

I. TÍTULO

EFFECTO DE SUPLEMENTACION DE ENSILADO AVENA SOBRE EL CONSUMO, CONVERSION, EFICIENCIA ALIMENTICIA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE FIBRA EN ULTIMO TERCIO DE GESTACION EN ALPACAS SURI (*Vicugna pacos*)

II. RESUMEN

El trabajo de investigación se realizará en el Centro Experimental Chuquibambilla de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional del Altiplano - Puno. Los objetivos a evaluar serán el efecto de la suplementación alimenticia sobre la composición química de forrajes (CQF), consumo de materia seca (CSM), ganancias de peso vivo (GPV), la conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA) y características físicas de fibra (CF). La experimentación se desarrollará bajo dos tratamientos: suplementación con ensilado de avena forrajera en cantidad de 30% del requerimiento de 1.8% de peso vivo + pastoreo en pastizales (T1) y pastoreo solo en pastizales (T2), en el último tercio de gestación de las alpacas suri. El manejo del T1, suministro de ensilado de avena forrajera será 2 horas en las mañanas de 7 y 9 horas y pastoreo en pastizales serán 7 horas: 9 a 16 horas. En T2 las alpacas pastorearan pastizales 9 horas: 7 a 16 horas. El periodo experimental será 120 días, desde 7 de octubre de 2021 hasta 15 de enero de 2022. Para el estudio se seleccionarán un total de 60 alpacas Suri de baja condición corporal en peso vivo, preñadas en el último tercio de gestación. Las 30 alpacas se experimentarán con el T1 y otras 30 alpacas con el T2. El registro de: disponibilidad de pastizales, muestreo de forrajes de pastizales y ensilado, peso vivo serán al inicio y cada mes, consumo de ensilado será cada día. El consumo de pastizales se estimará en base al peso vivo de las alpacas. El análisis de los componentes químicos de los forrajes se realizará en el laboratorio de nutrición de FMVZ, el muestreo y análisis de fibra serán al inicio y final del experimento. Los datos de las variables del experimento serán analizados mediante la prueba "t de Students".

III. PALABRAS CLAVES (Keywords)

Alpaca, suplemento, ensilado avena, gestación, fibra.

IV. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Realmente los Camélidos Sudamericanos domésticos (alpaca y llama) son aquellos animales de carácter andino y viven en los andes peruanos. Solo se ha estudiado la comercialización de las llamas y las alpacas y sus derivados como: carne, fibra, otros; y muy escasamente se ha estudiado sobre la suplementación de forrajes conservados con el ensilado de avena forrajera en momentos críticos de la reproducción, como es el último tercio de la gestación. Igualmente promover la producción de este sector pecuario es diversificar la producción, con ello también se está promoviendo el desarrollo de la artesanía industrial, el comercio de carne, ello

coadyuvaría el desarrollo de la sierra y en las zonas altoandinas peruanos. Estos animales originarios del Perú no debemos perderlo de vista, no solo porque tiene un valor sentimental-histórico; también tiene un valor económico real actual, pues la producción de fibra de alpacas sirve para la artesanía y la industria, pero también para la alimentación, no solo de los campesinos sino también de la población urbana. Nuestro estudio también tiene una justificación práctica, porque está relacionada directamente con la economía y con la sociedad. Este trabajo de investigación se aplicará en la realidad económica de las familias, el desarrollo de la comercialización de los Camélidos sudamericanos domésticos (llamas y alpacas) va directamente relacionada con la alimentación de las familias de las zonas más deprimidas (económicamente) de la sociedad. Esta investigación se justifica porque es aplicable al trabajo de campo de personas de comunidades campesinas en la buena alimentación y nutrición de las alpacas. Se trabaja sobre “alpacas” que mediante estudios especializados se puede mejorar la producción o cría, mejorando suministrar la cantidad y calidad de forrajes y sus nutrientes en base a sus requerimientos nutricionales y manejo, todo en beneficio del desarrollo de la Industria artesanal y también porque sirve para la alimentación de las personas como carne que contiene bajos niveles de colesterol y alta concentración de proteína total de alto valor biológico y nutricional.

V. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Los Camélidos Sudamericanos.

Los camélidos sudamericanos (CSA) constituyen una de las actividades productivas y económicas más importantes en la zona alto andina. Su crianza se concentra mayormente en comunidades campesinas, realizándose de manera extensiva, donde la alimentación se basa casi exclusivamente en el pastoreo de la vegetación natural (San Martín, 1996).

La cantidad y calidad nutritiva de las pasturas están influenciadas por una marcada estacionalidad de lluvias. En esas condiciones, la estimación del consumo voluntario de alimento es esencial para formular una dieta que cubra los requerimientos del animal y, en el caso de animales al pastoreo, calcular la disponibilidad del recurso forrajero. De esta manera, el consumo se convierte en uno de los índices más importantes para el buen desempeño productivo del animal (Bustinza, 2001; Chamberlain y Wilkinson, 2002).

Los CSA están anatómicamente y fisiológicamente adaptados para utilizar eficientemente el recurso alimenticio en pastizales alto andinos en comparación con otros rumiantes europeos domésticos. Así mismo se distingue claramente, en función de la disponibilidad de forraje y las etapas productivas de los CSA, dos fases críticas alimenticias: el destete y el último tercio de gestación. Por último, se señalan como alternativas alimentarias el uso de pastos cultivados como suplemento y el tratamiento con urea a las especies de pastizales nativos fibrosos, para mejorar su potencial alimenticio. (San Martín, 1994).

Los camélidos domésticos, las alpacas y principalmente las llamas aprovechan mejor

los forrajes de los pastizales fibrosos o de los pajonales de los altos andes, que los rumiantes del viejo mundo (San Martín, 1994, Bautista, 2009).

Así se tiene, el mayor tiempo de retención del alimento, el pasaje más rápido de agua en el estómago (San Martín, 1987), el mayor volumen de saliva deglutida (Owens e Isaacson, 1977), la mayor frecuencia de ciclos de rumia y en la mayor concentración de NH₃ en los compartimentos 1 y 2 (Hinderer y von, Engelhardt, 1975; von Engelhardt y Schneider, 1977). El consumo de forraje de estos animales, según el NRC (2007). Se encuentra entre 1.4 a 2.8% del peso vivo, en tanto que San Martín (1987) refiere rangos que van de 1.08 a 2.3% con un promedio de 1.8% del peso vivo. Estos consumos representan el 74% de nivel de consumo al pastoreo en comparación al del ovino (San Martín, 1987).

Alimentación en alpacas

La disponibilidad de materia seca y el valor nutricional de la pastura determina la calidad de alimentación en alpacas así en los meses de agosto a diciembre encontramos pastos en estado fenológico de dormancia (pastos de baja calidad y cantidad) con proteína limitante y en época de lluvias pastos en crecimiento (pastos verdes de alta calidad, pero limitada cantidad) con restricciones de energía y proteína, de esta manera proporcionar suplementos a los animales en pastoreo es una forma de compensar la falta de forraje de buena calidad y optimizar el uso de nutrientes de la pastura. (Callo & Linares, 2015). (Pezo & Skarpe, 2009) Estos estados fenológicos de las pasturas recaen en periodos críticos para las alpacas (último tercio de gestación y destete), donde los requerimientos nutricionales son difícilmente satisfechos, repercutiendo en una menor producción de leche en animales en lactación o una ganancia diaria lenta en animales de crecimiento, mientras tanto la respuesta inmune disminuye (Cebra et al., 2014) (Ticona, 2018).

Consumo de Forrajes en Alpacas

Los requerimientos de consumo de materia seca (MS kg/animal/día y en % de peso vivo) y nutrientes de los camélidos sudamericanos del nuevo mundo (Tablas 1 y 2) fueron publicados por el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de Norteamérica (NRC, 2007), por (Fowler M., 2010); los mismos fueron estimados a partir de los requerimientos de consumo de materia seca de los rumiantes del viejo mundo (ovinos, caprinos y bovinos de engorde).

Requerimientos nutritivos de Alpacas

Los CSA están bien adaptados a áreas donde la cantidad de forraje está limitada y los nutrientes se hallan altamente diluidos por carbohidratos estructurales que son difíciles de digerir. Estas características son propias del hábitat donde se originaron (Altiplano), en él hay largos períodos de sequía durante el año (normalmente en el año hay 4 meses secos) y son frecuentes ciclos de años secos. Bajo estas condiciones y debido a las características selectivas, reducido consumo, mayor tiempo de retención de la digesta en su tracto digestivo, además de estar fisiológicamente adaptadas para sobrevivir en zonas de gran altitud, los CSA son las especies mejor adaptadas para aprovechar la escasa y fibrosa vegetación de los

ecosistemas de montaña (San Martín y Bryant, 1987).

La información general sobre requerimientos nutritivos en alpacas y llamas es bastante reducida. Sólo se reportan tres trabajos para la estimación de los requerimientos energéticos para mantenimiento, dos en llamas (Schneider, Hauffe y Engelhardt, 1974; Carmean y otros, 1992) y una en alpacas (Flores, Guevara y Gómez, 1989), y un solo trabajo para los requerimientos de proteína en alpacas (Huasasquiche, 1974). Sin embargo, NRC (2007) y Fowler (2010) han estimado y publicado los requerimientos de los camélidos sudamericanos (Tabla 1 y 2) a partir de los datos de los requerimientos de ovinos, caprinos y bovinos de engorde, sin distinguir si es para alpacas o llamas y sobre estos requerimientos. Sobre el particular los autores, mencionan que aún es controversial y se necesitan los ajustes necesarios según las investigaciones experimentales posteriores a realizar sobre los requerimientos de nutrientes de alpacas y llamas.

Tabla 1. Requerimientos Nutritivos de los Camélidos Sudamericanos para crecimiento recomendado por la NRC, 2007

Peso corporal Kg	Ganancia de peso g/d	Concentración de energía en la dieta. Kcal/kg.	Consumo diario de materia seca		Necesidades de energía		Proteína Cruda g/d	Minerales	
			Kg	% PV	NDT kg/d	EM Mcal/d		Ca g/d	P g/d
40	50	2.39	0.64	1.59	0.42	1.52	70	2.6	1.4
	100	2.87	0.66	1.64	0.52	1.88	84	3.9	1.9
60	50	1.91	1.01	1.69	0.54	1.93	90	3.1	2.0
	100	2.39	0.96	1.60	0.64	2.30	104	4.3	2.3
	200	2.87	1.05	1.76	0.84	3.02	132	6.9	3.4
80	50	1.91	1.21	1.51	0.64	2.31	108	3.4	2.2
	100	1.91	1.40	1.75	0.74	2.67	122	4.9	2.9
	200	2.39	1.42	1.78	0.94	3.40	150	7.4	3.9
	300	2.87	1.44	1.80	1.14	4.12	179	9.8	4.8
100	50	1.91	1.39	1.39	0.74	2.67	125	3.7	2.5
	100	1.91	1.58	1.58	0.84	3.03	139	5.1	3.2

Fuente: NRC, 2007

Requerimiento nutricional en alpacas – último tercio de gestación.

La duración de la gestación en Camélidos es alrededor de 11,5 meses (Tabla 2). El desarrollo fetal en la alpaca muestra un crecimiento exponencial a partir de 7^o mes de gestación (210 d) lográndose durante este período un incremento de peso fetal del 70% del peso al nacimiento (San Martín, 1996). Aunque los requerimientos proteicos estimados son de 3.5g de proteína cruda/kg, en nitrógeno y proteína digerible las alpacas necesitan 0.38 y 2.38 g/kg PV.75, respectivamente. Este último valor de proteína digerida es inferior a los señalados para ovinos, vacunos y cabras 2.80g/kg PV.75 (Bustinza, 2001). Esta menor demanda proteica en CSA puede deberse, en cierto modo a la habilidad que poseen de reciclar y reutilizar el área

corporal para la formación de proteína microbiana con eficiencia extrema, sobre todo con pasturas de baja calidad (Fernandez & Baca, 1991)

Tabla 2. Requerimientos nutricionales para CSA durante la gestación

Peso vivo, kg	EM, Mcal/d	PC, g/d	NDT, kg/d	Ca, g/d	P, g/d	Vit A, UI/d
Octavo mes						
60	1,85	96	0,51	3,8	2,2	2730
80	2,33	119	0,65	4,2	2,5	3640
100	2,79	141	0,77	4,5	2,9	4550
120	3,24	161	0,90	4,8	3,2	5460
140	3,66	181	1,02	5,1	3,5	6370
Noveno mes						
60	2,16	117	0,60	3,7	2,1	2730
80	2,75	146	0,76	4,1	2,4	3640
100	3,32	172	0,92	4,9	3,2	4550
120	3,87	197	1,07	5,3	3,6	5460
140	4,40	221	1,22	5,7	4,0	6370
Décimo mes						
60	2,63	145	0,73	3,8	2,1	2730
80	3,34	180	0,93	4,4	2,8	3640
100	4,02	213	1,11	4,8	3,2	4550
120	4,68	244	1,30	5,2	3,5	5460
140	5,33	274	1,48	5,6	3,9	6370

(Fowler M. , 2010)

Alimentación con suplementos nutricionales

Es una buena alternativa la suplementación de los animales, favorece la fermentación ruminal, al absorberse una mayor cantidad de proteína, sin embargo cuando esta es excesiva, no todo el amoníaco producido en el rumen puede ser convertido a proteína microbiana, este exceso de amoníaco se absorbe por la pared del rumen y es transportada por el sistema venoso portal al hígado para su desintoxicación en urea, que al ser liberada en la sangre, puede seguir dos procesos: volver al rumen a través de la saliva, por la pared del rumen o excretarse en la orina por los riñones. Cuando la urea vuelve al rumen reconvertida en amoníaco puede servir como una fuente de nitrógeno para el crecimiento bacteriano, en cambio la urea excretada en la orina se pierde (Garriz, 2002; Van Saun, 2006; Rodríguez, 2007) Por el contrario, en dietas con bajo aporte de proteína en camélidos se produce una alta actividad ureolítica de las bacterias unidas a la pared ruminal y se supone que es uno de los mecanismos adaptativos para aumentar la entrada de urea sanguínea en el rumen a través de la pared ruminal (Patra et al., 2018) utilizando la proteína con un 85% de eficacia en el tracto digestivo y excretándose en menor cantidad por la orina en comparación a las alimentadas con mayor proteína 17.

Alimentación en alpacas gestantes

La gestación en la alpaca dura aproximadamente once meses y medio, durante los primeros dos tercios la alpaca no presenta un incremento marcado de sus requerimientos alimenticios; en el último tercio de gestación se requiere incrementar los requerimientos nutricionales para el crecimiento del feto. El incremento de feto, placenta y fluidos dentro del útero ocupan un mayor espacio abdominal reduciendo la capacidad de consumo de alimento de la alpaca. La combinación del incremento de requerimientos y la reducida capacidad abdominal resalta la necesidad de aumentar la calidad del alimento en estado de avanzada gestación. Una alimentación adecuada en el último tercio de gestación, según (Cooper & Blake, 2013), logra crías más sanas, con mejor relación de crecimiento secundario a folículo primario, con crecimiento adecuado en su edad potencial para el apareamiento y madres con nivel creciente de nutrición para su próximo apareamiento. Siendo un inconveniente que haya nacimientos de crías más grandes en alpacas pequeñas por lo que se requiere cierta asistencia para el parto, aunque algunas alpacas tienden a adelantar el parto si la cría está lista, antes de tiempo. (Quichua, 2020.)

Periodos Críticos en la crianza de alpacas - Último tercio de gestación.

En ambiente nativo agreste donde existe forrajes de baja calidad durante una porción significativa del año. Unos de los periodos críticos considerados por varios autores es el último tercio de gestación, es crítico debido a que coincide con el periodo de transición entre la época seca y el inicio de lluvias donde la oferta alimenticia es mermada por factores climáticos y de medio ambiente, estos pastizales no ofrecen la cantidad adecuada de proteína en la dieta por lo que el animal debe hacer catabolismo de sus reservas para suplir sus requerimientos. Esto afecta el crecimiento fetal pues es en este periodo donde el feto termina su crecimiento lo que puede repercutir en el peso al nacimiento. Por otro lado, hace varios años se ha determinado que el fósforo es el mineral más deficiente a lo largo de las explotaciones de alpacas, dada la participación del fósforo en innumerables procesos metabólicos puede estar afectando también el buen desempeño productivo y reproductivo en alpacas en este periodo. Algunos estudios en alpacas criadas en su hábitat natural muestran una estacionalidad reproductora que se extiende de diciembre a marzo; esta época coincide con los meses más abrigados del año, lluviosos y con abundancia de forraje verde. (Guevara & Quiñones, 2018).

Peso al nacimiento de crías de alpaca.

Aunque el peso de las crías esté relacionado con el tamaño y factor genético y está ligado estrechamente al estado nutricional y la edad de la madre, así las crías más pesadas (9 kg) nacen de madres de 8 a 9 años de edad y por otro lado madres de 3 a 7 años de edad tienen crías de 7 a 8 kg. (Bravo et al., 2017). De esta manera las altas demandas nutricionales en la última etapa de gestación sumadas al déficit de la oferta de alimento, ocasionan un pobre desarrollo del feto que se traduce en bajos pesos al nacimiento de la cría. Así, los pesos al nacimiento de aquéllos nacidos en el mes de enero (inicio de época de lluvia) son inferiores a los nacidos en el mes de

abril (fin de época de lluvia) obteniendo en enero pesos de 6,7 kg febrero, 6.9kg, marzo 7.3 kg, (Riquelme, 2017) en un estudio en el CIP Quimsachata comparó el peso vivo al nacimiento de las crías según la condición de la madre y las crías de madres primerizas pensaban de 5.11 kg, este peso es inferior a las crías de madres multíparas (5.77 kg) datos inferiores fueron hallados por Ameghino con pesos vivos al nacimiento en crías de madres primerizas de 6.60 kg, respecto a las crías de madres adultas éstas alcanzan 7.82 kg, esta diferencia puede ser debido al lugar de la investigación y la zona agroecológica de puna húmeda (Ameghino, 1991) estos datos concluyen que el mayor peso vivo se debe a una sobrealimentación de las madres. Huanca et al. (2007) encontró el peso vivo al nacimiento en alpacas de 6.3 kg en crías hembras y 6.4 kg en crías machos y en otro estudio en el INIA Quimsachata, se encontró el promedio de peso vivo al nacimiento en alpacas de 6.3 ± 0.99 kg y 6.4 ± 1.03 kg, para crías hembras y machos respectivamente. No existiendo diferencia estadística significativa entre promedios de ambos sexos ($p \geq 0.05$). 18 Las crías nacidas pertenecientes a madres de partos múltiples o multíparas tuvieron pesos de 8.09 kg., comparados con las crías de madres primerizas que nacieron con pesos de 7.49 kg., ($P \leq 0.05$). Respecto al sexo de la cría, los machos alcanzaron pesos de 8.08 ± 0.90 kg y las hembras tuvieron peso al nacimiento de 7.98 ± 0.94 kg ($P \geq 0.05$) (Ajahuana, 2019) 2.2.3. Peso de las alpacas madres a la parición Rosadio (2014) evaluó el impacto de la alimentación (heno de alfalfa y concentrado comercial) en 175 alpacas de ambos sexos durante un periodo de dos meses en Tacna, Perú. La ganancia de peso fue de: 3,3 y 7 kg para hembras y 4.4 hasta 6.6 kg en machos. Este notable aumento en el peso corporal ocurrido en 60 días muestra una rápida recuperación física de los animales en condiciones de crianza intensiva. San Martín (1996) en otro estudio, correlaciona el efecto del medio ambiente, y el peso de las madres sobre el de las crías nacidas. Así madres con pesos de 57.8 kg, tenían crías de 7.2 kg de peso vivo en el mes de enero y las nacidas en marzo que tuvieron pesos mayores de 63.2 para madres y 7.9 para crías.

Composición Química de Forrajes – Alimentos

Análisis químico. En los alimentos, los sobrantes y las heces se realizó análisis de materia seca (MS), proteína bruta (PB), extracto etéreo (EE), cenizas (MI), energía bruta (EB), y fibra en detergente neutro (FDN), corregida para proteína (FDNp). Los carbohidratos totales fueron obtenidos por la ecuación $CHOt = 100 - (\%PB + \%EE + \%MI)$, y los carbohidratos no estructurales (CNE) por la diferencia $CHOt$. El análisis de fibra en detergente ácido (FDA) (13) y de lignina efectuó únicamente en los alimentos. En los residuos de incubación in vitro sólo se determinó el contenido de MS y de MI.

Determinación de energía Total de Forrajes – Alimentos

La valoración energética de los forrajes o alimentos, para satisfacer las necesidades energéticas de los animales es el mayor coste ligado a la alimentación de los animales. Incluso en las fases no productivas, los animales necesitan energía para mantener las funciones fisiológicas, conservar la temperatura corporal estable y

mantener la actividad muscular. Adicionalmente, los animales necesitan energía para sus producciones: crecimiento y engorde, reproducción, lactación y trabajo.

Determinación de Energía Bruta (EB) o el equivalente de la determinación del total de nutrientes digestibles (TND).

El contenido de EB o el NDT de los alimentos fue determinado a través de cinco métodos (MET) diferentes:

- 1. Por el método convencional a partir de la Determinación de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) (Met. 1).** El TND fue estimado a partir de la ecuación: $TND (\%) = (PBD + CNED + FDNpD + 2.25 * EED) / 100$, donde PBD = proteína bruta digestible, CNED = carbohidratos no estructurales digestibles, FDNpD = fibra en detergente neutro digestible corregida para proteína y EED = extracto etéreo digestible.
- 2. Por el método calorimétrico a partir de valores de combustión cuantificados directamente en bomba calorimétrica (Met.2).** Los coeficientes de digestibilidad de la energía fueron multiplicados por un factor de ajuste (F), calculado como $F = (MO / 100) * (100 + (EE * 2.25) - EE) / 100$, donde MO = porcentaje de materia orgánica en la ración y EE = porcentaje de EE en la materia orgánica. Los coeficientes de digestibilidad de la energía correspondieron a la energía digestible (ED), expresada como porcentaje del contenido de energía bruta (EB), y fueron determinados a partir de la cuantificación del contenido de EB en alimentos, los sobranes y las heces, mediante el uso de la bomba calorimétrica.
- 3. Por el método calorimétrico a partir de calores de combustión predefinidos, sin empleo de la bomba calorimétrica (MET 3).** Partiendo del mismo procedimiento indicado en el MET 2, la única variante consistió en la estimación del contenido de EB de los alimentos, los sobranes y las heces usando calores de combustión predefinidos para los nutrientes orgánicos, sin empleo directo de la bomba calorimétrica. Para PB, EE, FDNp y CNE, los calores de combustión correspondieron a 5.65, 9.40, 4.25 y 4.15 Kcal/g, respectivamente.
- 4. A partir de la digestibilidad de la materia orgánica (MET 4).** El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica (MO) fue multiplicado por el factor de ajuste F previamente descrito en el MET 2.
- 5. Por medio del modelo multicompartimental NRC (MET 5).** A partir de la descripción química de los alimentos, el TND fue calculado como $TND_{1x} (\%) = dvCNE + dvPB + (dvAG * 2.25) + dvFDN - 7$, siendo 7 el valor correspondiente a las pérdidas metabólicas fecales y la digestibilidad verdadera (dv) de cada una de las fracciones, que fue encontrada desde las siguientes ecuaciones: $dvCNE = 0.98 * [100 - (FDN - PIDN) - PB - MI - EE] * PAF$ $dvPB$ para forrajes = $PB * \exp [-1.2 * (PIDA / PB)]$ $dvPB$ para concentrados = $[1 - (0.4 * (PIDA / PB))] * PB$ $dvAG = AG$, determinados como $(EE - 1)$ $dvFDN = 0.75 * (FDNN - Lignina) * (1 - (Lignina / FDN_N)^{0.667})$ Donde PIND y PIDA = proteína insoluble en detergente neutro y ácido, respectivamente; $FDN_N = FDN$ libre de nitrógeno, PAF = factor de ajuste por

procesamiento, correspondiente a 1 para grano molido. Todas las variables contempladas en la ecuación estuvieron expresadas como porcentaje de la materia seca.

A partir de la digestibilidad in vivo de la ración total fue calculado el TND conforme los cuatro primeros métodos (MET 1, MET 2, MET 3 y MET 4). Desde el análisis in vitro de los alimentos, esto es, ensayo de Tilley y Terry y descripción química incorporada al modelo multicompartimental del NRC (4), la determinación del TND (%) se realizó conforme MET 4 y MET 5, respectivamente.

Estimación del valor calórico del TND.

El valor calórico (VC) del TND estimado por los diferentes métodos, con base en los resultados de digestibilidad in vivo, fue calculado a partir de la relación propuesta por Crampton et al: $VC \text{ (Mcal ED/Kg TND)} = [\text{ED del alimento (Mcal/ Kg MS)/TND (\%)}] * 100$

ENERGÍA DIGESTIBLE

Una vez que un alimento es consumido y sufre los procesos de degradación gastrointestinal, se elimina el residuo en las heces. Si al valor de EB se le resta la energía contenida en las heces, se obtiene el valor de la energía digestible (ED), que es un mejor indicador de la energía disponible para el animal. Se mide a través de un experimento de digestibilidad convencional in vivo por el método de colección fecal total. Se puede considerar que la ED y el NDT de un alimento son equivalentes. La inter conversión de ED a NDT se hace considerando 44 Kcal de ED por gramo de NDT (Mora, 2002). La ED de un alimento es la porción de la EB que no se excreta con las heces y se determina a partir de NDT, utilizando el valor 4,4 Kcal por gramo de NDT (NRC, 2001) obtenidos por digestibilidad y aplicados en la ecuación. La ventaja de ED radica en la facilidad de su medición. Su desventaja es que sobrestima la energía de los forrajes fibrosos (henos y pajas).

DIGESTIBILIDAD DE LOS ALIMENTOS

La digestibilidad se define como la proporción de un alimento que no es excretado con las heces y que se supone por lo tanto que ha sido absorbida. Por lo general se representa por el llamado coeficiente de digestibilidad o coeficiente de utilización digestiva (CUD) que se expresa en porcentajes de materia seca.

CONSUMO DE MATERIA SECA

El consumo promedio de materia seca (CMS) para alpaca y llama es de 1.8% y 2.0% del peso vivo, respectivamente. Tanto en condiciones de estabulación y pastoreo, el consumo de MS para alpaca y llama es aproximadamente 30% inferior al del ovino. Estudios sobre consumo, y tolerancia a la restricción de agua indican que el consumo de agua es menor en alpacas y llamas en comparación con el ovino. En alpacas en pastoreo se reportan valores de CMS entre 42 y 60 g MS/Kg PV para diferentes composiciones de pradera natural andina (San Martín, 1988).

El consumo de materia seca, es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción, puesto que define la cantidad disponible de nutrientes para el animal; su

medición requiere un exceso de alimento por parte del animal; su importancia practica radica en la prevención de la subalimentación o la sobrealimentación (NRC, 2001).

ENERGIA BRUTA

La energía bruta (EB) es la cantidad total de calor que libera un alimento cuando se oxida completamente a dióxido de carbono y agua. Se mide con una bomba calorimétrica o a través de la composición química asumiendo valores calóricos para proteína, para grasa, para fibra cruda y para extracto libre de nitrógeno (Nehring y Haenlein, 1973). Como tal la energía bruta no tiene un valor practico puesto que no representa la energía realmente disponible para el animal (Cañas, 1999).

ENSILADO

Buxade (1995), define al ensilado como un método de conservación de forrajes (u otros alimentos), con un elevado contenido de humedad, protegido del aire, de la luz y de la humedad exterior, con un mínimo de pérdidas en materia seca y en valor nutritivo, con buena palatabilidad y sin productos tóxicos para los animales.

Cañas (1998), refiere que el ensilado es el alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo que se logra por medio de la formación o la adición de ácidos y por todas las especies ya sean forrajeras o no, que son aptas para ser ensiladas, hay varios factores que afectan la utilización del ensilado, pero estas deben visualizarse en términos de producción que se obtienen cuando forma parte de la ración de los animales.

Filippi (2011), el ensilado, es un alimento que resulta de la fermentación anaeróbica de un material vegetal húmedo mediante la formación de ácido láctico, para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año.

Choque (2005), considera que, el ensilaje es el método de conservación de pastos y forrajes por medio de una fermentación anaeróbica de la masa forrajera en un depósito llamado silo, que permite mantener durante periodos prolongados de tiempo, la calidad que tenía el forraje en el momento de corte. En este lugar se producen procesos bioquímicos, se manifiestan diversas en la respiración y fermentación debidas tanto a las bacterias como a enzimas que están presentes en el follaje.

Miranda (2005), indica que el ensilaje es una técnica que tiene por finalidad conservar los forrajes por medio de la fermentación en una forma muy similar al que poseen cuando están frescos. El forraje verde cortado y picado es colocado en un silo o almacén. El ensilado resulta de la fermentación en una cantidad más o menos grande de forraje amontado, comprimido y expulsado de aire.

El ensilado por ser bastante rica en agua, se ha dicho a veces que es una "conserva de verdura" y por ende es el único sistema de conservación que contiene bastante humedad entre 60-75% (Choque,2005).

VALOR NUTRITIVO DE ENSILADO

Calidad Física y Química del Ensilado

Ruiz y Tapia (1987), indica que, la calidad del ensilado está relacionado íntimamente al valor nutritivo que posee el mismo, pero se debe tener en cuenta que el ensilado nunca ser mejor en calidad, que en forraje verde. Astorga (1988), indica que, para juzgar la calidad de un ensilado, es necesario conocer los análisis físicos y químicos; dentro de los análisis físicos se tendrá que ver: el color, sabor y olor.

Color

En buen ensilado, tendrá color verde tostado, amarillo verdoso, café verdoso.

Sabor

Un buen ensilado, posee un sabor agradable y ligeramente agrio.

Olor

Un buen ensilado, tiene olor aromático a fruta, ácido poco penetrante.

Las características químicas que debe poseer un ensilado de buena calidad son:

- Contenido de materia seca, superior o igual al 30 %.
- Contenido de ácido láctico superior al 3 % del peso del producto fresco.
- Contenido de ácido acético inferior al 0.5 % del peso del producto fresco.
- Contenido de ácido butírico inferior al 0.3 % del peso del producto fresco.
- pH inferior a 4.5. - relación nitrógeno amoniacal total, menor al 10 %.

Argote y Miranda (1996), sostienen que, la calidad del silaje es una medida de la eficacia del proceso de fermentación, del contenido de sustancias nutritivas y de la aceptabilidad del ganado, por lo que se debe tener en cuenta las siguientes características de un buen ensilaje:

- Color: Verde intenso o verde amarillento.
- Olor: Olor agradable no muy fuerte.
- Acidez: pH menor a 4.5 el ácido láctico es deseable.
- Textura: Suave y uniforme
- Humedad: De 65 y 75 %.

PARAMETROS DE EVALUACIÓN EN CALIDAD QUIMICA

Humedad y Materia Seca

CAÑAS (1998), manifiesta que, la humedad indica el contenido de agua de un alimento y se mide como la pérdida de peso que sufre después de someterlo a algunas técnicas de secado. El residuo después de extraer el agua es la materia seca. Los nutrientes de un alimento se calculan porcentualmente, en función del contenido de materia seca y su función radica en que los rumiantes regulan el consumo básicamente por el contenido de materia seca. Por otra parte la materia

seca es un factor decisivo para determinar el grado de conservabilidad de un alimento a mayor humedad hay mayor propensión a ser contaminados por hongos y bacterias.

Proteína total

Cañas (1998), indica que, la medición directa del contenido de proteína en un alimento, por medios químicos es irrealizable. Por esto la determinación de proteína total de un alimento se basa en la medición de contenidos de nitrógeno de la muestra, aspecto que se basa, de que este elemento en una proteína es poco variable y alrededor del 16%. unque en general se utiliza 6.25 es posible usar otros factores cuando la relación entre la proteína y el nitrógeno es conocida por ejemplo en la leche es 1.0% de nitrógeno y de la proteína es de 15.8% por lo que se debe emplear el factor de 6.33.

Fibra detergente neutra

Wattlaux (2002), indica que es, un procedimiento más reciente es la determinación de fibra detergente neutra (FDN) en el laboratorio, el que ofrece un cálculo más preciso del total de fibra en un alimento la FDN incluye celulosa, hemicelulosa y lignina. CAÑAS (1998), da a conocer que, la fibra detergente neutra se correlaciona negativamente con el consumo de materia seca, cuando aumenta la FDN el consumo del forraje disminuye. Con este valor se puede predecir mejor el consumo de materia seca y por tanto formular raciones mejores.

El ensilado tuvo mayor rentabilidad con 157.90 %, el heno tuvo menor rentabilidad de 132.42 %; y en relación B/C el ensilado tuvo S/. 2.58; mientras que el heno tuvo una relación B/C de S/. 2.32. En las características físicas, se ha observado que el ensilado de avena tuvo mejor calidad calificado como “Bueno”, mientras que el heno de avena, fue calificado como “Regular”. En características químicas el ensilado tuvo 78.89 % de humedad, materia seca 23.11 %, proteína 11.92 % y FDN 61.30 %. Mientras que el heno tuvo 7.61 % de humedad, materia seca 93.39 %, proteína 10.45 % y FDN 60.04 %. En palatabilidad se observó diferencias estadísticas entre métodos de conservación de forraje, en donde la mayor preferencia por el ensilado 97.61 %, mientras que el heno tuvo 90.93 %. No hubo diferencias estadísticas entre categorías de vacas, asumiendo similar palatabilidad (Quispe, 2021).

FACTORES QUE AFECTAN LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA FIBRA

Los factores que influyen en la cantidad y la calidad de fibra en camélidos sudamericanos se clasifican en factores medioambientales externos y factores genéticos o internos. Los factores externos que modifican la calidad de producción de fibra en alpacas son la alimentación (Russel y Redden, 1997), el sitio geográfico o lugar de pastoreo (Quispe et al., 2009a). La altitud no ejerce no influye ni sobre la cantidad ni calidad de fibra (Braga et al., 2007). Entre los factores internos que afectan el diámetro de fibra y peso de vellón resaltan el sexo, la edad (Quispe et al., 2009a), la raza (Cervantes et al., 2010), sanidad, estado fisiológico (Franco y San Martín, 2007), condición corporal (Carhuapoma et al., 2009.) y color de vellón (McGregor y Butler, 2004; Renieri et al., 2007; Oria et al., 2009).

Efecto del sexo

Existen discrepancias sobre el efecto del sexo en el diámetro de la fibra, pues

algunos investigadores como Morante et al. (2009), Quispe et al. (2009a) y Montes et al. (2008), han encontrado que los machos tienen fibras más finas que las hembras debido a que los criadores realizan una selección de machos mucho más minuciosa e intensa que las hembras. Otros como Aylan-Parker y McGregor (2002) y Lupton et al. (2006) han reportado lo contrario, debido probablemente a que las hembras priorizan el uso de los aminoácidos ingeridos hacia la producción (preñez y lactación) en vez del abastecimiento del bulbo piloso para su excreción como fibra (Adams y Cronje, 2003). Sin embargo, Bustinza (1984), Wuliji y Quispe E., et al. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7 (1) 2013: 1-29 et al. (2000) y McGregor y Butler (2004) consideran que no existe efecto del sexo sobre el diámetro de fibra.

Efecto de la alimentación

El crecimiento de la lana es muy sensible a los niveles de energía y de proteína ingeridos por los animales. En trabajos realizados en alpacas Russel y Redden (1997), Franco y San Martín (2007) y Franco et al. (2009) cuando suplementaron dietas con bajo contenido nutricional, encontraron que la producción de fibra disminuye debido a la disminución de la tasa de crecimiento y del diámetro de la fibra, observándose también que estos animales producen fibras más finas.

Efecto del estado fisiológico

Franco y San Martín (2007), refieren que en alpacas la gestación y la lactación causan disminución de la producción de fibra en un 17%.

CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA FIBRA

El vellón alpaca. Comprende al vellón propiamente dicho y las bragas. Gallegos R. (2012)

Longitud de mecha

El término longitud se refiere a la medida de la mecha desde la base (al ras de la piel) hasta la parte final (punta de lápiz) de las fibras en promedio, tanto la longitud de mecha y de fibra juegan un rol importante como factor de calidad, ya que en base a estas características se realiza la categorización y la clasificación de fibra. (Bustinza, 2000)

Diámetro de fibra.

Es el grosor denominado como diámetro expresado en mirones, es uno de los factores más importantes en la clasificación de la misma, porque determina el precio del vellón en el mercado, a pesar de que la comercialización se realiza por peso, aunque se otorgan incentivos por finura de vellón (De Los Ríos, 2006)

Factor confort

Se define como el porcentaje de las fibras menores de 30 μm que tiene un vellón y se conoce también como factor de comodidad. Si más del 5% de fibras son mayores a 30 μm , entonces el tejido resulta ser no confortable para su uso por la picazón en la piel que siente el consumidor.

Índice de curvatura

Es una característica textil adicional que puede ser utilizado para describir la propiedad especial de una masa de fibras del vellón. Esta propiedad, que es común a todas las fibras textiles, es de interés para los fabricantes de alfombras y prendas de vestir.

VI. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

El estudio con la suplementación alimenticia tendrá resultados positivos en las

variables a estudiar, en comparación con las alpacas testigo en el último tercio de gestación:

Tendrán mejores resultados en el consumo de forrajes, índices de conversión, eficiencia alimenticia, incremento de peso vivo al parto en madres y de las crías al nacimiento (g/animal/d) y cantidad y calidad de fibra de las madres hasta el parto.

VII. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de suplementación de ensilado avena sobre el consumo, conversión, eficiencia alimenticia y las características físicas de fibra en el último tercio de gestación en alpacas suri (*Vicugna pacos*).

VIII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la composición química de forrajes.

Evaluar el consumo de materia seca de forrajes

Cuantificar la ganancia de peso en madres y crías al nacimiento.

Determinar la conversión y eficiencia alimenticia.

Evaluar las características físicas de la fibra.

IX. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN:

Instalaciones

Las instalaciones de corral para la suplementación, estarán conformados por estructuras de paneles metálicos, con la implementación de sus respectivos comederos, donde se alimentarán con ensilado de avena al grupo de animales en experimentación.

Para la conservación de las muestras de suero sanguíneo se utilizarán el laboratorio disponible del centro.

Forrajes

En el Centro de Investigación Chuquibambilla de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UNA, Puno; existe la disponibilidad de forrajes en forma de:

- Pastos naturales en pie.
- Forraje conservado en forma de ensilado de avena forrajera.

Animales

Para el estudio se seleccionarán un total de 60 alpacas Suri de baja condición en peso vivo, preñadas en el último tercio de gestación (Tabla 3). De los cuales 30 alpacas serán para la suplementación con ensilado de avena más pastoreo en pastos naturales y 30 alpacas testigo solo para pastoreo en pastos naturales.

Tabla 3. Distribución de las alpacas Suri del grupo experimental y el grupo control.

Animales	Alimento - Forraje		Total
	DS + PN	PN	
Alpacas Suri	30	30	60

DS = Forraje suplementaria, PN = pastos naturales

Materiales y Equipos

Materiales para la instalación del comedero de las alpacas

- Paneles metálicos para corrales de suplementación alimenticia
- Tela de polipropileno de 1 x 18 metros para adecuar los comederos
- Cintas de madera de 6 unidades de 3 metros de largo c/u, para soporte delantera de la tela polipropileno a lo largo del comedero.
- Palos de eucalipto 21 unidades de 1 metro de largo c/u para soporte de las cintas de madera delantera de los comederos.
- Rafia y aguja
- Sacos de polipropileno para portar ensilado.

Materiales para el muestreo y análisis de pastizales y ensilaje de avena

- Cuadrante metálico de 0.25 o 1 m², para muestreo de forrajes en campo de pastoreo
- Hoz, para corte de forrajes.
- Bolsas para la colección de muestras
- Plumón para rotular las muestras
- Balanza digital
- Estufa

Materiales para el diagnóstico de preñez y peso

- Balanza de capacidad 200 kg, para pesaje de alpacas
- Ecógrafo
- Gel
- Jeringas de 5 ml

Registro de Peso Vivo de Alpacas

El registro de peso vivo de las alpacas seleccionadas será al inicio y cada 30 días experimentales, en ambos grupos de alpacas experimentales y el testigo, hasta el final del trabajo.

Diagnóstico de Tiempo de Gestación

La selección de alpacas preñadas serán los que se encuentran en el último tercio de gestación, el diagnóstico de tiempo de gestación de alpacas; será mediante ecografía transrectal hasta ubicar el feto. El procedimiento de identificación y registro del tiempo de gestación será minucioso, los mismos serán compatibilizados con las fechas de empadre y preñez. Dicho trabajo se realizará antes del inicio del experimento, el día 06 de octubre de 2021.

Rendimiento de Forrajes de Pastos Naturales

El rendimiento de materia verde (MV) y materia seca de forrajes de pastos naturales, se determinarán al inicio y cada mes hasta los 120 días experimentales; en cada parcela o área de pastoreo de las alpacas,

Calcular el rendimiento o la producción forrajera en un área determinada, con el fin de establecer el periodo de tiempo que puede durar un lote de animales pastoreando. También permite estimar o determinar la capacidad de carga de animales por hectárea (Arenas, 2011). Para realizar la producción de forraje en el área de pastoreo es necesario contar con:

Un marco o cuadrante de 0,50 m x 0,50 m = 0,25 m² para muestreo.

Hoz para cosechar forraje dentro del cuadrante.

Balanza manual o digital de capacidad 5 kg, para pesaje de forraje.

La producción o disponibilidad de forraje o aforos se realizan tomando el marco y lanzándolo mínimo 15 o 20 veces en cada una de las divisiones. El recorrido que se realiza para tomar el muestreo depende de la topografía de cada área, la mayoría de veces el recorrido se hace en zig-zag o en cruz dentro de un área o hectárea (Ha) de pastoreo. En cada uno de los lanzamientos se procede a cortar la muestra al ras del suelo. Los lanzamientos del marco se realizan cada 60 a 90 pasos. Una vez ejecutado el muestreo, se procede a pesar la muestra (el resultado siempre se da en gramos) y realizar los cálculos de la siguiente manera:

Metros cuadrados Totales = $0,25 \text{ m}^2 \times \text{N}^\circ$ de muestras.

$\text{Kg/MV/M}^2 = (\text{Peso de la muestra (gr)}/1000) / \text{metros cuadrados totales}$.

$\text{Kg/MV/Ha} = \text{Kg/FV/M}^2 \times 10000$.

Preparación de Muestras Pastos Naturales para Análisis Químico

Finalizado el proceso de recolección, las submuestras se mezclarán sobre un plástico limpio y seco, para homogeneizar y obtener una muestra compuesta de 400 a 600 g por parcela o potrero, tratando de mantener la relación original de tallo-hoja-inflorescencia (Cochran, 1993). Estas muestras serán depositadas y conservadas en bolsas de polietileno, eliminando todo el aire y cerrándola herméticamente (con nudo) con el fin de eliminar todo el oxígeno posible, luego se procederá a colocar la bolsa con la muestra y la etiqueta de identificación en otra bolsa cerrándola debidamente con nudo, luego manteniendo la muestra a temperatura de refrigeración hasta su arribo al laboratorio, para su análisis proximal, en donde se obtendrán los porcentajes (%) de: materia seca (MS), proteína total (PT), extracto etéreo (EE), ceniza total (CT) y glúcidos no fibrosos (GNF). Además, se analizará fibra detergente neutra (FDN) por el método de Van Soest.

El porcentaje de materia seca (% MS) del forraje es para estimar la producción de materia seca/hectárea. El resto de los componentes del forraje será de utilidad para interpretar la calidad del forraje de pastos naturales.

Protocolo de Muestreo para Ensilados y Análisis Químico

Materiales necesarios:

Dispositivos de muestreo como calador sonda.

Bolsas plásticas para muestras con cierre hermético.

Se recomienda colocar cada muestra en doble bolsa para minimizar el contacto con el oxígeno y su consecuente deterioro.

Procedimiento.

Forraje ensilado a analizar deberán tener como mínimo un mes de fermentación, con el objetivo de asegurar la maduración y la estabilización del forraje conservado.

Silos abiertos. En silos abiertos, se desechan los primeros 50 cm de producto, que se encuentran en contacto con el aire. Se deben tomar submuestras a tres alturas diferentes (ver Figura 1 del Anexo), evitando retirar porciones cercanas a la zona de los bordes y el piso, ya que pueden estar alteradas. Este procedimiento puede repetirse cada dos metros de distancia según la longitud del silo.

Obtención de muestra a enviar al laboratorio

Una vez colectadas las submuestras se procede a homogeneizar (mezclar) las mismas y subdividir para tomar la porción de muestra representativa a enviar al laboratorio, siguiendo el procedimiento que se muestra a continuación (Figura 2 del Anexo).

Identificación y envío de muestras al laboratorio.

Las muestras deberán ser guardadas en bolsas de plástico herméticas para evitar migraciones como por ejemplo de humedad o grasa, procurando eliminar la mayor cantidad de aire posible.

Se aconseja utilizar doble bolsa para conservar la muestra en condiciones de anaerobiosis (sin presencia de oxígeno), evitando así el deterioro de la misma.

Si la remisión al laboratorio no es inmediata (o se debe recorrer un largo trayecto hasta el mismo) se procede a su refrigeración.

Es aconsejable no congelar la misma para evitar modificar su composición.

El tamaño de la muestra debe ser de aproximadamente 0.5 a 1 kilo.

Para la preparación de las muestras y el envío de las mismas al laboratorio, se sugiere tener especial cuidado y precaución, aplicando siempre la misma rutina de trabajo, para minimizar la variación de resultados ocasionados por la diferencia en la toma de muestra o en el proceso de acondicionamiento de las mismas.

La información referida a la muestra debe estar escrita en forma legible e indeleble, incluyendo:

Cliente.

Tipo o naturaleza del producto.

Fecha de toma de muestra.

Análisis solicitados.

Alimentación Suplementaria con Ensilado de Avena

La alimentación de alpacas de la Raza Suri será alimentada, con el suministro de ensilado de avena forrajera durante 2 horas en las mañanas de 7 a 9 horas, en una cantidad de 30% del requerimiento de materia seca/alpaca/día.

El requerimiento promedio de ingestión de materia seca para alpacas es de 1.8% de su peso vivo, tanto en condiciones de estabulación y pastoreo (San Martín, 1994).

Cálculo de Ensilado de Avena Suplementaria

El ensilado por ser bastante rica en agua, se ha dicho a veces que es una “conserva de verdura” y por ende es el único sistema de conservación que contiene bastante humedad entre 60 -75% (Choque, 2005).

Considerando que las alpacas preñadas del último tercio, pesan en promedio de 65 kg de peso vivo, el 1.8% de consumo de materia seca será 1.17 kg de materia seca/alpaca/día. Considerando una suplementación a suministrar de 30% de materia seca de ensilado de avena del requerido/alpaca/día, correspondería 0.351 kg (351 g) de materia seca de ensilado/alpaca/día.

Si el experimento es de 100 días para 30 alpacas el ensilado requerido será:

$0.351 \text{ kg ensilado} \times 100 \text{ días} \times 30 \text{ alpacas} = 1053 \text{ kg de materia seca de ensilado.}$

Considerando que el ensilado de avena contiene 40% de materia seca, la cantidad

total de ensilado en materia húmeda o tal cual para 30 alpacas y 100 días de suplementación será:

1053 kg de materia seca / (40%/100) = 2632.5.5 kg de ensilado húmedo o tal cual.

Consumo de Materia Seca de Forraje Suplementada

El consumo de materia seca de forraje suplementada se registrará mediante los cálculos de suministro de forraje ensilado a las 7 horas, menos forraje el forraje residual sobrante al término de las 9 horas.

Alimentación al Pastoreo en Pastos Naturales

El pastoreo de alpacas en pastos naturales será durante 7 horas/alpaca/día, desde las 9 a 16 horas.

El consumo de materia seca de los pastizales en ambos tratamientos: T1 = suplemento con ensilado avena + pastoreo en pastizales y T2 = solo pastoreo en pastizales, estimaran mediante el registro de peso vivo de las alpacas (NRC, 2007).

Energía del Ensilado y pastizales

La energía total (ET) o anergia bruta (EB) de los forrajes: ensilado de avena y pastizales naturales, se estimará mediante el método de Lofgreen (1951) directo de la bomba calorimétrica.; multiplicando el contenido de cada componente del alimento por su valor de combustión:

$$EB \text{ (Mcal/kg MS)} = 5,7 \times PT + 9,40 \times EE + 4,25 \times FDNp + 4,15 \times CNE \text{ (o GNF)}$$

Donde los componentes o nutrientes son: Proteína total (PT%), extracto etéreo (EE%), fibra detergente neutro corregida para proteína (FDNp), carbohidratos no estructurales (CNE) o glúcidos no fibrosos (GNF%).

Análisis Químico de Forrajes

Los contenidos de humedad y materia seca (MS) del forraje de avena se determinarán mediante el método tradicional de secado de muestras en estufa de circulación forzada a 60 °C por 48 horas o hasta lograr un peso constante. El porcentaje de MS servirá para determinar el rendimiento de MS en toneladas por hectárea (MS t ha⁻¹) en base al rendimiento de materia verde (MV). Posteriormente, las muestras deshidratadas serán molidas en un molino Wiley con malla de 1 mm, cuyo material servirá para el análisis proximal y análisis de fracciones de fibra o de Van Soest. A las muestras molidas, se les determinara la materia orgánica (MO) y ceniza total (CT) mediante el método de incineración directa en una mufla a 600 °C de temperatura; proteína total (PT) por el método estándar de micro Kjeldahl, calculándose la proteína a partir del valor de nitrógeno multiplicado por el factor de corrección (6.25); y extracto etéreo o grasa (EE) por extracto soluble en éter sobre la muestra seca en el extractor Soxhlet. Los valores de fibra detergente neutro (FDN será determinado mediante el método de fracciones de fibra o de Van Soest. Los contenidos de glúcidos no fibrosos (GNF) se estimará por diferencia aritmética entre la MS y los componentes analizados químicamente [% CNF = 100 – (PT + EE + CT + FDN)].

Análisis de Características Físicas de Fibra

Longitud de mecha.

La medición de la longitud de mecha será tomada momentos antes de la esquila y al

final del experimento o sea al parto.

La toma de muestra de la fibra será con el animal en pie mediante una regla, tomando una mecha a nivel de costillar medio del animal, haciendo coincidir el punto cero al ras de la piel, luego con extensión de la misma sobre la regla, dando lectura en la parte media de la formación de punta de lápiz, dato que será registrado para su posterior evaluación.

Para las mediciones de diámetro de fibra, factor confort e índice de curvatura será enviado a laboratorios donde cuenta con analizador óptico de diámetro de fibra "OFDA" (Guillén A. L. y V. Leyva. 2020).

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

a) Variables independientes

Tratamientos (T):

- T1: Suplementación forraje ensilado avena + pastoreo en pastizal (MS kg/alpaca/día)
- T2: Pastoreo en pastizal (MS kg/alpaca/día)

b) Variables dependientes

Composición química de forrajes:

- Materia seca (MS %)
- Proteína total (PT%)
- Extracto etéreo (EE%)
- Ceniza total (CT%)
- Materia orgánica (MO%)
- Glúcidos no fibrosos (GNF%)
- Fibra detergente neutro (FDN%)
- Energía total (Mega calorías/kg, Mcal/kg MS)
- Características físicas de fibra: peso vellón (kg), longitud de mecha (cm), diámetro (μm), factor confort (%) e índice de curvatura ($^{\circ}/\text{mm}$).

Análisis Estadístico.

Para la interpretación de los resultados de las variables de investigación en los dos tratamientos: Tratamiento 1 (T1), un grupo de alpacas pastoreadas en pastizales + suplementadas con ensilado de avena y el Tratamiento 2 (T2), con grupo de alpacas testigo pastoreadas solo en pastizales. Se empleará la estadística descriptiva, medidas de tendencia central, como la media; medidas de dispersión; la varianza y desviación estándar, coeficiente de variación e intervalo confianza para los promedios al 95 %.

Para la prueba de hipótesis estadística se utilizará la prueba de "T de Student" ($1 - \alpha/2$), con esta prueba se verificarán los resultados de la comparación de la significancia o no de los promedios de las variables de estudio entre estos dos tratamientos.

Si la variable respuesta obtenida estuviera en porcentaje, será transformada a proporción, para luego hallar el Arcoseno de la raíz cuadrada de este valor, según lo recomendado por Still y Torrie, (1990).

X. REFERENCIAS:

- Astorga, J. (1988). Principales Sistemas de Conservación y Utilización de Forrajes. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. Lima, Perú: Texas Tech University.
- Argote, Q. G. (1996). Tecnología de henificación de pastos y forrajes. Dirección General de Investigación Agraria. Puno, Perú: Boletín N° 02 del Institución Nacional e Investigación Agraria.
- Association of Official Analytical Chemist - AOAC. Official Methods of Analysis. 18 ed. Gaithersburg, M.D: AOAC Int.; 2011
- Bertoia, A. L. (2007). Algunos conceptos sobre ensilaje. Obtenido de Serie en Red:<http://engormix.com/com/algunosconceptossobreensilajesarticulos1716AGP.htm>.
- Bustinza, V. (2000) La alpaca. Conocimiento del gran potencial andino. Instituto de Investigación y Promoción de camélidos Sudamericanos. UNA.
- Cañas, R.1995. Alimentacion y nutrición animal. Colección en Agricultura, facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Cooper, N. 2006. Alpaca Nutritional Requeriments. Southern Alpacas Stud.<http://www.alpacasnz.co.nz/articles-nutrition.htm>.
- Cardona MG, Ayala SA. Protocolos para el laboratorio de Nutrición Animal. Medellín: Universidad de Antioquia; 2004.
- Crampton EW, Lloyd LE, Mackay VG. The calorie value of TND. J Anim Sci 1957; 16: 541-545.
- Franco F. y San Martin F. 2007. Efecto del Nivel Alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Sistema de revisiones en Investigación Veterinaria en UNMSM. En: <http://www.unmsm.edu.pe/veterinaria/files/SIRIVS%20N1.pdf> Accesado el 14 de enero de 2022.
- Franco F., San Martin F. Ara M., Olazábal L y Carcelén F. 2009. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra en alpacas. Rev. Inv. Vet. Perú. 20(2): 187-195.
- Gallegos, R.(2012). Tecnología de fibras Animles. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootenia UNA. Puno.
- Guillén A. L. y V. Leyva. (2020). Variation in fibre diameter due to the effect of medullation in fine fleeces of Huacaya alpacas of three age groups. Rev Inv Vet Perú; 31(4): e19026 <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19026>
- Júnior VRR, Valadares Filho SC, Borges AM, Magalhães KA, Ferreira CCB, Valadares RFD, Paulino MF. Determinação do Valor Energético de Alimentos para Ruminantes pelo Sistema de Equações. R Bras Zootec 2003; 32: 473-479.

Lofgreen GP. 1951. The use of digestible energy in the evaluation of feeds. *J. Anim. Sci*; 10: 344-351.

Lofgreen GP. 1953. The estimation of total digestible nutrients from digestible organic matter. *J Anim Sci*; 12: 359-365.

Llacsá, J., (2012). Efecto de la Suplementación Energética Sobre Eficiencia Reproductiva en Alpacas Huacayas (*vicugna pacos*) con empadre controlado. Tesis maestría científica. Escuela de post grado. UNA. Puno, Perú.

Mamani J. y F. H. Cotacallapa. 2018. Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Journal of High Andean Research*, 20(4): 385 - 400.

Martens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80:1463-1481.

National Research Council (NRC). 2002. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, D.C: National Academy Press. Washington, U.S.A.

Nehring, K., and G. Haenlein. 1973. Feed evaluation and ration calculation based on net energy FAT. *J. Anim. Sci.* 36:949.

Pond WG, Church DC, Pond KR. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 2 ed. Limusa S.A. México.

Quispe, C.A. 2021. Comparativo físico, químico y rentabilidad de dos formas de conservación de forraje de avena variedad tayko en el CE Illpa. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo. UNA, Puno – Perú.

San Martín, F. y F. Bryant. 1987. Nutrición de Camélidos Sudamericanos Domésticos. Estado de nuestros conocimientos. Texas Tech University. U.S.A.

Russel A.J. y Redden H.L. 1997. The effect of nutrition on fibre growth in the alpaca. *Anim. Sci.*, 64: 509-512.

Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci* 1992; 70: 3562-3577.

Tilley JMA, Terry RA. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J Br Grassl Soc* 1963; 18: 104-111.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74:3583–3597.

Van Soest PJ, Wine RH. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feed. IV. The Determination of Plant Cell Wall Constituents. *J Assoc Off Anal Chem* 1967; 50: 50-55.

Van Saun R. (2006). Nutrient requirements of South American camelids: A factorial approach. *Small Ruminant Research* 61: 165-186.

XI. USO DE LOS RESULTADOS Y CONTRIBUCIONES DEL PROYECTO:

Los resultados de la suplementación alimenticia con ensilado en alpacas suri en el último tercio de la gestación, el efecto con y sin suplementación se verá diferenciada la ganancia de en las madres y al nacimiento de la crías alpaca; donde este resultado científico se evaluara en las zonas de crianza de camélidos sudamericanos en el altiplano de puno tanto en la puna seca y húmeda; con la finalidad de planificar diversas estrategias de mejora en la suplementación en alpacas en el último tercio de gestación, logrando mayor peso al nacimiento de crías, y mayor ingreso económico para el criador alpaquero.

XII. IMPACTOS ESPERADOS:

Impactos en Ciencia y Tecnología

Será un aporte a la comunidad científica y aplicable para acortar las pérdidas económicas del productor alpaquero. Será un conocimiento que se acumula a la ciencia y aplicable para dar solución el problema.

Impactos económicos

El aporte del estudio permitirá modificar la actividad alpaquera logrando una mayor tasa de crías logradas para generar más ingresos y mejor estabilidad económica en el productor alpaquero, así mantener la seguridad alimentaria de esta población rural.

Impactos sociales

Las conclusiones del estudio motivarán en el cambio de actitudes sobre el proceso de crianza de alpacas y mayor rentabilidad.

Impactos ambientales

Permitirá planificar el mantenimiento saludable del medio ambiente, mediante reuniones de capacitación, sensibilización, orientación en la crianza de camélidos sudamericanos, para un mejor resultado en mayor tasa de crías logradas.

XIII. RECURSOS NECESARIOS:

Instalaciones

Las instalaciones de corral para la suplementación, estarán conformados por estructuras de paneles metálicos, con la implementación de sus respectivos comederos, donde se alimentarán con ensilado de avena al grupo de animales en experimentación.

Para la conservación de las muestras de suero sanguíneo se utilizarán el laboratorio disponible del centro.

Forrajes

En el Centro de Investigación Chuquibambilla de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UNA, Puno; existe la disponibilidad de forrajes en forma de:

- Pastos naturales en pie.
- Forraje conservado en forma de ensilado de avena forrajera.

Animales

Para el estudio se seleccionarán un total de 60 alpacas Suri de baja condición en peso vivo, preñadas en el último tercio de gestación. De los cuales 30 alpacas serán para la suplementación con ensilado de avena más pastoreo en pastos naturales y 30 alpacas testigo solo para pastoreo en pastos naturales.

Tabla 4. Distribución de las alpacas Suri del grupo experimental y el grupo control.

Animales	Alimento - Forraje		Total
	DS + PN	PN	60
Alpacas Suri	30	30	

DS = Forraje suplementaria, PN = pastos naturales

Materiales y Equipos

- Paneles metálicos para corrales de suplementación alimenticia
- Tela de polipropileno de 1 x 18 metros para adecuar los comederos
- Cintas de madera de 6 unidades de 3 metros de largo c/u, para soporte delantera de la tela polipropileno a lo largo del comedero.
- Palos de eucalipto 21 unidades de 1 metro de largo c/u para soporte de las cintas de madera delantera de los comederos.
- Balanza de capacidad 200 kg, para pesaje de alpacas.
- Cuadrante metálico de 0.25 o 1 m², para muestreo de forrajes en campo de pastoreo
- Hoz, para corte de forrajes.
- Soga, 8 metros para separar a las alpacas.
- Bolsas de plástica.
- Sacos de rafia.
- Mameluco,
- Camara fotográfica.
- Libreta de campo.
- **Materiales y reactivos para análisis proximal de forrajes.**
- Mortero
- Balanza analítica con capacidad de 200/0.0001 g.
- Vasos de precipitación.
- Embudo.
- Papel filtro.
- Horno secador mufla (estufa)
- Digestor de fibra.
- Extractor de soxhelt
- Equipo Kjeldahl.

XIV. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El trabajo se realizará en el Centro de Investigación Chuquibambilla de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional del Altiplano,

ubicado en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar y región de Puno, a una altitud de 3970msnm, a una latitud Sur de 14° 47' 35" y 70° 43' 50" de longitud oeste del meridiano de Greenwich (SENAMHI,2016).

XV. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	AÑO															
	2021			2022												
	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Preparación del proyecto	x	x	x													
Presentación del Proyecto				x												
Aprobación del Proyecto				x												
Distribución de alpacas grupo experimental y control	x															
Suplementación alimenticia con ensilado de avena	x	x	x	x												
Presentación del primer informe de avance						x										
Muestreo agrostológico	x	x	x	x												
Presentación del segundo informe de avance									x							
Procesamiento de muestras en laboratorio					x	x	x									
Análisis de información								x	x	x						
Presentación de tercer informe de avance												x				
Redacción de resultados											x	x	x	x		
Presentación del informe final																x

XVI. PRESUPUESTO

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Alpacas	Unid.	Disponibile	Disponibile	Disponibile
Servicio Laboratorio	Unid.	80	07	560
Pasajes y viáticos	Unid.	800	02	1600
Materiales	Unid.			
Paneles metálicos		Disponibile	Disponibile	Disponibile
Tela polipropileno	mts	6	18	108
Cintas de madera	Unid.	60	06	360
Palo de eucalipto	Unid.	20	02	40
Balanza metálica 200 kg	Unid.	350	01	350
Cuadrante metálico 1m2	Unid.	15	02	30
Hoz	Unid.	35	02	70
Soga	Mts.	3	18	54
Pintura	Unid.	65	01	65

Reactivos	Unid.	100	05	500
TOTAL S/.				3737