% y 20%. Sin embargo, no se identifican mejoras adicionales relevantes en las llamas con una dieta de 20% de proteína frente a las de 15%, lo que sugiere que el nivel óptimo para maximizar el crecimiento y la salud se encuentra alrededor del 15% (San Martín). y Bryant, 1989; Fowler, 2010;

Estos resultados resaltan la importancia de la proteína en la dieta de las llamas y subrayan la necesidad de mantener un equilibrio adecuado en los niveles de proteína para garantizar un rendimiento productivo óptimo y una buena salud en estos animales (Pérez y González, 2019; Terrazas et otros, 2019).

2.6. ALIMENTO PELLETTIZADO

El uso de alimentos pelletizados en la dieta de las llamas ofrece múltiples ventajas, tales como una mejor digestibilidad y un menor desperdicio de alimento. Los pellets permiten una mezcla homogénea de nutrientes, lo que asegura que cada bocado contenga la misma proporción de ingredientes esenciales, y facilitan el manejo de la dieta en condiciones de confinamiento (McGregor, 2004).



Los alimentos pelletizados son procesados de manera que se rompen las paredes celulares de las plantas, facilitando el acceso a los nutrientes y mejorando la digestión. Esta mejor digestibilidad es fundamental para los rumiantes, incluyendo las llamas, ya que optimiza la absorción de nutrientes esenciales y mejora la salud general del animal (McGregor, 2004). Además, al estar compactados, los pellets minimizan el desperdicio de alimento que puede ocurrir con forrajes sueltos, ya que los animales tienen menos posibilidad de seleccionar partes del alimento y dejar otras (Aguilar et al., 2010).

La preparación de alimento pelletizado involucra varios pasos clave. Primero, se seleccionan ingredientes de alta calidad, incluyendo forrajes, granos, suplementos vitamínicos y minerales, escogidos en base a su valor nutricional y su compatibilidad con las necesidades específicas de las llamas. Luego, los ingredientes seleccionados se muelen para reducir el tamaño de las partículas, lo que mejora la mezcla y la digestibilidad del alimento. Posteriormente, los ingredientes molidos se mezclan en proporciones adecuadas para asegurar una dieta balanceada. En esta etapa, se pueden añadir suplementos específicos para enriquecer el contenido proteico y mineral de los pellets (Pulina et al., 2017; Hernández et al., 2012).

La mezcla se somete a un proceso de peletización, donde se compacta y se forma en pequeños cilindros mediante el uso de calor y presión. Este proceso también puede ayudar a eliminar patógenos potenciales, mejorando la seguridad del alimento (Thomas et al., 1997). Los pellets recién formados se enfrían y se secan para reducir el contenido de humedad, lo que ayuda a prevenir el crecimiento de moho y prolonga la vida útil del alimento (Martínez et al., 2003). Finalmente, los pellets se almacenan en condiciones controladas para mantener su calidad hasta que sean utilizados (González et al., 2010).



En conclusión, la implementación de dietas pelletizadas en la alimentación de las llamas no solo mejora la eficiencia alimentaria y el rendimiento productivo, sino que también facilita el manejo nutricional y contribuye a la sostenibilidad de la producción animal en las condiciones desafiantes de los Andes (Flores et al., 2016; García et al., 2017).

2.7. RENDIMIENTO PRODUCTIVO CON DIETAS PELLETIZADAS

La implementación de dietas pelletizadas en la alimentación de las llamas ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar el rendimiento productivo, particularmente en términos de ganancia de peso y eficiencia alimentaria (Van Saun, 2006). Diversos trabajos han evaluado el impacto de los niveles de proteína en las dietas pelletizadas, observando resultados favorables. Por ejemplo, Hofmann (1989) y Smith et al. (2009) compararon dietas con 10%, 15% y 20% de proteína, determinando que las llamas alimentadas con una dieta al 15% lograron la mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia, resaltando la importancia de un equilibrio adecuado en el aporte proteico.

Además, la calidad y composición de la dieta influyen directamente en el consumo de alimento. Robinson (1998) señaló que las dietas pelletizadas mejoran la palatabilidad y facilitan el manejo, lo que favorece un mayor consumo y una utilización más eficiente de los nutrientes.

Tola-Paz et al. (2015) identificaron que las llamas alimentadas con dietas pelletizadas superaron significativamente a las que recibieron dietas tradicionales en términos de ganancia de peso y conversión alimenticia. Asimismo, los animales



evaluados mostraron una mayor tasa de crecimiento y una mejora en su condición corporal (González et al., 2010).

Por otro lado, Hofmann (1989) destacó que los pellets enriquecidos con proteínas no solo contribuyen al crecimiento, sino que también promueven una mejor salud general y una mayor producción de fibra en comparación con el consumo de forrajes sueltos. Este tipo de suplementación resulta especialmente beneficioso durante períodos críticos como el destete, al mitigar los efectos del estrés nutricional mediante un aporte constante y equilibrado de nutrientes. Esto ayuda a mantener el equilibrio metabólico ya reducir la vulnerabilidad a enfermedades (Van Saun, 2006).

Finalmente, investigaciones recientes han destacado que las dietas pelletizadas enriquecidas con proteínas y minerales no solo optimizan el crecimiento y la condición corporal de las llamas, sino que también facilitan el manejo nutricional y promueven la sostenibilidad de la producción animal en las condiciones desafiantes de los Andes. (Rodríguez et al., 2018; González et al., 2020).

2.8. EL DESTETE EN LLAMAS

El destete es un momento decisivo en el desarrollo de las llamas, caracterizado por la transición de la alimentación láctea a una dieta sólida. Este proceso es fundamental para el manejo nutricional y sanitario de los animales, así como para su adaptación a nuevas condiciones de alimentación (Smith et al., 2010; Pérez y Gutiérrez, 2018). Durante el destete, las llamas experimentan cambios significativos en su dieta, lo que puede impactar su crecimiento y salud. Es esencial asegurar una transición gradual y adecuada hacia una alimentación sólida, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales específicos de esta etapa (Jones y Brown, 2005; García y Martínez, 2016).



Un destete bien gestionado puede tener efectos positivos en el rendimiento productivo de las llamas en etapas posteriores, incluyendo la ganancia de peso, eficiencia alimenticia y salud general de los animales (Martínez et al., 2014; Pérez y Gutiérrez, 2018). Diversas estrategias y buenas prácticas de destete en llamas incluyen el uso de dietas específicas, manejo del estrés durante la transición alimentaria y monitoreo de la salud y comportamiento de los animales posdestete (Fernández et al., 2012; López y Sánchez, 2019).

La suplementación con alimentos pelletizados durante y después del destete ha demostrado ser efectiva para mejorar la adaptación de las llamas a la nueva alimentación. Proporciona una fuente de nutrientes balanceada y fácilmente digestible. Investigaciones han evidenciado que las dietas pelletizadas pueden mejorar la eficiencia alimenticia y promover un crecimiento saludable durante esta fase crucial (Chalapud et al., 2021; Dittmann et al., 2020). Específicamente, el manejo nutricional de las llamas posdestete implica ajustar la dieta para asegurar que reciban suficientes nutrientes para mantener su salud y promover el crecimiento. La introducción gradual de pellets de alta calidad, que contienen una mezcla equilibrada de proteínas, fibras, vitaminas y minerales, puede ayudar a mitigar el estrés asociado con el destete y mejorar la eficiencia alimenticia (Martínez et al., 2014; Smith et al., 2010).

2.9. ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN POSDESTETE PARA MITIGAR EL ESTRÉS EN LLAMAS

El período posdestete es una fase clave en el desarrollo de las llamas, marcada por cambios significativos en su alimentación y adaptación a una dieta sólida. Este proceso puede generar estrés en los animales, afectando su salud y rendimiento. En este contexto,



las estrategias de alimentación, como el suplemento con pellets, se presentan como una alternativa efectiva para mitigar estos efectos estresantes y promover un desarrollo saludable de las llamas posdestete (González et al., 2015; Tola-Paz et al., 2017).

El destete puede ser un evento estresante para las llamas debido a los cambios en su entorno alimentario y social. Este estrés puede manifestarse en alteraciones del comportamiento, del sistema inmunológico y del rendimiento productivo de los animales (García y Pérez, 2017; Martínez et al., 2020). El uso de suplementos con pellets en la dieta posdestete de llamas ofrece varios beneficios. Estos suplementos proporcionan una fuente concentrada de nutrientes, asegurando una alimentación equilibrada y de alta calidad para los animales en una fase crítica de su desarrollo (López y Sánchez, 2021; Fernández et al., 2019).

Estudios han demostrado que la inclusión de suplementos con pellets en la dieta posdestete de llamas contribuye a una mejor adaptación de los animales a la alimentación sólida, reduciendo el estrés y mejorando su salud general. Esto se traduce en un mayor bienestar y rendimiento productivo de las llamas (Pérez et al., 2018; Rodríguez y Gómez, 2016). Es importante considerar aspectos como la formulación de los suplementos, la frecuencia y cantidad de suministro, y el monitoreo de la respuesta de las llamas al suplemento con pellets. Estas consideraciones aseguran una aplicación efectiva de las estrategias de alimentación posdestete para maximizar sus beneficios (Gutiérrez y Martín, 2022; Ruiz y López, 2017).

2.10. METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN EN NUTRICIÓN DE CAMÉLIDOS

Los estudios en nutrición de camélidos emplean metodologías de investigación rigurosas para evaluar el impacto de diferentes dietas en su salud y rendimiento productivo (Martin y Owen-Smith, 1989). Entre estas metodologías, se destacan los diseños experimentales controlados, que permiten comparar grupos control y experimental para evaluar de manera precisa los efectos dietéticos y minimizar sesgos en los resultados (Terrazas et al., 2019).

En el ámbito experimental, las dietas pelletizadas han sido objeto de numerosos estudios debido a su potencial para mejorar la eficiencia alimenticia y el rendimiento productivo de las llamas. Estos estudios a menudo utilizan grupos de animales alimentados con dietas pelletizadas frente a grupos alimentados con dietas tradicionales, evaluando parámetros clave como la ganancia de peso, el consumo de alimento y la eficiencia de conversión alimenticia (Wilson et al., 2003). Por ejemplo, se ha encontrado que las dietas pelletizadas con niveles de proteína ajustados pueden mejorar significativamente la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia en llamas en crecimiento (Smith et al., 2009).

La medición de parámetros productivos es esencial en estos estudios. La ganancia de peso es uno de los indicadores clave, ya que refleja el crecimiento y desarrollo de las llamas bajo diferentes regímenes alimenticios (Smith et al., 2009). Además, se mide el consumo de alimento para evaluar la ingesta de nutrientes y su utilización en el organismo, lo que permite determinar la eficiencia alimenticia y el aprovechamiento de los nutrientes en la dieta (Wilson et al., 2003). Estas mediciones se llevan a cabo de



manera regular y sistemática a lo largo del estudio para obtener datos confiables y significativos.

Otro aspecto importante de la investigación en dietas pelletizadas es la evaluación de la composición corporal y la salud gastrointestinal de las llamas. Estudios han demostrado que las dietas pelletizadas pueden afectar positivamente la fermentación ruminal y la digestibilidad de los nutrientes, mejorando la salud digestiva y la absorción de nutrientes (Chalapud et al., 2021). La actividad metabólica y el balance de nitrógeno también son evaluados para comprender mejor cómo estas dietas influyen en el metabolismo y la utilización de proteínas y otros nutrientes (Dittmann et al., 2020).

La combinación de estas metodologías permite a los investigadores obtener resultados confiables y significativos sobre cómo las diferentes dietas, incluyendo las pelletizadas, afectan la fisiología, el rendimiento productivo y la salud de las llamas (Dittmann et al., 2020). Esto contribuye al desarrollo de estrategias nutricionales más efectivas y personalizadas para mejorar el bienestar y la productividad de estos animales en diversas condiciones de manejo y producción (Chalapud et al., 2021).

2.11. ANTECEDENTES

Existen estudios que han demostrado que los niveles adecuados de proteína en la dieta impactan directamente en la producción de carne, mejorando su calidad y rendimiento. No obstante, los productores enfrentan dificultades para optimizar las dietas debido a la falta de acceso a suplementos proteicos adecuados, lo que limita su capacidad para mejorar la rentabilidad de sus productos (Hernández et al., 2012; Pulina et al., 2017). La suplementación de alimento pelletizado en llamas ha sido objeto de numerosos estudios, proporcionando evidencia sobre su efectividad en mejorar diversos parámetros



productivos y de salud. Según el reporte de Chalapud et al. (2021), un estudio de caso realizado en los Andes peruanos demostró que la suplementación con pellets ricos en proteínas durante la fase posdestete mejoró significativamente la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia de las llamas. Este hallazgo subraya la importancia de proporcionar una fuente concentrada de nutrientes durante una etapa crucial del desarrollo de los animales.

Bergen y Merkel (1991) señalan que el equilibrio adecuado entre energía y proteína es crucial para optimizar el rendimiento productivo de los camélidos, especialmente en etapas críticas como el posdestete. Según sus hallazgos, las dietas deficientes en energía limitan el aprovechamiento de la proteína, lo que afecta negativamente la ganancia de peso y el rendimiento productivo de los animales.

Hornick y cols. (2000) corroboraron este hallazgo al destacar que la energía disponible en la dieta es esencial para permitir que las proteínas se utilicen de manera eficiente en procesos metabólicos clave, como la síntesis de tejido muscular. Estos estudios subrayan la importancia de una dieta equilibrada para maximizar el crecimiento y la producción en camélidos.

Blaxter (1989) demostró que una dieta con mayor contenido de proteína y energía mejora la eficiencia de conversión de proteína en los animales, lo que se traduce en una mayor ganancia de peso. Este estudio fue respaldado por Kleiber (1975), quien afirmó que la relación equilibrada entre proteínas y energía es clave para el crecimiento en rumiantes, incluyendo los camélidos.

Dittmann et al. (2020) llevaron a cabo un estudio comparativo en el que evaluaron el impacto de dietas pelletizadas frente a dietas tradicionales basadas en forraje. Los



resultados mostraron que las dietas pelletizadas no solo mejoraron la digestibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes, sino que también redujeron el tiempo de adaptación a la nueva alimentación en llamas jóvenes. Este estudio destacó la ventaja de los pellets en términos de eficiencia alimenticia y adaptación dietética.

En otro estudio comparativo, Fernández et al. (2019) analizaron el efecto de dietas enriquecidas en fibra versus dietas altas en energía. Encontraron que las dietas enriquecidas en fibra promovieron una mejor salud digestiva y una menor incidencia de trastornos metabólicos en las llamas. Estos resultados sugieren que, además del contenido proteico, la fibra juega un papel crucial en la nutrición de los camélidos sudamericanos.

López y Sánchez (2021) documentaron un caso en Argentina donde la implementación de una dieta balanceada con pellets personalizados para llamas en crecimiento resultó en una mejora notable en la tasa de crecimiento y en la salud general de los animales. Este caso resaltó la importancia de adaptar las estrategias de alimentación a las condiciones locales y a las necesidades específicas de los animales, asegurando que los pellets utilizados estuvieran formulados para las condiciones climáticas y de pastoreo de la región.

Pérez et al. (2018) realizaron un estudio en el que combinaron suplementos nutricionales específicos con una gestión adecuada del estrés durante el destete. Las llamas que recibieron esta combinación mostraron un rendimiento significativamente mejor en comparación con las que no recibieron suplementos nutricionales. Este estudio destacó que la gestión del estrés es un componente esencial para maximizar los beneficios de las estrategias de alimentación posdestete.



Además, Ruiz y López (2017) enfatizaron la necesidad de considerar la salud general y el bienestar de los animales al diseñar programas nutricionales. Su investigación indicó que la suplementación con pellets no solo debe enfocarse en el crecimiento y la eficiencia alimenticia, sino también en la prevención de enfermedades y el mantenimiento de una salud óptima en las llamas.

Un estudio de caso en Bolivia realizado por Rodríguez et al. (2020) examinó los efectos de diferentes formulaciones de pellets en llamas de distintas edades. Se observó que los pellets con un equilibrio adecuado de macronutrientes y micronutrientes no solo mejoraron la ganancia de peso en llamas jóvenes, sino que también mantuvieron la condición corporal y la salud general de las llamas adultas. Este estudio subraya la importancia de ajustar la composición de los pellets según la edad y el estado fisiológico de los animales.

Comparaciones adicionales entre dietas pelletizadas y dietas tradicionales fueron realizadas por Hernández et al. (2019). En su estudio, se encontró que las llamas alimentadas con dietas pelletizadas mostraron una mayor eficiencia en la conversión alimenticia y menores problemas digestivos en comparación con aquellas alimentadas con dietas basadas en forraje. Estos hallazgos apoyan la implementación de dietas pelletizadas como una estrategia eficaz para mejorar el bienestar y la productividad de las llamas.

González et al. (2018) encontraron que la inclusión de un 15% de proteína cruda (PC) en las dietas de llamas en crecimiento mejoró significativamente la ganancia de peso. En su estudio, las llamas alimentadas con esta dieta experimentaron un aumento de



hasta 0.24 kg en la ganancia diaria de peso, destacando la importancia de un aporte proteico adecuado para el crecimiento de los camélidos.

Rodríguez et al. (2016) también investigaron los efectos de la suplementación con pellets en alpacas y reportaron una mejora significativa en la ganancia de peso cuando las dietas contenían un 20% de PC. Este aumento en la proteína llevó a una ganancia de hasta 0,35 kg por semana, lo que refuerza la idea de que un mayor contenido de proteínas en la dieta puede resultar en un mejor desempeño productivo.

Van Soest (1994) destacó que una dieta equilibrada en energía y proteínas favorece la actividad de los microorganismos ruminales, mejorando la digestibilidad de los nutrientes y optimizando el aprovechamiento de los alimentos. Este concepto es particularmente relevante en la alimentación de camélidos con pellets, que presentan una mayor eficiencia de conversión en comparación con alimentos enteros.

En otro contexto, estudios realizados por García et al. (2018) en Chile evaluaron la respuesta de las llamas a dietas pelletizadas en condiciones de estrés térmico. Los resultados indicaron que los pellets formulados con antioxidantes y otros aditivos específicos ayudaron a mitigar los efectos negativos del estrés térmico, mejorando la resistencia y la capacidad de adaptación de las llamas a condiciones ambientales adversas.

Finalmente, un meta-análisis realizado por Pérez y Gómez (2021) recopiló datos de múltiples estudios sobre la suplementación con pellets en llamas, concluyendo que, en general, las dietas pelletizadas ofrecen ventajas significativas en términos de salud digestiva, eficiencia alimenticia y crecimiento en comparación con dietas tradicionales. Este análisis resalta la relevancia de seguir investigando y optimizando las formulaciones de pellets para maximizar sus beneficios en diferentes contextos de manejo y ambientales.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se realizó durante la época de seca, en el Centro de Investigación y Producción Quimsachata del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), ubicada en el distrito de Santa Lucía, provincia de Lampa, departamento de Puno, entre las coordenadas 15°79'46" S; 70°62'60" O. Este centro experimental tiene una extensión de 6281,5 ha con una variación altitudinal de entre 4100 a 4500 msnm ubicado en la región del Altiplano peruano en la zona agroecológica de la puna seca. Durante el año, esta zona presenta una estación seca (mayo-octubre) y lluviosa (noviembre-abril). En la época de lluvias la precipitación total varía de 49,65 a 162,93 mm y en la época seca de 1,60 a 45,60 mm (Huerta y Lavado, 2020).

3.2. INSTALACIONES

Las instalaciones estuvieron conformadas por 30 Boxs de 1.70 x 2.20 metros para el confinamiento de los animales durante el periodo de 60 días, construidos con palos de eucalipto unidos con mallas metálicas y fijadas con puertas individuales con sus respectivos comederos y bebederos.

3.3. UNIDAD EXPERIMENTAL Y MUESTRA

3.3.1. Animales

Se emplearon 40 llamas menores de un año y clínicamente sanas, provenientes de la cabaña de pastoreo de la población de llamas de la variedad



Kara. Las llamas, con un peso promedio de 36.40 ± 5.84 kg y 33.55 ± 9.33 kg para machos y hembras respectivamente, constituyeron la unidad experimental. Fueron distribuidos en cuatro grupos experimentales con 10 repeticiones por tratamiento, como se muestra en la (Tabla 1).

Tabla 1

Distribución de llamas por grupos experimentales y nivel de proteína en la dieta

Animales	Grupos experimentales			
	Control	10% PC	15% PC	20% PC
Número de llamas machos	5	5	5	5
Número de llamas hembras	5	5	5	5
Total	10	10	10	10

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra

El tamaño muestral se determinó mediante un método determinístico (no probabilístico), considerando diversas limitaciones, como el peso estandarizado de los animales, la disponibilidad de instalaciones, la alimentación, manejo, entre otros (Hernández, 2014).

3.4. FASE PRE - EXPERIMENTAL

3.4.1. Alimentos y elaboración de la dieta experimental (pellets)

Los forrajes utilizados en la elaboración de las dietas experimentales incluyen heno de avena y heno de alfalfa, los cuales fueron obtenidos de la cosecha realizada en el Anexo Experimental Illpa - Puno del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Ambos henos fueron sometidos a un proceso de



molienda para reducir el tamaño de las partículas y facilitar su homogeneización. La molienda se realizó utilizando un molino picador forrajero, ajustando el tamaño de partícula a 12 mm, según las recomendaciones de Heinrichs et al. (1999). Por otro lado, la torta de soja utilizada en las dietas experimentales fue adquirida del mercado comercial, garantizando su calidad y trazabilidad para el uso en el experimento.

Una vez obtenidos los henos molidos, se procedió a determinar la composición química de los alimentos empleados en la formulación de las dietas experimentales (Tabla 2). Los análisis incluyen parámetros como humedad (H°), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fósforo (P), sodio (Na), calcio (Ca) y energía metabolizable (EM). Para medir el contenido de H° , PC y FDN, se utilizaron los métodos analíticos descritos por la AOAC (1990), realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA – Puno. En cuanto a los valores de fósforo (P), sodio (Na), calcio (Ca) y energía metabolizable (EM), se tomaron como referencia las tablas del NRC (2007) y el INIA (2021), ya que no se realizaron análisis directos en este estudio.

Con base en los valores nutricionales obtenidos, se procedió a la formulación de las dietas experimentales utilizando el programa Solver, según la metodología descrita por (Ramírez, 2020; Roque et al., 2020 y Ramírez et al., 2022). Este procedimiento permitió ajustar las proporciones de los ingredientes necesarios a fin de alcanzar los niveles de proteína cruda del 10 %, 15 % y 20 %



(Tabla 2), considerando los requerimientos nutricionales de camélidos, estimados factorialmente (Carmean et al., 1992; Van Saun, 2006; Flores y Guevara, 1994).

Tabla 2

Composición química de los alimentos utilizado en las dietas experimentales

Alimento	H ^o *	PC *	FDN *	(P)	(Na)	(Ca)	EM
	%	%	%	%	%	%	Kcal/Kg MS
Avena	6.6	6.0	56.0	0.30	0.03	0.07	2,220.0
Alfalfa	9.4	14.0	46.5	0.25	0.03	1.50	2,180.0
Soya	8.0	44.0	14.9	0.70	0.15	0.28	3,300.0

*Determinado mediante métodos analíticos de la AOAC (1190), Laboratorio de Nutrición Anima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNA – PUNO. Fosforo (P, %), sodio (Na, %), calcio (Ca, %) y energía metabolizable (EM), NRC, 2007; INIA, 2021.

Con las proporciones ajustadas, se mezclaron los ingredientes utilizando una mezcladora mecánica tipo sinfín, asegurando la uniformidad en la composición final. La mezcla resultante se envasó en sacos de polietileno para su transporte y almacenamiento temporal. Posteriormente, el alimento mezclado fue procesado mediante un equipo pelletizador, obteniendo las dietas experimentales en forma de pellets. Estas dietas se almacenaron en un ambiente seco y ventilado hasta su uso en el experimento de alimentación en llamas (Tabla 3).

Tabla 3

Formula alimenticia y composición nutricional de las dietas experimentales en la alimentación de llamas, formulado con el programa solver

Alimentos	Mezcla	Valor nutricional de la mezcla	
	%	(en 100 % de materia seca)	
Dieta experimental 10 % PC		Energía Metabolizable., kcal/g	2.20
		Proteína Cruda (PC), % mín.	10.05
Heno de avena	49.38	FDN, % mín.	51.19
Heno de alfalfa	50.62	Fósforo, % mín.	0.27
Total	100	Sodio, % mín.	0.03
		Calcio, % mín.	0.79
Dieta experimental 15 % PC		Energía Metabolizable., kcal/g	2.48
		Proteína Cruda (PC), % mín.	15.00
Heno de avena	76.32	FDN, % mín.	46.27
Torta de soya	23.68	Fósforo, % mín.	0.39
Total	100	Sodio, % mín.	0.06
		Calcio, % mín.	0.12
Dieta experimental 20 % PC		Energía Metabolizable., kcal/g	2.62
		Proteína Cruda (PC), % mín.	20.00
Heno de avena	63.16	FDN, % mín.	40.86
Torta de soya	36.84	Fósforo, % mín.	0.45
Total	100	Sodio, % mín.	0.07
		Calcio, % mín.	0.15

Mezcla alimenticia ajustada con el formulador Solver (Roque et al., 2020 y Ramírez et al., 2022).

3.4.2. Los animales

3.4.2.1. Selección de los animales

La selección de los animales se llevó a cabo considerando la edad (entre 6 y 8 meses), estado fisiológico y peso corporal homogéneo, con un rango promedio de 22-26 kg. Además, se priorizó la salud general de las llamas, descartando aquellas que muestren signos de enfermedad o desnutrición. La selección fue esencial para asegurar que los resultados



fueran atribuibles al tratamiento alimenticio y no a otros factores fisiológicos o de salud.

3.4.2.2. Periodo de acostumbramiento

Antes de iniciar el ensayo, se implementó un período de acostumbramiento de 15 días. Durante este tiempo, los animales se adaptaron tanto a las instalaciones experimentales como al manejo y alimentación pelletizada. Este período fue clave para evitar el estrés de los animales y asegurar que todos estuvieran habituados a las condiciones experimentales antes de la fase de recolección de datos. Durante este tiempo, se monitoreó diariamente su comportamiento, consumo de alimento y estado general, con el objetivo de garantizar que las condiciones fueran las óptimas para el inicio del experimento.

3.5. FASE DE LABORATORIO

Se realizó el muestreo de los alimentos en pellets con diferentes proporciones de proteínas (10%, 15% y 20% de proteína total) en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, para realizar análisis de su composición química mediante los métodos oficiales de la AOAC, 1990.

3.6. FASE EXPERIMENTAL

3.6.1. Distribución de los animales

Después de la fase de acostumbramiento, los 40 animales fueron asignados aleatoriamente a los grupos experimentales según el nivel de proteína en la dieta, distribuyéndose en cuatro grupos: Control, 10% PC, 15% PC y 20% PC. En cada



grupo experimental se asignan 10 animales, con una distribución equitativa entre machos y hembras. La distribución detallada de los animales, incluidos los números de arete, se muestra en el (Anexo 19). Además, antes de iniciar el experimento, todos los animales fueron desparasitados con un antiparasitario suministrado por vía oral, siguiendo la dosis indicada por el fabricante (BioMecMax ®, Laboratorio BIOMONT SA).

3.6.2. Alimentación en la etapa de acostumbramiento

El periodo de acostumbramiento fue una etapa esencial dentro del manejo experimental, ya que los animales procedían de un sistema pastoril. Por este motivo, la adaptación al confinamiento se realizó de manera gradual y sistemática, con el objetivo de minimizar los efectos de la neofobia y el estrés, siguiendo las recomendaciones de Boogert et al. (2006). Este manejo cuidadoso garantizó el bienestar animal y contribuyó a la validez de los resultados experimentales.

Esta etapa tuvo una duración de 15 días, dividida en dos etapas diferenciadas. Durante la primera semana, los animales permanecieron en grupo dentro de un corral de manejo, donde se les suministró heno entero de avena y alfalfa como única fuente de alimento, debido a la ausencia de vegetación natural. Este manejo buscó facilitar la transición hacia nuevos forrajes. Para el tercer día, la mayoría de los animales ya consumían consistentemente los henos enteros, lo que permitió introducir gradualmente forrajes procesados (molidos) en combinación con los henos enteros. Estos forrajes se ofrecieron en lavadoras, con el propósito de familiarizar a los animales con este sistema de alimentación. Al finalizar la primera semana, el consumo de henos, tanto enteros como procesados,



fue masivo en la mayoría de los animales, lo que permitió incorporar el alimento peletizado como parte de la dieta, manteniendo una ración diaria equivalente a 1 kg por animal.

Al inicio de la segunda semana, todos los animales fueron trasladados a jaulas de alimentación individuales, con el fin de adaptarlos al confinamiento individual y reducir los niveles de estrés asociados a este manejo. Durante los primeros tres días de esta etapa, los animales continuarán recibiendo una dieta compuesta de heno procesado y alimento peletizado, con acceso constante a agua fresca. Sin embargo, se observará que las llamas mostrarán una marcada preferencia por el alimento peletizado cuando se le ofrece en combinación con forrajes procesados. Por ello, a partir del cuarto día, se decidió suspender el suministro de heno procesado, de modo que los animales consumieran exclusivamente la dieta experimental basada en pellet. Esta transición progresiva garantizó una mejor adaptación al nuevo sistema alimentario.

Al término de la segunda semana, los animales mostraron un consumo pleno de las dietas experimentales, acompañados de un acceso constante a agua, lo que confirmó su completa adaptación a las condiciones de confinamiento y alimentación individual. Este resultado marcó el momento oportuno para iniciar la fase experimental, asegurando que los animales estuvieran en óptimas condiciones físicas y fisiológicas.

Es importante mencionar que el grupo control no fue sometido al manejo de acostumbramiento, ya que estos animales permanecieron en un sistema de pastoreo continuo durante todo el experimento. Su dieta consistió en la cobertura



vegetal disponible en el campo, conformada principalmente por chilligua, ichu y tola, y su suministro de agua también fue ad libitum.

3.6.3. Alimentación en la etapa experimental

La fase experimental tuvo una duración total de 60 días, durante los cuales las llamas de los grupos experimentales fueron alimentadas con dietas pelletizadas formuladas con diferentes niveles de proteína: 10%, 15% y 20%, según el grupo asignado. La cantidad de alimento ofrecido se calculó a razón del 2.5% del peso corporal de cada animal, siendo ajustada periódicamente cada 15 días conforme al incremento de peso registrado. Este enfoque permitió garantizar que las dietas suministradas cubrieran los requerimientos nutricionales de las llamas a lo largo de toda la fase experimental.

El suministro de alimento se realizaba diariamente en una sola ración, entre las 8:00 y las 9:00 am. Durante este período, los animales permanecieron en jaulas individuales, lo que permitió un control estricto del consumo de alimentos y evitó la competencia entre los individuos. Este manejo fue esencial para evaluar de manera precisa los efectos de las dietas experimentales en el desempeño productivo de las llamas (ganancia de peso y consumo de alimento). El acceso al agua fue ad libitum durante toda la fase experimental, asegurando una hidratación adecuada y minimizando cualquier posible estrés por restricción hídrica.

Por otro lado, las llamas del grupo control, fueron manejadas bajo un sistema pastoril tradicional, no recibieron alimento pelletizado. Estas llamas pastaron durante ocho horas diarias en áreas con cobertura vegetal compuesta por chilligua, ichu y tola. Este manejo diferenciado permitió establecer una



comparación entre el sistema de alimentación en confinamiento y el sistema pastoril convencional.

3.6.4. Determinación de la ganancia de peso

La determinación de la ganancia de peso corporal se realizó siguiendo el mismo patrón para los cuatro grupos experimentales. Los pesos vivos fueron registrados en tres momentos clave del experimento: al inicio, durante el proceso experimental, y al final del mismo. Este enfoque permitió evaluar de manera precisa la evolución del peso corporal de los animales y calcular la ganancia de peso total y diaria en cada uno de los grupos experimentales.

La ganancia total de peso: Se calculó como la diferencia entre el peso final y el peso inicial registrado a lo largo del período experimental. Para ello, se registró el peso corporal de cada animal al inicio y al final de la fase experimental. La fórmula utilizada para determinar la ganancia total de peso es la siguiente:

$$\text{Ganancia total de peso, kg} = \text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}$$

Este cálculo proporciona una medida de la variación absoluta del peso corporal de los animales durante el período de alimentación, permitiendo evaluar el incremento total en peso asociado al tratamiento dietético.

La ganancia diaria promedio: se calculó dividiendo la ganancia total de peso de cada animal entre el número total de días que se limitó la fase de alimentación (60 días). Este parámetro permitió evaluar la velocidad del crecimiento diario y compararlo entre los grupos experimentales, proporcionando una medida más precisa del desempeño productivo de los animales.

El monitoreo del peso corporal de los animales se realizó al inicio, durante, y al término del experimento. Los pesajes intermedios se llevan a cabo cada 15 días, utilizando una balanza digital de plataforma con una capacidad de 500 kg y una sensibilidad de 0,1 kg, calibrada previamente. Estos datos no solo se emplearon para registrar la evolución del peso corporal, sino también para ajustar la cantidad de alimento ofrecido, calculada al 2.5% del peso vivo (Tabla 4).

La fórmula utilizada para determinar la ganancia promedio diaria fue la siguiente:

$$g/día = \left(\frac{\text{Peso final(Kg)} - \text{Peso inicial(Kg)}}{\text{Fase de alimentación (días)}} \right) \times 1000$$

Tabla 4

Desarrollo cronológico del monitoreo de la ganancia de peso en llamas posdestete

Día 0	Día 15	Día 30	Día 45	Día 60
▼	▼	▼	▼	▼
Fase de alimentación				
▲	▲	▲	▲	▲
1°	2°	3°	4°	5°
Kg	Kg	Kg	Kg	Kg

3.6.5. Determinación del consumo de alimento en base seca

Consumo de alimento para llamas en confinamiento

Se implementaron dos enfoques experimentales para determinar el consumo de materia seca: un sistema de alimentación fija bajo manejo confinado y un sistema de pastoreo extensivo. Este marco metodológico se fundamenta en principios nutricionales establecidos y considera factores ambientales críticos como la altitud, la temperatura y la calidad del pasto, elementos que influyen significativamente en el consumo y aprovechamiento energético de las llamas (San Martín y Bryant, 1989; NRC, 2007; Riek et al., 2017). Los grupos con manejo confinado fueron alimentados con una dieta controlada, equivalente al 2.5% de su peso vivo en base seca (MS) (Fowler, 2010). Para calcular el consumo de materia seca en este grupo de animales, los procedimientos incluyeron:

- Registro del peso vivo quincenal: Para ajustar las raciones según los cambios fisiológicos de los animales (incremento de peso).
- Medición del consumo real de MS: Las cantidades de alimento ofrecidas y rechazadas fueron registradas durante 24 horas, empleando la fórmula estándar:

$$\text{IMS, kg} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

Consumo de alimento para llamas al pastoreo

Por otro lado, el grupo en pastoreo extensivo fue sometido a un entorno más dinámico y menos controlado, en el cual la ingesta de materia seca se estimó mediante métodos indirectos, como la ecuación de balance energético,



considerando la energía metabolizable, la producción de calor. y la retención de energía ($EM = PC + RE$). (Lofgren y Garrett, 2001; Riek et al., 2017). Las pasturas estuvieron compuestas predominantemente por gramíneas como *Festuca dolichophylla*, *Festuca dichoclada* y *Stipa ichu*, se utilizó la ecuación correspondiente a gramíneas. Para lo cual se calculó el NDT promedio basado en el valor ponderado de FDN de la dieta 70.26 %, (Anexo 20), se obtuvo el siguiente resultado:

$$\text{NDT (\%)} = 105.2 - (0.667 \times 70.26) = 105.2 - 44.45 = 58.33 \%$$

Este porcentaje representa el potencial de digestibilidad del alimento consumido y, por ende, su capacidad para aportar energía a los animales.

A partir del valor de nutrientes digestibles totales (NDT) calculado, se procedió a estimar el valor energético de la dieta consumida por las llamas al pastoreo. Para ello, se utilizó la fórmula estándar que relaciona los NDT con la energía metabolizable (EM), donde 1 g de NDT equivale a 3.6 kcal (NRC, 1984; Van Soest, 1991).

$$\text{EM, kcal/kg MS} = \text{NDT g} \times 3.6$$

Este valor de 3.6 kcal por gramo de NDT es un factor estándar que se emplea para convertir el contenido de NDT en energía metabolizable según el NRC (1984) y otros estudios sobre nutrición animal (Van Soest, 1991).

Sabemos que, en 1 kg de la dieta obtenida, el contenido de NDT es de 58.33%. Esto significa que, en 1 kg de dieta (1000 g), hay 583.3 g de NDT.



Según la expresión del NRC (1984), 1 g de NDT equivale a 3.60 kcal de energía metabolizable (EM).

Para estimar la cantidad de energía metabolizable (EM) en 1 kg de dieta, multiplicamos el contenido de NDT en gramos por el valor de 3.60 kcal/g de NDT:

$$EM \text{ (kcal/kg MS)} = 583.3 \text{ g de NDT} \times 3.60 \text{ kcal/g NDT}$$

$$EM \text{ (kcal/kg MS)} = 2100.00 \text{ kcal/kg MS}$$

Por lo tanto, 1 kg de pasto consumido por las llamas al pastoreo aporta aproximadamente 2100.00 kcal de energía metabolizable. Este valor energético representa la cantidad de energía metabolizable disponible para las llamas a partir del pasto consumido.

Para calcular el CMS, se asumió que el requerimiento diario de energía metabolizable (EM) de las llamas es cubierto por la energía proporcionada por la dieta consumida. Este enfoque utiliza una relación directa entre la EM requerida por el animal y el valor energético de la dieta disponible, expresado en términos de EM por kilogramo de materia seca. La relación empleada fue:

$$CMS, \text{ kg/día} = \left(\frac{EM \text{ (kcal/día)}}{EM \text{ (kcal/kg MS)}} \right)$$

Donde:

EM (kcal/día) : Es el requerimiento energético diario en términos de energía metabolizable, su determinación fue considerando las condiciones ambientales, altitud, temperatura y actividad física, (Riek et al., 2017), a partir del promedio de la tasa metabólica de campo multiplicada por el peso metabólico de cada animal



($W_{kg}^{0.75}$). Este enfoque permite ajustar los requerimientos energéticos individuales de cada animal según su tamaño y actividad metabólica (Anexo 21).

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1. Estadística descriptiva

Los resultados fueron procesados en términos de medidas de tendencia central y dispersión (promedio y desviación estándar), respectivamente.

3.7.2. Diseño experimental

Los resultados obtenidos para las variables ganancia de peso y de consumo de alimento (consumo de materia seca), se sometieron al análisis de varianza (ANOVA), utilizando un diseño completamente al azar (DCA). El diseño incluyó cuatro tratamientos y diez repeticiones por tratamiento ($n=10$). Las dietas experimentales difirieron en el nivel de proteína, con los siguientes tratamientos: (i) Control (pastoreo), (ii) 10% (10% PC), (iii) 15% (15% PC), (iv) 20 % (20% PC). Los datos resultantes se procesaron mediante el programa estadístico Rstudio® versión 4.0.0, sujeto al siguiente modelo aditivo lineal fijo, bajo los principios de aleatoriedad, repetición, independencia de las unidades experimentales y control local del error (Kuehl, 2001).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Variable respuesta para el j -ésimo animal en el i -ésimo nivel de proteína.

μ : Media general.

α_i : Efecto del nivel de proteína. (Control, 10% PC, 15% PC y 20% PC).



E_{ij} : Error experimental

Los supuestos de normalidad y homocedasticidad se analizaron mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Para evaluar las diferencias entre los tratamientos experimentales y el grupo control, se aplicó la prueba de Dunnett con un nivel de confianza del 95%. Por otro lado, las diferencias entre las medias de los tratamientos se analizaron mediante la prueba múltiple de Duncan ($\alpha = 0.05$).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DE LA GANANCIA DE PESO EN LLAMAS

POSDESTETE

Las llamas iniciaron la fase experimental de alimentación con alimento peletizado y un peso corporal promedio de 38.30 ± 3.65 kg en el grupo control, y de 38.20 ± 8.46 , 39.00 ± 4.45 y 38.30 ± 6.45 kg en los grupos con dietas al 10%, 15 % y 20% de proteína cruda (PC), respectivamente. Durante un periodo de alimentación de 60 días, las ganancias de peso promedio fueron de 0.70 ± 1.06 kg en el grupo control, y de 2.50 ± 1.27 , 4.60 ± 1.51 y 6.70 ± 1.95 kg en los grupos con dietas al 10%, 15%. y 20% PC, respectivamente. A partir de estas variables productivas, se calculó la ganancia diaria de peso (kg/día/animal), obteniendo valores de 0.01 ± 0.02 , 0.04 ± 0.02 , 0.08 ± 0.03 y 0.11 ± 0.03 para el grupo control y los grupos con niveles crecientes. de proteína, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5

Ganancia de peso en llamas posdestete alimentados con alimento peletizado a diferentes niveles de proteína por 60 días

Variables	Grupos Experimentales			
	Control	10% PC	15% PC	20% PC
	(n = 10)	(n = 10)	(n = 10)	(n = 10)
Peso inicial, kg	38.30 ± 3.65	38.20 ± 8.46	39.00 ± 4.45	38.30 ± 6.45
Peso final, kg	39.00 ± 3.77	40.70 ± 8.06	43.60 ± 3.72	45.00 ± 5.77



Peso promedio, kg en 60 días	38.50 ± 3.31	39.58 ± 8.09	40.76 ± 3.32	40.68 ± 5.68
Peso metabólico promedio, $W_{kg}^{0.75}$	15.45 ± 1.00	15.72 ± 2.42	16.12 ± 1.16	16.08 ± 1.69
Ganancia de peso, Kg en 60 días	$0.70^d \pm 1.06$	$2.50^c \pm 1.27$	$4.60^b \pm 1.51$	$6.70^a \pm 1.95$
Ganancia de peso, Kg/día/animal.	$0.01^d \pm 0.02$	$0.04^c \pm 0.02$	$0.08^b \pm 0.03$	$0.11^a \pm 0.03$
Ganancia de peso, $g/W_{kg}^{0.75}/día$	$0.75^d \pm 1.13$	$2.76^c \pm 1.56$	$4.82^b \pm 1.70$	$7.08^a \pm 2.45$

Fuente: Elaboración propia

El análisis de los datos muestra una clara relación entre el nivel de proteína en la dieta y la ganancia de peso en llamas durante el período experimental de 60 días. Las llamas alimentadas con pastoreo exclusivo (grupo control) presentaron una ganancia de peso significativamente menor en comparación con los grupos alimentados con dietas suplementadas. Mientras que el grupo control alcanzó un promedio de 0.70 ± 1.06 kg, los grupos suplementados con 10%, 15% y 20% de proteína cruda (PC) lograron ganancias promedio de 2.50 ± 1.27 , 4.60 ± 1.51 y 6.70 ± 1.95 kg, respectivamente.

Asimismo, la ganancia diaria de peso mostró una tendencia similar, con valores de 0.01 ± 0.02 , 0.04 ± 0.02 , 0.08 ± 0.03 y 0.11 ± 0.03 kg/día/animal para los grupos control, 10%, 15% y 20% PC, respectivamente. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$) y confirman la influencia positiva de los niveles crecientes de proteína en el desempeño productivo de las llamas. De manera consistente, la ganancia ajustada al peso metabólico ($g/W_{kg}^{0.75}/día$) incrementó progresivamente desde 0.75 ± 1.13 g en el grupo control hasta 7.08 ± 2.45 g en el grupo con dieta al 20% PC.



El grupo control, alimentado exclusivamente con pastos naturales, evidenció el menor desempeño en términos de ganancia de peso. Esto sugiere que el pastoreo exclusivo no proporciona la cantidad de proteína necesaria para satisfacer los requerimientos nutricionales de las llamas en crecimiento, especialmente durante la fase posterior al destete, donde el estrés puede influir negativamente en el comportamiento alimenticio y la condición corporal. Por el contrario, las dietas pelletizadas con suplementación proteica demostraron ser efectivas para cubrir estas necesidades, con un impacto progresivo en la ganancia de peso a medida que se incrementaba el nivel de proteína en la dieta.

La dieta al 15% PC resultó suficiente para promover un crecimiento significativo, pero el tratamiento con 20% PC mostró que un nivel superior de proteínas continuó beneficiando el desempeño productivo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Van Soest (1994), quien señala que un mayor contenido proteico en la dieta favorece la síntesis proteica y el equilibrio energético positivo. Además, refleja un crecimiento compensatorio eficiente, como el descrito por Bergen y Merkel (1991), en animales provenientes de regímenes nutricionales básicos, donde una dieta rica en nutrientes potencia su recuperación metabólica y productiva.

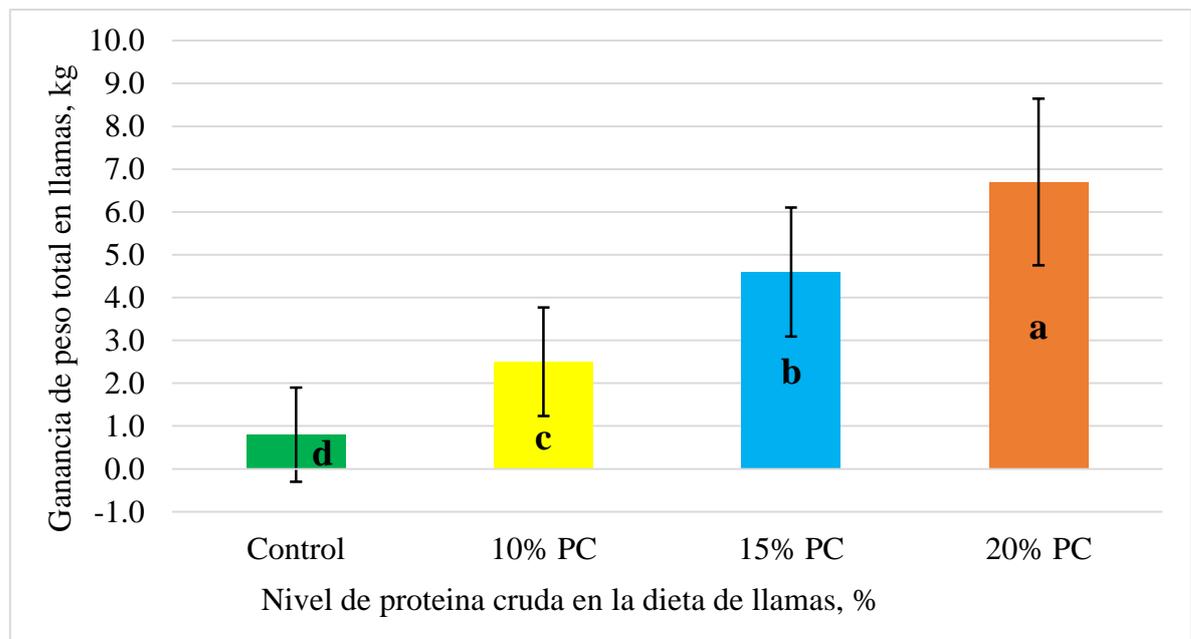
En términos generales, las dietas con niveles crecientes de proteína cruda (hasta 20%) demostraron un efecto acumulativo positivo sobre la ganancia de peso total y diaria, optimizando el desempeño de las llamas durante esta fase crítica de crecimiento.

Los resultados muestran claramente que el pastoreo exclusivo (grupo control) no proporciona el nivel de proteína necesario para cubrir las demandas nutricionales de las llamas en crecimiento, especialmente durante la fase posterior al destete. Esto puede

explicarse por la baja calidad proteica de los pastos naturales, lo que combinado con el estrés del destete puede afectar negativamente el comportamiento alimenticio, resultando en una menor condición corporal. Por el contrario, los tratamientos con dietas suplementadas mostraron un desempeño significativamente superior, indicando que una dieta pelletizada con mayor contenido de proteínas promueve un desarrollo más eficiente (Figura 1).

Figura 1

Ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína cruda en la dieta por 60 días



Los resultados indican que la suplementación proteica desempeña un papel crucial en el crecimiento y desarrollo de las llamas, lo que coincide con los estudios de González et al. (2018), quienes señalan que las dietas enriquecidas en proteína y energía mejoran significativamente los parámetros productivos. Esto resalta la importancia de mantener



un equilibrio adecuado entre proteína y energía en la dieta como un factor clave para optimizar el rendimiento del producto s.

En síntesis, se puede inferir que una dieta con al menos 15 % de proteína es beneficiosa para maximizar la ganancia de peso en llamas durante el periodo posdestete. Asimismo, los animales que provienen de dietas austeras muestran una respuesta metabólica eficiente cuando se les proporciona una alimentación con mayor calidad nutricional, favoreciendo su condición corporal a través del crecimiento compensatorio (Hornick et al., 2000).

Es ampliamente reconocido que el balance entre la energía y la proteína en la dieta es un factor clave en la nutrición de los camélidos, particularmente en fases críticas como el posdestete, donde las demandas metabólicas son elevadas debido al rápido crecimiento. Aunque este estudio no midió directamente los niveles de energía, el incremento en los niveles de proteína cruda (PC) también implicó un aumento proporcional en el aporte energético de las dietas. La interacción entre estos dos macronutrientes es fundamental, ya que la energía disponible permite que las proteínas sean utilizadas de manera eficiente en procesos metabólicos esenciales, como la síntesis de tejido muscular y la ganancia de peso corporal. Esto concuerda con lo reportado por Bergen y Merkel (1991) y Hornick et al. (2000), quienes señalan que una dieta inadecuada en energía limita el aprovechamiento de la proteína, reduciendo el rendimiento productivo.

En este estudio, las llamas alimentadas con dietas al 20% de PC alcanzaron una ganancia total de peso de 6.70 ± 1.95 kg al término del experimento, superando significativamente a los grupos con niveles inferiores de proteína: 4.60 ± 1.51 kg con el 15% de PC, $2,50 \pm 1,27$ kg con el 10% de PC, y apenas $0,70 \pm 1,06$ kg en el grupo control.



Comparando estos resultados con los reportados por García et al. (2020), quienes evalúan llamas alimentadas con dietas al 16% de PC en condiciones de pastoreo y obtuvieron una ganancia total de peso de 4.50 ± 1.20 kg, se observa que las ganancias aquí obtenidas son notablemente superiores. Esta diferencia puede atribuirse al manejo en confinamiento empleado en el presente estudio, donde las llamas recibieron una dieta estrictamente pelletizada y homogénea, eliminando la variabilidad asociada al acceso desigual a los recursos en condiciones de pastoreo. Además, las dietas utilizadas en este trabajo ofrecieron un nivel controlado de nutrientes esenciales, mientras que en el estudio de García et al. (2020), las llamas complementan su alimentación con pastos naturales, los cuales suelen ser limitantes en proteína y energía, especialmente durante épocas de estiaje.

Por otro lado, los resultados del grupo alimentado al 15% de PC son comparables con los reportados por Robinson (1998) en alpacas juveniles, quienes lograron una ganancia promedio de 6.00 ± 1.80 kg con dietas al 16% de PC. Sin embargo, el desempeño superior de las llamas alimentadas al 20% de PC en este estudio (6.70 ± 1.95 kg) sugiere que un nivel ligeramente mayor de proteínas, combinado con una suplementación energética adecuada, puede proporcionar beneficios adicionales. Es importante considerar que Robinson (1998) trabajó con alpacas, las cuales tienen diferencias metabólicas y fisiológicas respecto a las llamas, pero también utilizó un sistema en pastoreo complementado con alimentos concentrados. Esto podría explicar parcialmente la menor ganancia observada en alpacas, ya que el pastoreo introduce factores como la actividad física y las variaciones en la calidad del forraje disponible, los cuales no estuvieron presentes en el sistema de confinamiento aplicado en este experimento.



El desempeño del grupo control en este estudio (0.70 ± 1.06 kg) también es coherente con lo reportado por estudios como el de Van Soest (1994), donde dietas deficientes en proteínas y energía reducen la actividad microbiana ruminal, afectando negativamente la digestibilidad de los nutrientes y, en consecuencia, limitando la ganancia de peso. En comparación, García et al. (2020) y Robinson (1998) no incluyeron grupos control alimentados exclusivamente con pastos naturales, lo que dificulta una comparación directa. Sin embargo, los valores extremadamente bajos en este grupo reflejan claramente las limitaciones de los pastos naturales para satisfacer las demandas metabólicas de las llamas en crecimiento.

Un aspecto interesante es el fenómeno de crecimiento compensatorio observado en llamas alimentadas con el 15% y el 20% de PC, particularmente en aquellas que provenían de dietas deficientes en nutrientes antes del experimento. Esto es consistente con lo señalado por Bergen y Merkel (1991), quienes explican que los animales que han experimentado restricciones nutricionales previas.

Por lo tanto, los hallazgos de este estudio respaldan la recomendación de incluir al menos un 15% de PC en las dietas de llamas en crecimiento, con un incremento proporcional de energía para mejorar la productividad. Los resultados indican que niveles de proteína superiores, como el 20%, siguen siendo beneficiosos. Se sugiere que futuros estudios exploren la relación entre energía y proteína, y examinen el impacto de factores como el manejo ambiental, el estado fisiológico y el estrés en el aprovechamiento de nutrientes en camélidos.

4.2. DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTO PELLETIZADO EN LLAMAS POSDESTETE

El análisis del consumo de alimento según los diferentes niveles de proteína en la dieta reveló que el grupo control presentó un consumo significativamente menor (0.868 ± 0.056 kg/día) en comparación con los tratamientos suplementados con proteínas ($p < 0.05$). Por otro lado, los grupos alimentados con dietas que contenían 10%, 15% y 20% de proteínas presentaron valores promedio de 0.990 ± 0.202 , 1.019 ± 0.098 y 1.017 ± 0.142 , respectivamente (Tabla 6), sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p > 0.05$).

Tabla 6

Consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete a diferentes niveles de proteína por 60 días.

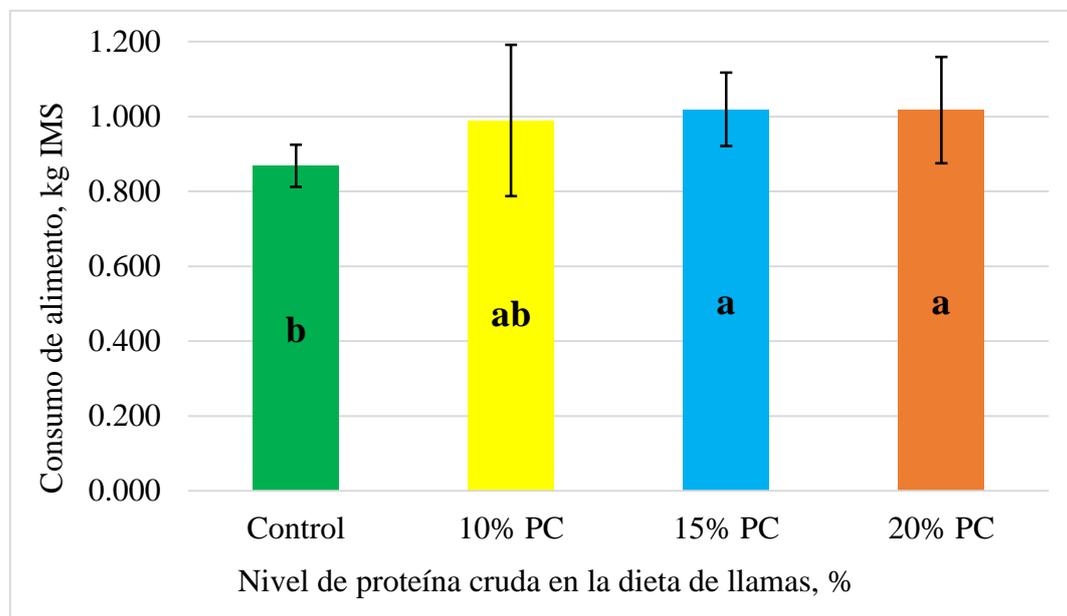
Variables	Grupos Experimentales				p- valor
	Control	10 % PC	15 % PC	20 % PC	
Consumo de alimento, kg/día	$0.868^b \pm 0.056$	$0.990^{ab} \pm 0.202$	$1.019^a \pm 0.098$	$1.017^a \pm 0.142$	0.057

Estos resultados indican que la suplementación proteica está asociada con un incremento en el consumo metabólico en comparación con el control, pero que este efecto no varía significativamente entre niveles de proteínas superiores al 10%. Este hallazgo es consistente con estudios previos que sugieren que el consumo de alimento en rumiantes puede estabilizarse a niveles de proteína moderados a altos, ya que los requerimientos energéticos adicionales para el procesamiento de proteínas no aumentan de manera lineal a partir de cierto punto (Smith et al., 2020).

En conclusión, el consumo de alimento pelletizado de las llamas fue significativamente menor en el grupo control en comparación con los tratamientos con suplementación proteica, mientras que no se observaron diferencias entre los grupos con niveles de proteína de 10 %, 15 % y 20 %. Estos resultados destacan la importancia de la suplementación proteica para mantener un consumo metabólico adecuado en condiciones experimentales (Figura 2).

Figura 2

Consumo de alimento en llamas posdestete según nivel de proteína cruda en la dieta



La suplementación proteica mostró un impacto positivo en el consumo de alimento en llamas, con valores que oscilaron entre 0.990 y 1.019 kg/día en los grupos suplementados, mientras que el grupo control presentó un consumo de 0.868 kg/día. Estos resultados son comparables con los reportados por Rodríguez et al. (2015), quienes evaluaron el consumo de alimento en llamas suplementadas con concentrados ricos en proteína y obtuvieron consumos promedio de 0.95 a 1.10 kg/día, dependiendo del nivel de proteína empleado. Esto sugiere que los niveles de proteína entre 10 % y 20 %



utilizados en el presente estudio se encuentran dentro de un rango adecuado para promover un consumo adecuado en llamas bajo condiciones experimentales similares.

Por otro lado, González et al. (2018) informaron que llamas alimentadas con una dieta básica de forraje sin suplementación alcanzaron consumos de 0.85 kg/día, lo cual coincide estrechamente con los resultados obtenidos en el grupo control del presente trabajo (0.868 kg/día). Estos datos refuerzan que dietas con bajo contenido proteico tienden a limitar el consumo voluntario debido a restricciones en la disponibilidad de nitrógeno para la fermentación ruminal, tal como lo describieron Van Soest (1994) y Smith et al. (2020).

En investigaciones realizadas con otros rumiantes menores, Hornick et al. (2000) reportaron consumos promedio de 0.90 a 1.05 kg/día en ovejas suplementadas con concentrados que contenían entre 12 % y 16 % de proteína. Estos valores son consistentes con los obtenidos en los grupos de 10 % y 15 % de proteína en el presente estudio. Sin embargo, niveles superiores al 15 % no generaron un incremento adicional en el consumo, lo que respalda la hipótesis de que, una vez alcanzado un nivel proteico suficiente para cubrir los requerimientos metabólicos, el consumo tiende a estabilizarse, tal como se observó en los grupos de 15 % y 20 % de proteína.

El menor consumo registrado en el grupo control puede atribuirse a la insuficiencia de proteína en la dieta para sostener una fermentación eficiente, limitando la disponibilidad de energía y reduciendo la ingesta voluntaria. Esto es consistente con las observaciones de Owens y Zinn (1988), quienes indicaron que dietas con contenido proteico inferior al 8 % generan una disminución significativa del consumo en rumiantes. Adicionalmente, estudios previos (Bergen y Merkel, 1991) han destacado que el balance



entre proteína y energía en la dieta es crucial para garantizar un consumo adecuado y una adecuada respuesta metabólica.

En conclusión, los resultados del presente estudio, en comparación con los reportes de otros investigadores, demuestran que el consumo de alimento en llamas suplementadas con proteína se encuentra dentro del rango esperado para dietas de calidad moderada a alta. Aunque no se observaron diferencias significativas adicionales entre los niveles de 15 % y 20 % de proteína en comparación con el 10 %, estas concentraciones garantizan un consumo metabólicamente adecuado. Esto reafirma la importancia de la suplementación proteica en camélidos durante etapas críticas de desarrollo. Se recomienda que futuros estudios evalúen cómo el balance entre proteína y energía podría optimizar aún más el consumo y el desempeño productivo en llamas.



V. CONCLUSIONES

- El contenido de proteína en la dieta pelletizada afecta de manera significativa tanto la ganancia en llamas posdestete, con mejores respuestas para los niveles de 15 y 20 % de proteína.
- El consumo de alimento en base seca fue mayor para los niveles de 15 y 20 % de proteína cruda seguido del grupo con 10 % de proteína y el grupo control.



VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar niveles de 15 a 20 % de PC en dietas de llamas.
- Evaluar niveles de proteína cruda en llamas en diferentes estados fisiológicos.
- Hacer un estudio de costos de la alimentación con pellets y a diferentes niveles de proteína.
- Ajustar la suplementación proteica en función del estado fisiológico y la fase de desarrollo de las llamas.
- Fomentar la capacitación continua en nutrición y manejo alimenticio de camélidos sudamericanos entre los productores es fundamental.
- Enfatizar el uso eficiente de suplementos proteicos para mejorar la salud animal y la productividad general, maximizando la rentabilidad en la crianza de llamas.



VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., et al. (2010). Efecto de la calidad del pellet en el consumo de alimento y el crecimiento de las llamas . *Animal Feed Science and Technology*, 158(2-4), 145-153.
- Ancasi, D. (2012). Evaluacion de la composicion floristica, quimica y carga animal de canapas de la comunidad jilauta manasaya, provincia Sajama, Oruro. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th edition.
- Arizabal, M. et al. (2016). Desafíos de comercialización de productos de llama en regiones altoandinas. *Revista de Agricultura Andina* , 12(3), 45-57.
- Blaxter, KL (1989). Metabolismo energético en rumiantes. *Nutritional Research Reviews* , 2(1), 1-28.
- Bergen, W. G., y Merkel, R. A. (1991). Protein accretion and turnover. *Federation of American Societies for Experimental Biology Journal*, 5(2), 298-306.
- Carmean, B.R., Johnson, K.A., Johnson, D.E., and Johnson, L.W., 1992. Maintenance energy requirement of llamas. *Am. J. Vet. Rs.* 53(9):1696-1698. PMID: 1329588 [PubMed - indexed for MEDLINE]
- Chalapud, M., Álvarez, A., y Rodríguez, L. (2021). Efectos de la suplementación con pellets de alto contenido proteico en llamas post-destete en los Andes. *Revista de Investigación Ganadera Andina*, 45 (3), 201-210.
- Chalapud, MD, Arriaga-Jordán, CM, Albarrán-Portillo, B., y Martínez-García, CG (2021). Estrategias nutricionales y manejo alimentario de llamas (*Lama glama*): una revisión . *Ciencia y tecnología de alimentación animal* , 275, 114884. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114884>
- Chalapud, P., et al. (2021). Función de la población microbiana en el reciclaje de nitrógeno en llamas. *Journal of Animal Science*, 45(2), 123-135.



- Choquemamani, A. (2017). Evaluación del contenido de fibra detergente neutro en el bolo alimenticio de llamas. Universidad Nacional del Altiplano.
- Dittmann, MT, et al. (2020). Utilización y reciclaje de nitrógeno en llamas: perspectivas de estudios recientes. *Veterinary Science Review*, 32(4), 287-301.
- Davies, H.L., Robinson, T. F., Roeder, B. L., Sharp, M. E., Johnston, N.P., Christensen, A. C., and Schaalje, G. B., 2007. Digestibility, nitrogen balance, and blood metabolites in llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*) fed barley or barley alfalfa diets. *Small Rumin. Res.* 73: 1-7.
- Dittmann, MT, Frey, B., Kreuzer, M. y Clauss, M. (2020). Efecto del contenido de proteínas de la dieta sobre el equilibrio energético y de nitrógeno, la masa de órganos y la tasa metabólica en llamas (*Lama glama*) . *Revista de fisiología animal y nutrición animal* , 104(1), 174-184. <https://doi.org/10.1111/jpn.13303>
- Dittmann, MT, Kreuzer, M. y Clauss, M. (2020). Estudio comparativo de dietas forrajeras pelletizadas versus tradicionales en llamas juveniles. *Nutrición Animal*, 6 (2), 123-132.
- Dittmann, MT, Kreuzer, M., y Langhans, W. (2020). Fisiología nutricional de los camellos: conocimientos actuales y perspectivas futuras. *Journal of Camelid Science*, 10 (2), 123-134.
- Engelhardt, W., and W. Schneider, 1977. Energy and nitrogen metabolism in the llama. *Anim. Res. and Develop.* 5:68-72.
- Fernández, J., López, M., y Sánchez, P. (2012). Estrategias nutricionales en el destete de camélidos. *Revista de Nutrición Animal* , 45(3), 123-130.
- Fernández, J., López, M., y Sánchez, R. (2019). Dietas ricas en fibra vs. dietas de alto valor energético: impacto en la salud digestiva y trastornos metabólicos en llamas. *Journal of Camelid Science*, 10 (1), 67-77.
- Fernández, J., Torres, R. y Ramírez, E. (2012). Estrategias para el destete de llamas: Consideraciones nutricionales y de manejo . *Revista de ciencia de camélidos* , 5, 50-65.



- Fernández, M., López, M., y Sánchez, R. (2012). Estrategias nutricionales post-destete para camélidos. *Revista de Nutrición Veterinaria*, 8 (4), 178-185.
- Fernández, R., y Sánchez, M. (2019). Avances en nutrición de camélidos: piensos granulados y más. *Revisión de nutrición de camélidos*, 11 (3), 299-310.
- Fernández-Baca, S. (2013). Productos derivados de los camélidos sudamericanos. *Revista de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*.
- Flores, E. and Guevara, V., 1994. Estimation of Metabolizable Energy Requirements for Maintenance and Gain in Growing Alpacas (*Lama pacos*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Flores Ochoa, JA (1977). Pastores de llamas de los Andes: UnaAquí tienes un borrador de la sección de "Revisión de Literatura" para tu tesis, redactado en base a los temas propuestos y con las citas bibliográficas correspondientes
- Flores, A., Quispe, E. y Manrique, C. (2016). Adaptaciones de camélidos al altiplano andino. *Revista Veterinaria de los Andes* , 8(2), 123-135.
- Fowler, J. (2010). Requerimientos nutricionales de los camélidos. *Journal of Camelid Science*, 12(1), 45-60.
- Fowler, JK (2010). Niveles de proteína y rendimiento de crecimiento en llamas: un estudio comparativo. *Journal of Camelid Science*, 20(4), 112-125.
- Fowler, ME (1998). *Medicina y cirugía de los camélidos sudamericanos* . Prensa de la Universidad Estatal de Iowa.
- Fowler, ME (1998). *Medicina y cirugía de los camélidos sudamericanos: llama, alpaca, vicuña y guanaco*. Wiley-Blackwell.
- Fowler, ME, y Torres, A. (2017). *Fisiología de los animales domésticos en los Andes*. University of California Press.
- García, A. et al. (2020). Digestibilidad de la fibra y su importancia en la nutrición de los camélidos. *Animal Nutrition Review*, 38(2), 120-135.
- García, A., y Pérez, L. (2017). El impacto del estrés nutricional en la salud y el



- rendimiento de los camélidos. *Revista Internacional de Ciencias de los Camélidos*, 14 (1), 58-69.
- García, E., y Pérez, J. (2017). Respuestas conductuales e inmunológicas al estrés del destete en llamas. *Comportamiento veterinario*, 12 (4), 211-218.
- García, JL, et al. (2020). Fermentación microbiana y reciclaje de nitrógeno en el rumen de llamas. *Nutrición Animal*, 18(3), 201-215.
- García, M., y Martínez, H. (2016). Requerimientos nutricionales y transición dietética en llamas destetadas. *Revista Internacional de Nutrición Animal*, 8 (3), 180-190.
- García, M., y Martínez, J. (2016). Impacto del destete en la salud de las llamas. *Revista de Ciencia Animal* , 22(2), 89-96.
- García, M., et al. (2002). Rendimiento productivo de llamas . *Revista de Ciencia Animal*, 80(4), 1202-1210.
- García, MA, et al. (2020). Utilización de nitrógeno en camélidos: conocimientos de estudios comparativos. *Revista de ciencia animal*, 98(6), skaa105.
- García, MC y Martínez, PJ (2016). Transiciones dietéticas y requerimientos nutricionales en llamas juveniles . *Nutrición animal* , 7(3), 199-210.
- González, P., Salazar, R., y Vargas, L. (2020). Sistemas de pastoreo comunales y sus desafíos en los Andes. *Revista de Estudios Agrarios* , 14(1), 112-129.
- Gutiérrez, P., y Martín, A. (2022). Nutrigenómica y microbiota intestinal: nuevas fronteras en la nutrición de camélidos. *Ciencia avanzada de camélidos*, 17 (4), 311-320.
- Gutiérrez, P., Martín, A., y Rodríguez, L. (2015). Prácticas de alimentación sustentable para camélidos sudamericanos. *Revista de Agricultura Sostenible*, 9 (1), 89-102.
- Hernández, A. (2014). *Métodos de muestreo no probabilístico en estudios de campo*. Editorial Científica.
- Hernández, JM y Gutiérrez, LM (2012). Efectos del exceso de nitrógeno en la salud de las llamas: una revisión. *Revista de ciencia de camélidos*, 10 (2), 87-102.



- Hernández, JM y Gutiérrez, LM (2012). Necesidades de micronutrientes en camélidos: una revisión completa. *Revista de nutrición veterinaria*, 26(3), 180-195.
- Hernández, L., y Gutiérrez, P. (2019). Eficiencia y salud digestiva en llamas alimentadas con dietas pelletizadas versus forrajeras. *Investigación digestiva de camélidos*, 14 (2), 88-98.
- Hoffmann, D. (2003). Importancia económica de llamas y alpacas. *Clínicas veterinarias de América del Norte: práctica de alimentación de animales*.
- Hofmann, RR (1989). El estómago de los rumiantes: estructura del estómago y hábitos alimentarios de los rumiantes de caza de África Oriental . *Oficina de Literatura de África Oriental*.
- Hofmann, RR (2015). El estómago de los rumiantes. *Medios de ciencia y negocios de Springer*.
- Hofmann, RR (2015). Metabolismo del nitrógeno en llamas: perspectivas actuales. *Journal of Camelid Science*, 8(1), 45-58.
- Hornick, J. L., Van Eenaeme, C., Gerard, O., Dufrasne, I., y Istasse, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 19(2), 121-132.
- Hornick, J. L., Van Eenaeme, C., Gérard, O., Dufrasne, I., y Istasse, L. (2000). Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology*, 19(2), 121-132.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2021). *Composición nutricional de forrajes para camélidos sudamericanos*. Lima, Perú.
- Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT). Determinación del valor nutricional de la pradera nativa provincia José Manuel Pando Municipio de Santiago de Machaca. *J.Selva Andina Anim. Sci.* [online]. 2015, vol.2, n.1 [citado 2024-12-19], pp.22-33. Disponible en:
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812015000100004&lng=es&synrm=iso. ISSN 2311-3766.



- Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT). Composición de la ingesta seleccionada por Llamas (*Lama glama*, Linnaeus 1758) de la Provincia José Manuel Pando, Municipio Santiago De Machaca. *J.Selva Andina Anim. Sci.* [online]. 2016, vol.3, n.1 [citado 2024-12-19], pp.49-56. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2311-25812016000100005&lng=es&nrm=iso. ISSN 2311-3766.
- Johnson, D. E., Ferrell, C. L., y Jenkins, T. G. (2019). The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going? *Journal of Animal Science*, 77(E-Suppl_1), 1-18.
- Jones, B., y Brown, A. (2005). Nutrición y manejo de llamas durante el destete. *Revista de Ciencia Animal* , 83(4), 1052-1060.
- Jones, DR, y Brown, MS (2005). Manejo nutricional durante el destete de camélidos . *Clínicas veterinarias de Norteamérica: Práctica en animales de alimentación* , 21(3), 431-445.
- Jones, R. y Brown, D. (2005). Transiciones nutricionales en llamas en destete: asegurando la salud y el crecimiento. *Diario de cuidado de llamas*, 6 (1), 45-55.
- Kadwell, M., y col. (2001). El análisis genético revela los ancestros salvajes de la llama y la alpaca. *Actas de la Royal Society B: Ciencias Biológicas*.
- Kleiber, M. (1975). *El fuego de la vida: Una introducción a la energética animal* . Wiley-Interscience.
- Lofgren, B. y Garrett, D. (2001). "Energy requirements for livestock." *Journal of Animal Science* 78(2): 101-110.
- López, A., y Sánchez, M. (2019). Mejores prácticas en el destete de llamas: una guía completa . *Journal of Animal Husbandry* , 12(4), 120-135.
- López, M., y Sánchez, P. (2019). Buenas prácticas de manejo en el destete de camélidos sudamericanos. *Boletín Técnico de Producción Animal* , 55(2), 45-58.
- López, M., y Sánchez, R. (2021). Dietas de pellets personalizadas para llamas en crecimiento: estudio de caso de Argentina. *Revista de nutrición de camélidos*, 11



(2), 98-108.

- López, M., y Sánchez, R. (2021). Suplementos nutricionales y resultados de salud en llamas post-destete. *Nutrición y manejo de camélidos*, 12 (3), 122-135.
- López, M., Sánchez, R., y Ruiz, J. (2016). Estrategias para mitigar el estrés post-destete en llamas. *Revista de Nutrición Veterinaria*, 13 (2), 98-110.
- Mamani-Linares, Lindon Willy, y Cayo-Rojas, Faustina. (2021). Evaluación de la producción, composición botánica y contenido nutricional de pastos nativos en dos épocas del año en altiplano. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 59-72. Epub 00 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200059>
- Manrique, C. (2018). Sistemas pastoriles y sobrepastoreo en ecosistemas altoandinos. *Ecología y Sociedad*, 23(2), 56-67.
- Manrique, J., et al. (2018). Caracterización de la vegetación en la zona de estudio. *Revista de Investigación Animal*, 10(2), 45-57.
- Martin, RB y Owen-Smith, N. (1989). Patrones adaptativos de uso de recursos en herbívoros de mayor tamaño. *The American Naturalist*, 133(5), 738-754.
- Martínez, A., Rodríguez, J., y Gómez, L. (2020). Respuestas al estrés y desempeño en llamas destetadas bajo diferentes regímenes dietéticos. *Revista de ciencia animal*, 98 (6), 2154-2165.
- Martínez, AJ, Sánchez, LJ y Pérez, MA (2014). Impacto de las prácticas de destete en el crecimiento y productividad de las llamas. *Revista de investigación ganadera*, 9(1), 22-30.
- Martínez, F., Gutiérrez, P., y Pérez, J. (2014). Desafíos nutricionales y soluciones en el destete de camélidos sudamericanos. *Revista de Ciencia Animal*, 19 (3), 144-157.
- Martínez, F., Rodríguez, L., y Gómez, A. (2020). Manejo del estrés post-destete en llamas: Estrategias dietéticas y comportamentales. *Camelid Veterinary Science*, 13 (3), 145-156.
- Martínez, J., Pérez, C., y Hernández, G. (2014). Factores que influyen en el rendimiento



- productivo posdestete en llamas. *Revista de Nutrición Animal* , 29(1), 76-84.
- Martínez, P., et al. (2016). Estrategias nutricionales para mejorar la eficiencia de utilización del nitrógeno en llamas. *Livestock Science*, 190, 120-127.
- Martínez, RC, y Pérez, FL (2008). Carbohidratos en la nutrición de las llamas: perspectivas metabólicas e implicaciones. *Animal Science Review*, 44(4), 275-290.
- McGregor, Licenciado en Letras (2004). *Nutrición y Manejo de Camélidos Productores de Fibra* . Investigación sobre pequeños rumiantes, 52(3), 241-256.
- National Research Council (NRC) (1984). *Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Sheep*. 6th Edition, National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11654>
- Novoa, C., y Wheeler, JC (2008). La importancia de los camélidos sudamericanos en la economía de las comunidades rurales andinas. *Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente*.
- Pérez, C., y Gutiérrez, M. (2018). Manejo del destete y suplementación en llamas. *Manual de Producción Animal* , 3(1), 34-42.
- Pérez, E., y Gutiérrez, R. (2018). Manejo nutricional y sanitario en camélidos jóvenes . *Revista de Ciencias Animal* , 89(2), 157-169.
- Pérez, J., y Gutiérrez, H. (2018). Estrategias nutricionales y de manejo para un destete efectivo en llamas. *Revista de Ciencia Animal Andina*, 9 (2), 102-112.
- Pérez, J., Gómez, L., y Ruiz, M. (2018). Estrategias nutricionales para reducir el estrés del destete en llamas. *Revista Internacional de Ciencias de los Camélidos*, 14 (2), 100-110.
- Pérez, MA, y González, EJ (2019). Factores que influyen en la utilización del nitrógeno en llamas: un análisis comparativo. *Veterinary Science Review*, 44(1), 65-78.



- Pérez, R., Gómez, A., y Ruiz, M. (2018). Beneficios de la suplementación con pellets en llamas post-destete. *Revista internacional de investigación de camélidos*, 7 (3), 76-85.
- Pinares-Patiño, CS, et al. (2003). Rendimiento de los camélidos sudamericanos y otros rumiantes que consumen forrajes de baja calidad . En FAO, *Producción y sanidad animal* .
- Pulina, G., et al. (2017). Absorción y utilización del nitrógeno dietético en llamas. *Livestock Science*, 55(3), 189-204.
- Quispe, E., Flores, A., y Manrique, C. (2018). Roles de género en el pastoreo de camélidos en los Andes peruanos. *Antropología de las sociedades pastoriles* , 11(4), 77-90.
- Quispe, P. (2017). Análisis del contenido de fibra en el forraje consumido por llamas. Universidad Nacional del Altiplano.
- Ramírez Aruquipa J.E. 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>
- Ramírez Aruquipa, J. E., Roque Huanca, B., y Yana-Neira, E. A. (2022). Nivel de alimentación en el desempeño productivo de llamas y alpacas en los Andes de Perú. *Revista Alfa*, 6(16), 145–157. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i16.157>
- 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>
- Reiner, G., Núñez, J., y Wheeler, J. (2014). Programas de mejoramiento genético en camélidos sudamericanos. *Animal Genetics Review* , 7(1), 23-38.



- Riek, A., et al. (2017). Seasonal changes in energy expenditure, body temperature and activity patterns in llamas (*Lama glama*). *Journal of Animal Science*, 95(2), 501-510.
- Robinson, SM (1998). Contenido óptimo de proteínas en la dieta de llamas jóvenes: un estudio de caso. *Revista de nutrición de camélidos*, 12(3), 76-89.
- Robinson, TF (1998). Nutrición Proteica y Energética de Llamas y Alpacas . *Investigación sobre pequeños rumiantes*, 36(2), 135-145.
- Rodríguez, A., y Gómez, L. (2016). Soporte nutricional durante el post-destete en llamas: Un enfoque integral. *Journal of Camelid Health*, 12 (1), 34-44.
- Rodríguez, H., et al. (2020). Formulaciones de pellets específicas para la edad en llamas: efectos sobre el crecimiento y la salud. *Revista de investigación de camélidos*, 8 (2), 115-125.
- Rodríguez, L., Gutiérrez, P., y Martín, A. (2020). Efectos a largo plazo de dietas pelletizadas sobre la salud y productividad de llamas. *Investigación en Nutrición Veterinaria*, 15 (1), 89-98.
- Rodríguez, M., y Bustamante, R. (2019). Gestión comunal de tierras y sobrepastoreo en los Andes. *Revista de Agricultura Sostenible* , 13(2), 89-104.
- Ruiz, J., y López, M. (2017). Prácticas económicas y sustentables de alimentación para ganado camélido. *Revista Agricultura Sustentable*, 15 (4), 235-245.
- Ruiz, M., y López, P. (2017). Formulación e implementación de suplementos de pellet post-destete en llamas. *Nutrición y Manejo Veterinario*, 5 (2), 99-109.
- San Martín, E. y Bryant, R. (1989). Estudio comparativo de niveles de proteína en dietas de llamas: efectos sobre el crecimiento y la salud. *Revista de camélidos sudamericanos*, 5(1), 28-40.
- Sánchez, PD, et al. (2017). Deficiencia de nitrógeno y su impacto en la producción de llamas: perspectivas de estudios recientes. *Animal Science Journal*, 22(4), 301-315.
- Smith, A., Johnson, D., y Martínez, J. (2010). Transición alimentaria y salud en camélidos



- jóvenes. *Revista Camélidos Sudamericanos* , 12(1), 23-33.
- Smith, AB, y Johnson, CD (2018). Digestibilidad y absorción de nitrógeno en llamas: una revisión exhaustiva. *Nutrición animal*, 22(1), 67-79.
- Smith, AL, Jones, BC y Brown, DE (2009). Requerimientos proteicos y niveles óptimos para el crecimiento en llamas. *Revista de investigación de camélidos*, 15 (2), 45-58.
- Smith, B., Johnson, P. y Martin, C. (2010). Prácticas de destete y manejo dietético en camélidos sudamericanos. *Revista de Medicina Veterinaria*, 15 (4), 210-222.
- Smith, D., y Johnson, T. (2010). Necesidades nutricionales y manejo dietético en camélidos. *Journal of Camelid Nutrition*, 5 (2), 123-132.
- Smith, DG y Johnson, LD (2018). Nutrición y alimentación de los camélidos sudamericanos . *Clínicas veterinarias de Norteamérica: Prácticas para la alimentación animal* , 34(1), 45-59. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.007>
- Smith, DR, et al. (2009). Eficiencia alimentaria en llamas: factores que afectan el consumo y el rendimiento . *Journal of Animal Science*, 87(3), 901-910.
- Smith, J. y Johnson, L. (2018). Nutrición proteica en llamas: una revisión completa. *Nutrición de Llama y Alpaca*, 2ª Ed.
- Smith, JL, Wilson, BC y Bauman, DE (2009). Influencia de la proteína y energía de la dieta en el crecimiento y rendimiento de las llamas . *Revista de ciencia animal* , 80(2), 245-253. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2009.00613.x>
- Smith, S. B., Gill, C. A., Lunt, D. K., y Brooks, M. A. (2020). Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(9), 1225-1233.
- Smith, TA y Johnson, EB (2018). Necesidades y utilización de proteínas en llamas: perspectivas actuales. *Journal of Animal Nutrition*, 36(1), 50-65.
- Stanley, HF y cols. (2015). Cambios relacionados con la edad en los parámetros reproductivos y de crecimiento de las llamas. *Revista de ciencia animal*.



- Stanley, HF y cols. (2015). El genoma de los camélidos y las adaptaciones a la vida a gran altura . *Ciencia*, 350(6262), 1363-1367.
- Tapia, S., Quispe, E., y Salazar, R. (2017). Trabajo familiar en el pastoreo de camélidos andinos. *Revista de Desarrollo Rural* , 9(3), 143-158.
- Terrazas, A., Téllez, L. y Sánchez, LM (2019). Manejo nutricional de llamas en los alto Andes. *Revista de ciencia animal* , 97(3), 1234-1242.
<https://doi.org/10.1093/jas/skz054>
- Terrazas, M., et al. (2019). Reciclaje de nitrógeno y eficiencia de utilización en llamas: un análisis comparativo. *Journal of Comparative Physiology B*, 74(4), 301-315.
- Thomas, M., van der Poel, AFB y van Zuilichem, DJ (1997). Calidad Física de los Alimentos Pelletizados 3. Contribución de los Procesos y sus Condiciones . *Ciencia y tecnología de alimentación animal*, 64(2-4), 173-192.
- Tola-Paz, P., et al. (2015). Efectos de las dietas granuladas en el crecimiento y la digestibilidad de nutrientes en llamas . *Journal of Animal Science*, 93(8), 3787-3795.
- Undersander, D., et al. (1993). Predicting the energy value of forages. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 399-408
- Van Saun, RJ (2006). Estrategias Nutricionales para Optimizar la Salud y Producción de Llama y Alpaca . *Clínicas veterinarias de América del Norte: práctica alimentaria para animales*, 22(1), 105-126.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Wheeler, J. (2012). Manejo reproductivo de camélidos sudamericanos. *La ciencia veterinaria hoy* , 18(3), 67-81.
- Wheeler, JC (1995). Evolución y situación actual de los camélidos sudamericanos . *Revista biológica de la Sociedad Linneana*, 54(3), 271-295.
- Wheeler, JC (2012). Camélidos sudamericanos. *Enciclopedia de ciencias biológicas*.
- Wilson, A., et al. (2003). Medición de la ganancia de peso, la ingesta de alimento y la



eficiencia alimentaria en estudios nutricionales. *Journal of Animal Science*, 81 (9), 2450-2460.

Wilson, RT, Araya, O. y Singh, R. (2003). El Camélido: Un animal polivalente para los Andes . *Revista Mundial de Animales* , 79(1), 37-45.

Zapata, R., González, P., y Vargas, L. (2015). Producción de carne y acceso al mercado de carne de llama en los Andes. *Revista de Ciencias Ganaderas* , 20(4), 98-110.

ANEXOS

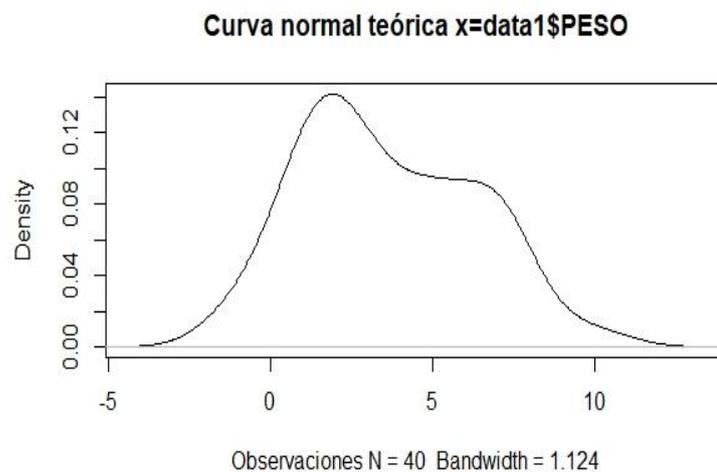
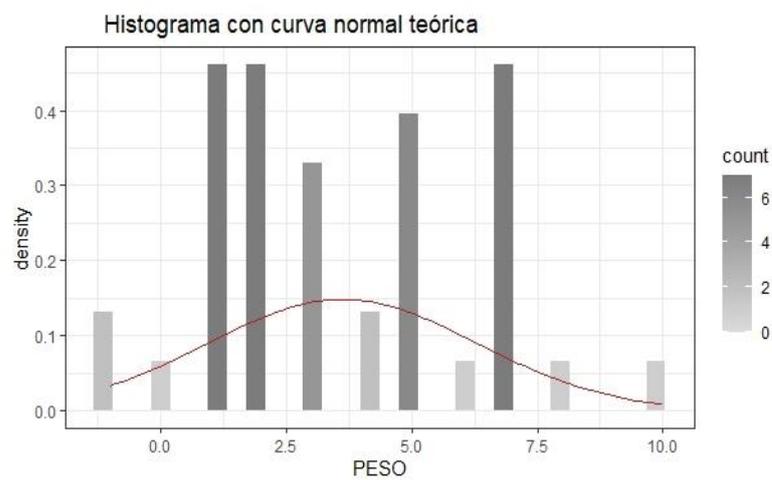
Anexo 1. Prueba de normalidad para ganancia de peso en llamas postdestete mediante el estadístico de Shapiro-Wilk

- Shapiro-Wilk normality test

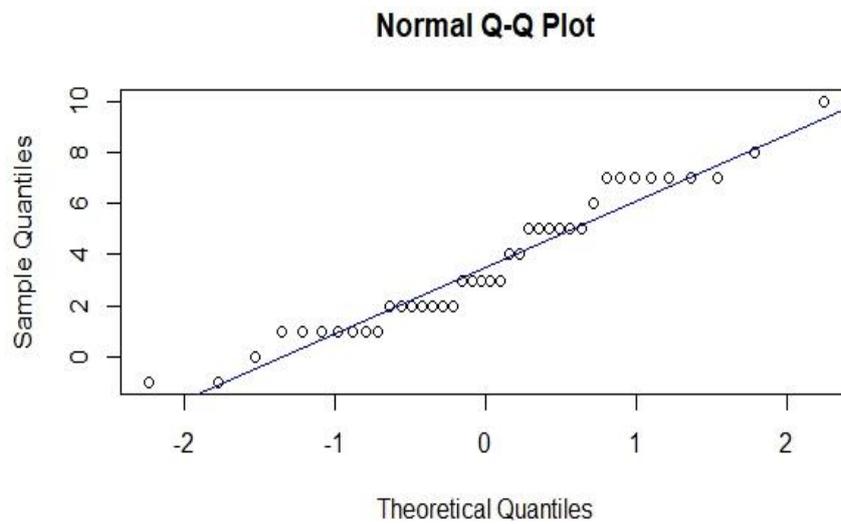
data: data1\$PESO

D = 0.9476, p-value = 0.06271

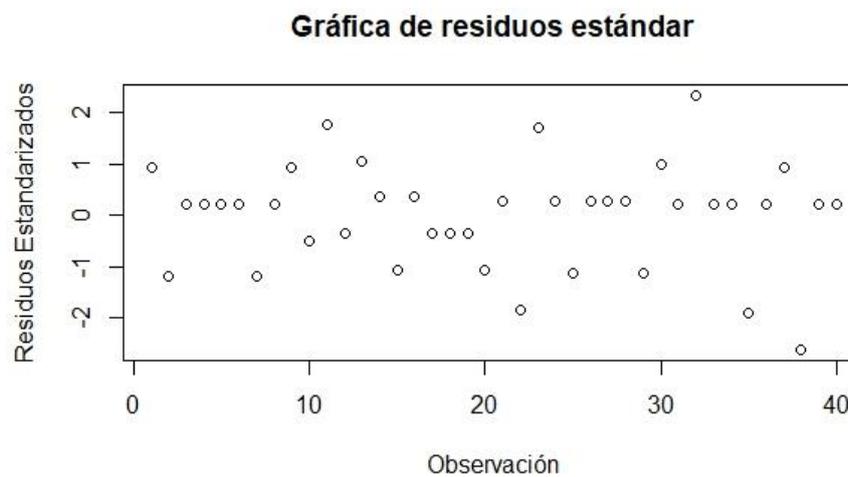
Anexo 2. Histograma y curva de distribución normal para ganancia de peso (kg).



Anexo 3. Distribución de normalidad Q-Q Plot para ganancia de peso en llamas (kg).



Anexo 4. Distribución de residuos estándar para ganancia de peso en llamas (kg).



Anexo 5. Análisis ANVA para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína

F de V	GL	SC	CM	F _c	F _{t, 0.05}	P Valor	Sig.
Tratamientos	3	202.30	67.43	30.69	2.866	0.000000001	***
Error experimental	36	79.10	2.20				
Total	39	281.40					

**Existe diferencia estadística entre los tratamientos del experimento planteado ($p < 0.05$).

Anexo 6. Estadísticos descriptivos para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína

Tratamientos	Media	std	r	Min	Max
Control	0.700	1.059	10	-1.00	2.00
10% PC	2.500	1.269	10	1.00	5.00
15% PC	4.600	1.506	10	2.00	7.00
20% PC	6.700	1.947	10	3.00	10.00

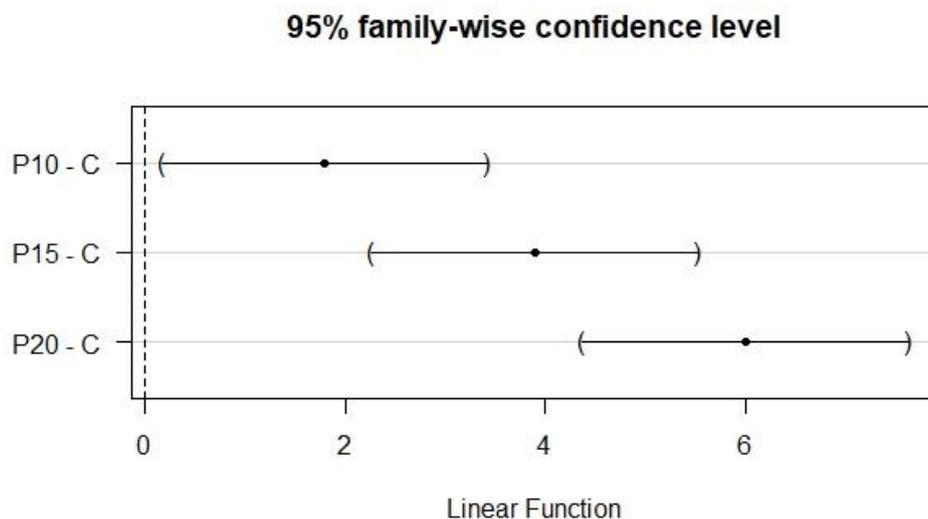
*Mean Square Error: 2.197222

Anexo 7. Prueba Dunnett para para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína.

\$C	diff	lwr.ci	upr.ci	p valor	
10% PC - C	1.80	0.17	3.43	0.027	*
15% PC - C	3.90	2.27	5.53	2.70E-06	***
20% PC - C	6.00	4.37	7.63	1.00E-11	***

Signif. códigos: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anexo 8. Prueba de comparación Dunnett para ganancia de peso en llamas posdestete según nivel de proteína





Anexo 9. Prueba de Duncan para la comparación de medias de la ganancia de peso en llamas posdestete

Tratamientos	Peso	Grupos	Critical Range		
10 % PC	6.70	a	2	3	4
15 % PC	4.60	b	1.34	1.41	1.46
20 % PC	2.50	c	Alpha: 0.05; Grado de Libertad: 36		
Control	0.70	d			

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

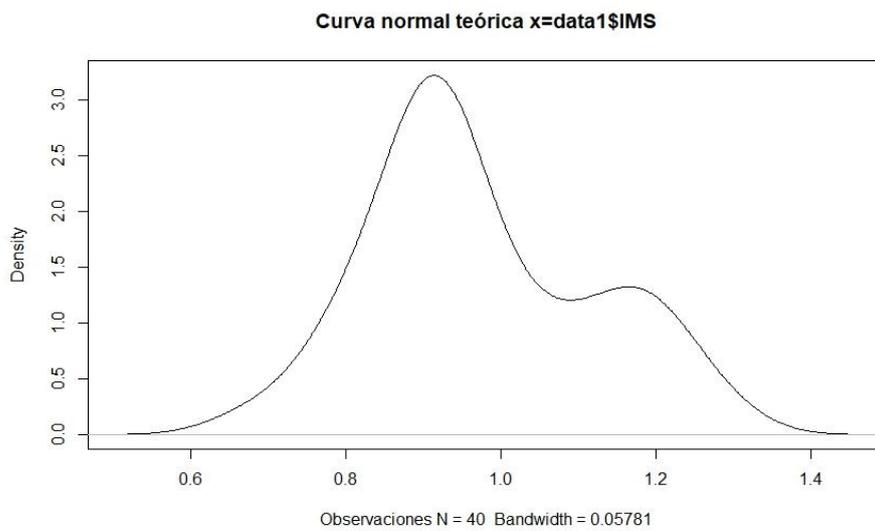
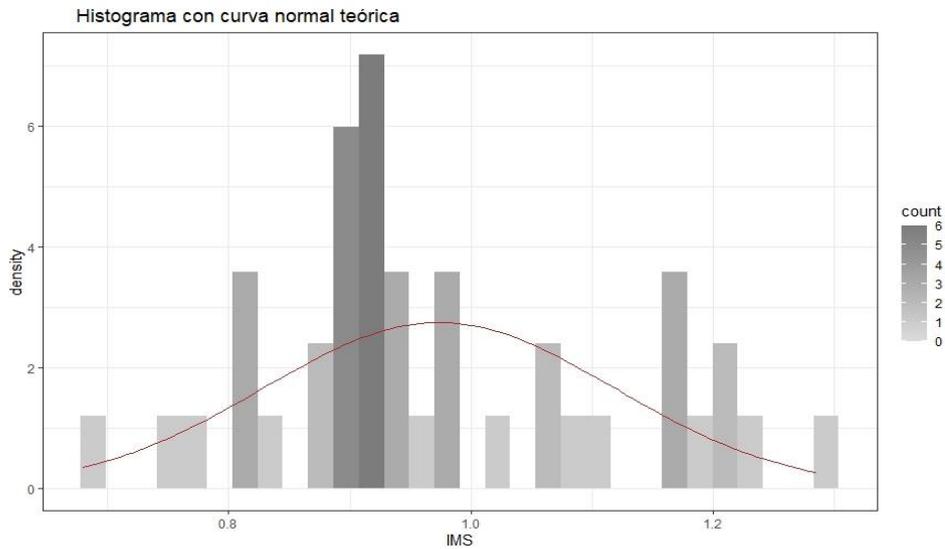
Anexo 10. Prueba de normalidad para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína en la dieta

- Shapiro-Wilk normality test

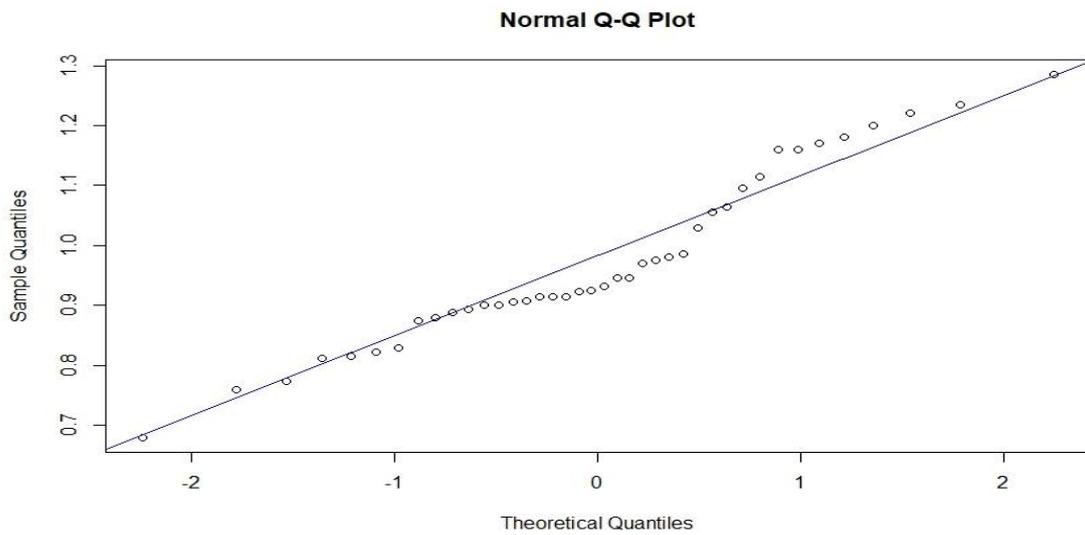
data: data1\$IMS

D = 0.95208, p-value = 0.08944

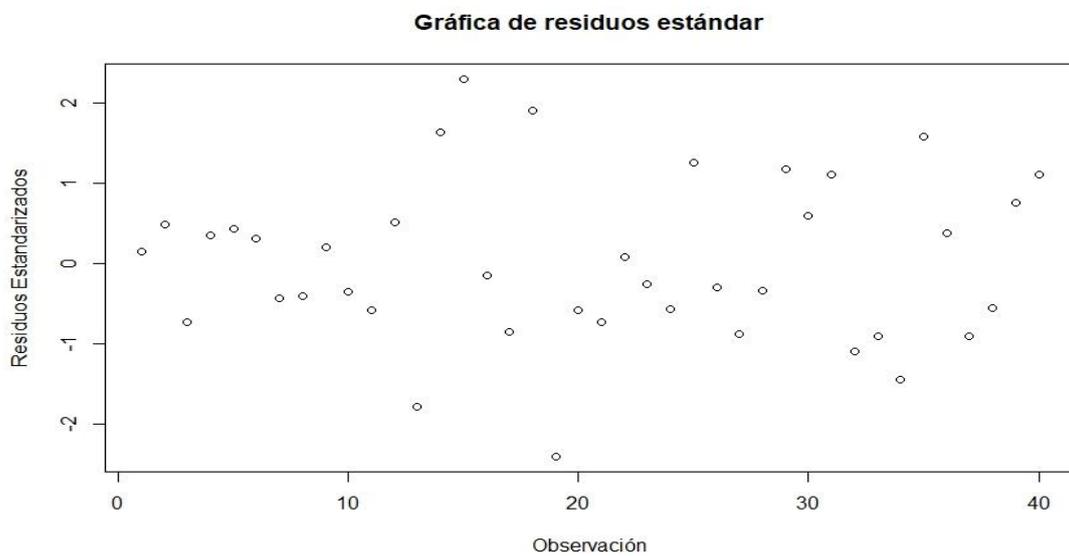
Anexo 11. Histograma y curva de distribución normal para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete



Anexo 12. Distribución de normalidad Q-Q Plot para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete.



Anexo 13. Distribución de residuos estándar para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete.



Anexo 14. Cuadro ANVA para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete

F de V	GL	SC	CM	F _c	F _{t, 0.05}	P Valor	Sig.
Tratamientos	3	0.153	0.051	2.755	2.866	0.0565	ns
Error experimental	36	0.665	0.018				
Total	39	0.818					

**Existe diferencia estadística entre los tratamientos del experimento planteado ($p < 0.05$).

Anexo 15. Estadísticos descriptivos para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína

Tratamiento	Media	std	r	Min	Max
Control	0.868	0.056	10	0.774	0.931
10% PC	0.990	0.202	10	0.680	1.285
15% PC	1.019	0.098	10	0.905	1.180
20% PC	1.017	0.142	10	0.830	1.220

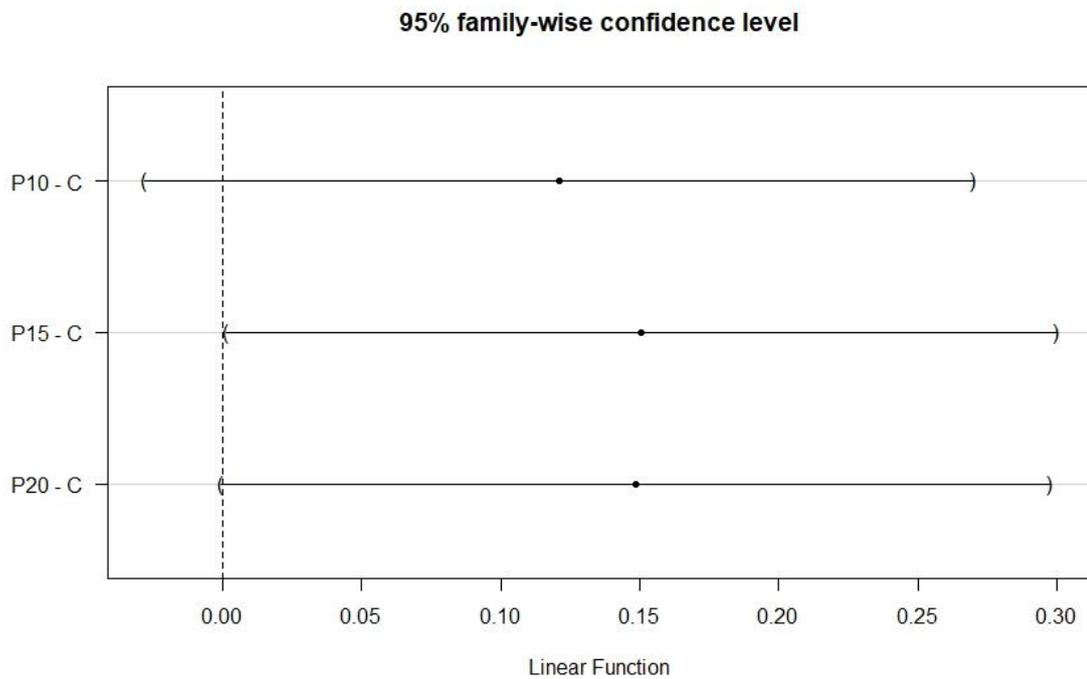
*Mean Square Error: 0.01847

Anexo 16. Prueba Dunnett para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína

\$C	diff	lwr.ci	upr.ci	p valor
10% PC - C	0.121	-0.028	0.270	0.133
15% PC - C	0.151	0.002	0.300	0.047 *
20% PC - C	0.149	0.000	0.298	0.051 .

Signif. códigos: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Anexo 17. Prueba de comparación Dunnett para consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete según nivel de proteína.



Anexo 18. Prueba de Duncan para la comparación de medias en el consumo de alimento pelletizado en llamas posdestete

Trat.	Peso	Grupos	Critical Range		
15 % PC	1.019	a	2	3	4
20 % PC	1.017	a	0.123	0.130	0.134
10 % PC	0.990	ab	Alpha: 0.05; Grado de Libertad: 36		
Control	0.868	b			

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Anexo 19. Distribución de los animales según los grupos experimentales

Grupos experimentales		Control	10% PC	15% PC	20% PC
Género	N° de animales	N° Arete	N° Arete	N° Arete	N° Arete
Machos	1	1941	1892	1319	1216
	2	1990	1919	1231	1231
	3	1920	1937	1386	1251
	4	1801	1948	1841	1288
	5	1982	21119	1891	1315
Hembras	1	1925	1953	1889	1385
	2	1976	1968	1922	1387
	3	1868	1984	1926	1825
	4	1817	1989	1943	1827
	5	1397	1395	1951	1884
Total	10	Animales por cada grupo experimental			

Anexo 20. Composición química y consumo selectivo de los pastos naturales más representativos para el cálculo ponderado de FDN dietario en llamas posdestete.

ESPECIES	MS ^{ab} %	CT ^a %	PC ^a %	FDN ^a %	Selectividad ^c %	FDN Dietario %
<i>Festuca dolichophylla</i>	56.49	7.18	3.68	70.71	38.00	26.87
<i>Festuca dichoclada</i>	58.10	2.12	5.68	68.16 ^e	35.00	23.85
<i>Stipa ichu</i>	59.71	3.63	3.42	78.19	22.40 ^d	17.51
<i>Baccharis sp</i>	31.05	6.37	8.07	30.31	3.30	1.00
Otros	28.67	5.16	7.68	78.89	1.30	1.03
Promedio	46.80	4.89	5.71	65.25	100.00	70.26

Datos obtenidos y adaptados de las siguientes referencias: ^a Mamani-Linares y Cayo-Rojas (2021), ^b IICAT (2015), ^c Choquemamani (2017), ^d IICAT (2016), ^e Ancasi (2012).

Anexo 21. Determinación de los requerimientos energéticos en términos de energía metabolizable a partir de la tasa metabólica de campo para llamas y alpacas al pastoreo

Estación	Temperatura	EM	EM	Tasa Metabólica de campo, EM
	°C	Kj/W _{Kg} ^{0.75} /d	1kcal=4.184Kj	kcal/W _{Kg} ^{0.75} /d
Invierno	2.0	402.0	4.184	96.08
Verano	16.0	586.0	4.184	140.06
Promedio	9.0	494.0	4.184	118.07

Fuente: Adaptado por Ramirez y Roque, 2019 (Riek et al. 2017), Seasonal changes in energy expenditure, body temperature and activity patterns in llamas (*Lama glama*).

Anexo 22. Determinación de energía metabolizable de los pastos naturales a partir de NDT dietario, para llamas y alpacas

Especie	FDN Dietario ¹	NDT ²	NDT	EM ³	EM
	%	%	g	cal/g NDT	Kcal/d
Llamas	70.265	58.33	583.33	3.6	2100.00
Alpacas	67.100	60.44	604.44	3.6	2175.99

¹ Contenido de Fibra detergente neutro del bolo alimenticio de las Llamas y Alpacas en pastoreo (Choquemamani, 2017; Quispe, 2017).

² Estimación de nutrientes digestibles totales (NDT) a partir del contenido de fibra detergente neutro (FDN, % de la materia seca), mediante las ecuaciones de Mertens desarrolladas para animales rumiantes. [NDT, % = 105.2 - (0.667 x FDN)], (NRC, 1984; Van Soest, 1991).

³ Cálculo del contenido energético de la dieta (EM), a partir del contenido de NDT, mediante modelos de predicción de uso en animales rumiantes. 3.60 Kcal/g NDT (Undersander et al., 1993).

Anexo 23. Ganancia de peso en llamas del grupo alimentado con 10 % PC

N°	Arete	Destete	0 días			15 días			30 días			45 días			60 días			Peso corporal			Ganancia de peso corporal		
			Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Promedio	W _{kg} ^{0.75}	Kg	g/días	Kg/días	g/W _{kg} ^{0.75} /di			
1	1892	33.00	34.00	35.00	36.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	36.60	14.88	5.00	83.33	0.083	5.60				
2	1919	39.00	41.00	41.00	42.00	44.00	43.00	43.00	44.00	44.00	43.00	43.00	43.00	42.20	16.56	2.00	33.33	0.033	2.01				
3	1937	27.00	28.00	29.00	31.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	30.40	12.95	4.00	66.67	0.067	5.15				
4	1948	42.00	46.00	47.00	48.00	50.00	49.00	49.00	50.00	50.00	49.00	49.00	49.00	48.00	18.24	3.00	50.00	0.050	2.74				
5	21119	46.00	51.00	50.00	51.00	53.00	52.00	52.00	53.00	53.00	52.00	52.00	52.00	51.40	19.20	1.00	16.67	0.017	0.87				
6	1953	32.00	37.00	37.00	39.00	41.00	40.00	40.00	41.00	41.00	40.00	40.00	40.00	38.80	15.55	3.00	50.00	0.050	3.22				
7	1968	30.00	34.00	34.00	35.00	37.00	36.00	36.00	37.00	37.00	36.00	36.00	36.00	35.20	14.45	2.00	33.33	0.033	2.31				
8	1984	46.00	49.00	47.00	49.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	49.40	18.63	2.00	33.33	0.033	1.79				
9	1989	25.00	26.00	27.00	27.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	27.20	11.91	2.00	33.33	0.033	2.80				
10	1395	36.00	36.00	37.00	36.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	36.60	14.88	1.00	16.67	0.017	1.12				
Suma		356.00	382.00	384.00	394.00	412.00	407.00	407.00	412.00	412.00	407.00	407.00	407.00	395.80	157.24	25.00	416.67	0.42	27.60				
Promedio		35.60	38.20	38.40	39.40	41.20	40.70	40.70	41.20	41.20	40.70	40.70	40.70	39.58	15.72	2.50	41.67	0.04	2.76				
Desv. Est.		7.50	8.46	7.76	7.99	8.30	8.06	8.06	8.30	8.30	8.06	8.06	8.06	8.09	2.42	1.27	21.15	0.02	1.56				
CV, %		21.07	22.14	20.22	20.28	20.14	19.79	19.79	20.14	20.14	19.79	19.79	19.79	20.44	15.41	50.77	50.77	50.77	56.59				
Max.		46.00	51.00	50.00	51.00	53.00	52.00	52.00	53.00	53.00	52.00	52.00	52.00	51.40	19.20	5.00	83.33	0.08	5.60				
Mín.		25.00	26.00	27.00	27.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	27.20	11.91	1.00	16.67	0.02	0.87				

Anexo 24. Ganancia de peso en llamas del grupo alimentado con 15 % PC

Llamas 15 % PC		Destete		0 días		15 días		30 días		45 días		60 días		Peso corporal		Ganancia de peso corporal			
N°	Arete	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Promedio	W _{kg} ^{0.75}	Kg	g/días	Kg/días	g/W _{kg} ^{0.75} /di
1	1319	31.0	35.0	35.0	35.0	36.0	39.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	37.00	15.00	5.00	83.33	0.083	5.55
2	1231	39.0	41.0	39.0	39.0	41.0	42.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	41.20	16.26	2.00	33.33	0.033	2.05
3	1386	34.0	36.0	36.0	36.0	40.0	42.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	39.40	15.73	7.00	116.67	0.117	7.42
4	1841	33.0	36.0	36.0	35.0	38.0	39.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	37.80	15.24	5.00	83.33	0.083	5.47
5	1891	43.0	46.0	46.0	47.0	47.0	47.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	47.20	18.01	3.00	50.00	0.050	2.78
6	1889	34.0	37.0	37.0	36.0	40.0	41.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	39.20	15.67	5.00	83.33	0.083	5.32
7	1922	29.0	34.0	34.0	34.0	36.0	38.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	36.20	14.76	5.00	83.33	0.083	5.65
8	1926	33.0	37.0	37.0	37.0	38.0	41.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	39.00	15.61	5.00	83.33	0.083	5.34
9	1943	42.0	46.0	46.0	46.0	46.0	47.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0	46.80	17.89	3.00	50.00	0.050	2.79
10	1951	38.0	42.0	42.0	42.0	44.0	43.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	43.80	17.03	6.00	100.00	0.100	5.87
Suma		356.00	390.00	390.00	387.00	406.00	419.00	436.00	436.00	436.00	436.00	436.00	436.00	407.60	161.19	46.00	766.67	0.77	48.24
Promedio		35.60	39.00	39.00	38.70	40.60	41.90	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	43.60	40.76	16.12	4.60	76.67	0.08	4.82
Desv. Est.		4.67	4.45	4.45	4.72	3.92	3.11	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.72	3.92	1.16	1.51	25.09	0.03	1.70
CV, %		13.12	11.40	11.40	12.18	9.66	7.42	8.53	8.53	8.53	8.53	8.53	8.53	9.62	7.18	32.73	32.73	32.73	35.22
Max.		43.00	46.00	46.00	47.00	47.00	47.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00	47.20	18.01	7.00	116.67	0.12	7.42
Mín.		29.00	34.00	34.00	34.00	36.00	38.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	36.20	14.76	2.00	33.33	0.03	2.05

Anexo 25. Ganancia de peso en llamas del grupo alimentados con 20 % PC

Llamas	15 % PC		Destete		0 días		15 días		30 días		45 días		60 días		Ganancia de peso corporal			
	N°	Arete	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	g/días	Kg/días	g/W _{kg} ^{0.75} /d	
1	1216	40.0	43.0	45.0	46.0	48	50								7.00	116.67	0.117	6.56
2	1231	29.0	31.0	32.0	34.0	37	41								10.00	166.67	0.167	11.58
3	1251	30.0	33.0	35.0	34.0	38	40								7.00	116.67	0.117	7.94
4	1288	28.0	30.0	31.0	32.0	36	37								7.00	116.67	0.117	8.44
5	1315	43.0	49.0	45.0	46.0	51	53								4.00	66.67	0.067	3.61
6	1385	38.0	40.0	40.0	41.0	45	47								7.00	116.67	0.117	7.00
7	1387	30.0	33.0	33.0	35.0	38	41								8.00	133.33	0.133	9.07
8	1825	35.0	37.0	37.0	37.0	38	40								3.00	50.00	0.050	3.28
9	1827	38.0	43.0	41.0	43.0	46	50								7.00	116.67	0.117	6.76
10	1884	41.0	44.0	45.0	44.0	48	51								7.00	116.67	0.117	6.56
Suma		352.00	383.00	384.00	392.00	425.00	450.00								67.00	1116.67	1.12	70.80
Promedio		35.20	38.30	38.40	39.20	42.50	45.00								6.70	111.67	0.11	7.08
Desv. Est.		5.55	6.45	5.56	5.39	5.62	5.77								1.95	32.44	0.03	2.45
CV, %		15.78	16.83	14.48	13.75	13.23	12.83								29.05	29.05	29.05	34.58
Max.		43.00	49.00	45.00	46.00	51.00	53.00								10.00	166.67	0.17	11.58
Mín.		28.00	30.00	31.00	32.00	36.00	37.00								3.00	50.00	0.05	3.28

Anexo 26. Ganancia de peso en llamas alimentados al pastoreo

Llamas Control		Destete		0 días		15 días		30 días		45 días		60 días		Peso corporal			Ganancia de peso corporal				
N°	Arete	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Promedio	W _{Kg} ^{0.75}	Promedio	W _{Kg} ^{0.75}	Kg	g/días	Kg/días	g/W _{Kg} ^{0.75} /día
1	1941	38.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0	40	40	41	41	39.60	15.79	39.60	15.79	2.00	33.33	0.033	2.11
2	1990	43.0	43.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42	42	42	42	42.20	16.56	42.20	16.56	-1.00	-16.67	-0.017	-1.01
3	1920	31.0	32.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	32	32	33	33	33.00	13.77	33.00	13.77	1.00	16.67	0.017	1.21
4	1801	38.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41	41	42	42	41.20	16.26	41.20	16.26	1.00	16.67	0.017	1.02
5	1982	41.0	42.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	42	42	43	43	41.80	16.44	41.80	16.44	1.00	16.67	0.017	1.01
6	1925	36.0	41.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	41	41	42	42	40.80	16.14	40.80	16.14	1.00	16.67	0.017	1.03
7	1976	32.0	36.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35	35	35	35	35.20	14.45	35.20	14.45	-1.00	-16.67	-0.017	-1.15
8	1868	36.0	34.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36	36	35	35	35.40	14.51	35.40	14.51	1.00	16.67	0.017	1.15
9	1817	40.0	39.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40	40	41	41	40.00	15.91	40.00	15.91	2.00	33.33	0.033	2.10
10	1397	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	35	35	36	36	35.80	14.64	35.80	14.64	0.00	0.00	0.000	0.00
Suma		371.00	383.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	384.00	390.00	390.00	385.00	154.46	385.00	154.46	7.00	116.67	0.12	7.48
Promedio		37.10	38.30	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	38.40	39.00	39.00	38.50	15.45	38.50	15.45	0.70	11.67	0.01	0.75
Desv. Est.		3.75	3.65	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	3.57	3.57	3.77	3.77	3.31	1.00	3.31	1.00	1.06	17.66	0.02	1.13
CV, %		10.12	9.54	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49	7.49	9.28	9.28	9.67	9.67	8.60	6.49	8.60	6.49	151.34	151.34	151.34	151.38
Max.		43.00	43.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	43.00	43.00	42.20	16.56	42.20	16.56	2.00	33.33	0.03	2.11
Mín.		31.00	32.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	32.00	32.00	33.00	33.00	33.00	13.77	33.00	13.77	-1.00	-16.67	-0.02	-1.15

Anexo 27. Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 10 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)

Llamas 10 % PC	Peso corporal			Alimento ofrecido a 2.5 % del peso vivo, IMF						Total, de alimento consumido, IMS				
	Nº Arete	Inicial kg	Final kg	Promedio general W _{kg} ^{0.75}	0 días kg/día	15 días kg/día	30 días kg/día	45 días kg/día	60 días kg/día	IMF kg/día	MS %	IMS kg/día	IMS g/W _{kg} ^{0.75} /día	
1	1892	34.00	39.00	36.60	14.88	0.850	0.875	0.900	0.975	0.975	0.915	92.13	0.993	66.74
2	1919	41.00	43.00	42.20	16.56	1.025	1.025	1.050	1.100	1.075	1.055	92.13	1.145	69.16
3	1937	28.00	32.00	30.40	12.95	0.700	0.725	0.775	0.800	0.800	0.760	92.13	0.825	63.72
4	1948	46.00	49.00	48.00	18.24	1.150	1.175	1.200	1.250	1.225	1.200	92.13	1.303	71.42
5	21119	51.00	52.00	51.40	19.20	1.275	1.250	1.275	1.325	1.300	1.285	92.13	1.395	72.66
6	1953	37.00	40.00	38.80	15.55	0.925	0.925	0.975	1.025	1.000	0.970	92.13	1.053	67.72
7	1968	34.00	36.00	35.20	14.45	0.850	0.850	0.875	0.925	0.900	0.880	92.13	0.955	66.10
8	1984	49.00	51.00	49.40	18.63	1.225	1.175	1.225	1.275	1.275	1.235	92.13	1.340	71.94
9	1989	26.00	28.00	27.20	11.91	0.650	0.675	0.675	0.700	0.700	0.680	92.13	0.738	61.97
10	1395	36.00	37.00	36.60	14.88	0.900	0.925	0.900	0.925	0.925	0.92	93.13	0.982	66.03
Suma		382.00	407.00	395.80	157.24	9.550	9.600	9.850	10.300	10.175	9.895	922.30	10.730	677.46
Promedio		38.20	40.70	39.58	15.72	0.955	0.960	0.985	1.030	1.018	0.990	92.23	1.073	67.75
Desv. Est.		8.46	8.06	8.09	2.42	0.211	0.194	0.200	0.207	0.201	0.202	0.32	0.220	3.55
CV, %		22.14	19.79	20.44	15.41	22.137	20.217	20.276	20.139	19.794	20.439	0.34	20.502	5.24
Max.		51.00	52.00	51.40	19.20	1.275	1.250	1.275	1.325	1.300	1.285	93.13	1.395	72.66
Mín.		26.00	28.00	27.20	11.91	0.650	0.675	0.675	0.700	0.700	0.680	92.13	0.738	61.97

Anexo 28. Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 15 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)

Llamas	Peso corporal			Alimento ofrecido a 2.5 % del peso vivo, IMF						Total, de alimento consumido, IMS				
	Inicial	Final	Promedio general	0 días	15 días	30 días	45 días	60 días	IMF	MS	IMS	IMS		
N° Arete	kg	kg	kg	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	kg/día	%	kg/día	g/W _{kg} ^{0.75} /c		
1	1319	35.00	40.00	37.00	15.00	0.875	0.875	0.900	0.975	1.000	0.925	91.93	1.006	67.07
2	1231	41.00	43.00	41.20	16.26	0.975	0.975	1.025	1.050	1.075	1.030	91.93	1.120	68.90
3	1386	36.00	43.00	39.40	15.73	0.900	0.900	1.000	1.050	1.075	0.985	91.93	1.071	68.13
4	1841	36.00	41.00	37.80	15.24	0.900	0.875	0.950	0.975	1.025	0.945	91.93	1.028	67.43
5	1891	46.00	49.00	47.20	18.01	1.150	1.175	1.175	1.175	1.225	1.180	91.93	1.284	71.28
6	1889	37.00	42.00	39.20	15.67	0.925	0.900	1.000	1.025	1.050	0.980	91.93	1.066	68.05
7	1922	34.00	39.00	36.20	14.76	0.850	0.850	0.900	0.950	0.975	0.905	91.93	0.984	66.71
8	1926	37.00	42.00	39.00	15.61	0.925	0.925	0.950	1.025	1.050	0.975	91.93	1.061	67.96
9	1943	46.00	49.00	46.80	17.89	1.150	1.150	1.150	1.175	1.225	1.170	91.93	1.273	71.13
10	1951	42.00	48.00	43.80	17.03	1.050	1.050	1.100	1.075	1.200	1.095	92.93	1.178	69.21
Suma		390.00	436.00	407.60	161.19	9.750	9.675	10.150	10.475	10.900	10.190	920.30	11.072	685.86
Promedio		39.00	43.60	40.76	16.12	0.975	0.968	1.015	1.048	1.090	1.019	92.03	1.107	68.59
Desv. Est.		4.45	3.72	3.92	1.16	0.111	0.118	0.098	0.078	0.093	0.098	0.32	0.106	1.57
CV, %		11.40	8.53	9.62	7.18	11.403	12.184	9.659	7.416	8.527	9.623	0.34	9.541	2.29
Max.		46.00	49.00	47.20	18.01	1.150	1.175	1.175	1.175	1.225	1.180	92.93	1.284	71.28
Mín.		34.00	39.00	36.20	14.76	0.850	0.850	0.900	0.950	0.975	0.905	91.93	0.984	66.71

Anexo 29. Consumo de alimento peletizado en llamas posdestete con 20 % de proteína cruda en la dieta (kg/día de MS)

Llamas 20 % PC N° Arete	Peso corporal		Alimento ofrecido a 2.5 % del peso vivo, IMF							Total, de alimento consumido, IMS				
	Inicial kg	Final kg	Promedio general W _{kg} ^{0.75} kg	0 días kg/día	15 días kg/día	30 días kg/día	45 días kg/día	60 días kg/día	IMF kg/día	MS %	IMS kg/día	IMS g/W _{kg} ^{0.75} /día		
1	1216	43.00	50.00	46.40	17.78	1.075	1.125	1.150	1.200	1.250	1.160	92.34	1.256	70.66
2	1231	31.00	41.00	35.00	14.39	0.775	0.800	0.850	0.925	1.025	0.875	92.34	0.948	65.85
3	1251	33.00	40.00	36.00	14.70	0.825	0.875	0.850	0.950	1.000	0.900	92.34	0.975	66.32
4	1288	30.00	37.00	33.20	13.83	0.750	0.775	0.800	0.900	0.925	0.830	92.34	0.899	64.99
5	1315	49.00	53.00	48.80	18.46	1.225	1.125	1.150	1.275	1.325	1.220	92.34	1.321	71.56
6	1385	40.00	47.00	42.60	16.67	1.000	1.000	1.025	1.125	1.175	1.065	92.34	1.153	69.17
7	1387	33.00	41.00	36.00	14.70	0.825	0.825	0.875	0.950	1.025	0.900	92.34	0.975	66.32
8	1825	37.00	40.00	37.80	15.24	0.925	0.925	0.925	0.950	1.000	0.945	92.34	1.023	67.13
9	1827	43.00	50.00	44.60	17.26	1.075	1.025	1.075	1.150	1.250	1.115	92.34	1.207	69.97
10	1884	44.00	51.00	46.40	17.78	1.100	1.125	1.100	1.200	1.275	1.16	93.34	1.243	69.90
Suma		383.00	450.00	406.80	160.81	9.575	9.600	9.800	10.625	11.250	10.170	924.40	11.000	681.86
Promedio		38.30	45.00	40.68	16.08	0.958	0.960	0.980	1.063	1.125	1.017	92.44	1.100	68.19
Desv. Est.		6.45	5.77	5.68	1.69	0.161	0.139	0.135	0.141	0.144	0.142	0.32	0.152	2.32
CV, %		16.83	12.83	13.97	10.49	16.833	14.484	13.753	13.229	12.830	13.972	0.34	13.857	3.40
Max.		49.00	53.00	48.80	18.46	1.225	1.125	1.150	1.275	1.325	1.220	93.34	1.321	71.56
Mín.		30.00	37.00	33.20	13.83	0.750	0.775	0.800	0.900	0.925	0.830	92.34	0.899	64.99

Anexo 30. Consumo de alimento en llamas postdestete bajo condiciones de pastoreo

N°	Arete	Inicial		Peso corporal		Promedio general		Energía Metabolizable (EM)		Total, de alimento consumido, IMS			
		kg	kg	kg	kg	W _{kg} ^{0.75}	TMC	EM (animal)	EM (pasto)	IMF	IMS		
							Kcal/día	Kcal/día	Kcal/Kg MS	kg/día	%	kg/día	g/W _{kg} ^{0.75} /día
1	1941	39.00	41.00	39.60	15.79	118.07	1863.83	2100.00	0.888	92.34	0.961	60.89	
2	1990	43.00	42.00	42.20	16.56	118.07	1954.88	2100.00	0.931	92.34	1.008	60.89	
3	1920	32.00	33.00	33.00	13.77	118.07	1625.63	2100.00	0.774	92.34	0.838	60.89	
4	1801	41.00	42.00	41.20	16.26	118.07	1920.03	2100.00	0.914	92.34	0.990	60.89	
5	1982	42.00	43.00	41.80	16.44	118.07	1940.96	2100.00	0.924	92.34	1.001	60.89	
6	1925	41.00	42.00	40.80	16.14	118.07	1906.03	2100.00	0.908	92.34	0.983	60.89	
7	1976	36.00	35.00	35.20	14.45	118.07	1706.25	2100.00	0.812	92.34	0.880	60.89	
8	1868	34.00	35.00	35.40	14.51	118.07	1713.51	2100.00	0.816	92.34	0.884	60.89	
9	1817	39.00	41.00	40.00	15.91	118.07	1877.93	2100.00	0.894	92.34	0.968	60.89	
10	1397	36.00	36.00	35.80	14.64	118.07	1728.02	2100.00	0.823	93.34	0.882	60.23	
Suma		383.00	390.00	385.00	154.46	1180.69	18237.07	21000.03	8.684	924.40	9.395	608.22	
Promedio		38.30	39.00	38.50	15.45	118.07	1823.71	2100.00	0.868	92.44	0.940	60.82	
Desv. Est.		3.65	3.77	3.31	1.00	0.00	118.27	0.00	0.056	0.32	0.062	0.21	
CV, %		9.54	9.67	8.60	6.49	0.00	6.49	0.00	6.485	0.34	6.590	0.34	
Max.		43.00	43.00	42.20	16.56	118.07	1954.88	2100.00	0.931	93.34	1.008	60.89	
Mín.		32.00	33.00	33.00	13.77	118.07	1625.63	2100.00	0.774	92.34	0.838	60.23	

TMC: Tasa metabólica de campo; EM: Energía Metabolizable

Panel fotográfico para cada procedimiento metodológico

Anexo 31. Selección de los animales de las instalaciones del INIA – Quimsachata, Puno



Figura 3. Selección de llamas



Figura 4. Llamas en pastoreo

Anexo 32. Insumos alimenticios para preparar las dietas experimentales



Figura 5. Avena forrajera



Figura 6. Traslado de avena forrajera

Anexo 33. Preparación del alimento pelletizado



Figura 7. Molienda de insumos



Figura 8. Colección de alimento molido



Figura 9. Pesado de insumo según fórmula



Figura 10. Homogenización de la mezcla



Figura 11. Adición de agua a la mezcla



Figura 12. Pelletización de insumos



Figura 13. Secado y oreado de pellets



Figura 14. Conservación y rotulado de pellets



Figura 18. Fase de acostumbramiento de animales



Figura 19. Clasificación y pesado de animales



Figura 15. Alimentación de llamas



Figura 16. Vista panorámica del experimento

Anexo 34. Determinación de la ganancia de peso y consumo de alimento en llamas posdestete



Figura 17. Consumo de alimento peletizado



Figura 18. Evolución de la ganancia de peso



Figura 19. Amilanes del grupo control



Figura 20. Llamas al pastoreo



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo LUIS EDUARDO CAJIA ALIAGA,
identificado con DNI 41350575 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" EFEECTO DEL NIVEL DE PROTEINA DEL ALIMENTO
PELETIZADO EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO
DE ALIMENTO EN IJAMAS POSDESTETE. "

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 19 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



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

Por el presente documento, Yo LUIS EDUARDO CAJIA ALIAGA,
identificado con DNI 47350575 en mi condición de egresado de:

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

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ EFFECTO DEL NIVEL DE PROTEINA DEL ALIMENTO
DELETIZADO EN LA GANANCIA DE PESO Y CONSUMO DE
ALIMENTO EN HEMAS POSDEJETE ”

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

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

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

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

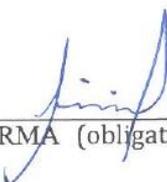
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de DICIEMBRE del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella