

## Evaluación de la calidad nutricional del heno de avena (*Avena sativa*), ensilado (*Avena sativa* asociada con *Vicia sativa*) y pasto natural en la cuenca Mantaro del Perú

*Evaluation of the nutritional quality of oat hay (Avena sativa), silage (Avena sativa associated with Vicia sativa) and natural grass in the Mantaro basin of Perú*

Alberto Arias Arredondo<sup>1</sup>, Cesar Pantoja Aliaga<sup>2</sup>, Juancarlos Cruz Luis<sup>3</sup>, José Contreras Paco<sup>4</sup>, Humberto Sanchez Villanueva<sup>5</sup>, Richard Solórzano Acosta<sup>6</sup>, Melina Lopez Rodríguez<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cerro de Pasco - Perú. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería. Huancavelica - Perú.

<sup>2</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela profesional de Zootecnia. Cerro de Pasco - Perú.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias. Lima - Perú.

<sup>4</sup>Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería. Huancavelica - Perú.

<sup>5</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela profesional de Zootecnia. Cerro de Pasco - Perú.

<sup>6</sup>Instituto Nacional de Innovación Agraria, Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias. Lima - Perú.

<sup>7</sup>Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela profesional de Zootecnia. Cerro de Pasco - Perú.

**RESUMEN.** Los pastos cultivados, así como los pastos naturales son importantes para el desarrollo de la ganadería en los andes del Perú, así como su conservación mediante el heno y ensilado. Sin embargo, en la práctica al ser el recurso alimenticio limitado se debe optar por todas estas opciones en la medida que se garantice el equilibrio de la dieta del animal, pero cada tipo tiene su propia calidad nutricional y esta información debe conocerse para planificar las acciones que maximicen la crianza. Por ello el objetivo de la investigación fue comparar la calidad nutricional del heno de avena, ensilado de avena asociada con vicia y pasto natural. En cuanto a la calidad nutricional, se evaluaron proteína total (PT), grasa (EE), fibra cruda (FC), ceniza (CZ), extracto libre de nitrógeno (ELN), calcio (Ca), fósforo (P), fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) y energía bruta (EB). Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) para el análisis de varianza y para comparar las medias entre tratamientos la prueba de diferencia límite de significancia. Las medias de valores nutricionales en PT fueron de 6.26% en el ensilado respecto al heno y pasto natural. El pasto natural obtuvo un valor de 386.92 kcal /100 g MS en energía bruta y 22.24% en FC siendo superior al resto de tratamientos. La FDN y FDA, expresaron valores de 35.64% y 21.70% menores en el ensilado considerados óptimos. El Ca y P tuvieron variaciones de forma estadística y numérica que permite clasificar al ensilado, heno y pasto natural como alimentos de alta calidad nutricional para los rumiantes.

**Palabras clave:** composición química, valor nutritivo, avena, vicia, pastos naturales

**ABSTRACT.** Cultivated pastures, as well as natural pastures, are important for the development of livestock in the Andes of Peru, as well as their conservation through hay and silage. However, in practice, since the food resource is limited, all of these options must be chosen to the extent that the balance of the animal's diet is guaranteed, but each type has its own nutritional quality, and this information must be known to plan actions that maximize breeding. Therefore, the objective of the research was to compare the nutritional quality of oat hay, oat silage associated with vetch, and natural grass. Regarding nutritional quality, total protein (TP), fat (EE), crude fiber (CF), ash (CZ), nitrogen-free extract (ELN), calcium (Ca), phosphorus (P), neutral detergent fiber (NDF) and acidic detergent fiber (FDA), and gross energy (EB) were evaluated. The Completely Randomized Design (DCA) was used for the analysis of variance, and the limit of significance difference test was used to compare the means between treatments. The average nutritional values in PT were 6.26% in the silage compared to hay and natural grass. The natural grass obtained a value of 386.92 kcal /100 g DM in gross energy and 22.24% in CF, being higher than the rest of the treatments. The NDF and ADF expressed values of 35.64% and 21.70% lower in the silage considered optimal. Ca and P had statistical and numerical variations that allow silage, hay and natural grass to be classified as foods of high nutritional quality for ruminants.

**Keywords:** chemical composition, nutritional value, grasses, forages

**Dirección para correspondencia:** Alberto Arias Arredondo - Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cerro de Pasco - Perú. Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería. Huancavelica - Perú.

**E-mail:** alberto.arias@epgunh.edu.pe

**Recibido:** 31 de agosto 2023 / **Aceptado:** 01 de abril 2024

## INTRODUCCIÓN

La alimentación de los rumiantes, como los ovinos, vacunos y camélidos en la sierra centro del Perú se da principalmente en pastos naturales y pastos cultivados (1). Los pastos naturales en el Perú ocupan aproximadamente 22 millones de hectáreas, siendo importante por su valor forrajero pues soportan al 84% de la ganadería nacional (2). Sin embargo, más del 60% de los pastizales altoandinos se encuentran en franco proceso de degradación e incluso desertificado (3). Los pastos naturales en la sierra están cubiertos por pajonales, césped de puna y bofedales, donde las familias botánicas que existen son: *Asteraceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceas*, *Fabaceas*, *Rosaceas*, *Cyperacea*, *Juncáceas* entre otros (4). El valor nutritivo de estos pastizales es relativamente bajo en proteína total (7.7 %), contenido inadecuado de fibra detergente neutra (70.8 %), poca digestibilidad in vitro de la materia orgánica (32.7 %) y limitada energía metabolizable (5.2 MJ kgMS<sup>-1</sup>), las que son considerados críticos e inferiores a los requerimientos para mantenimiento del ganado ovino lo que conlleva a una disminución de las tasas reproductivas y productivas del ganado (5, 6).

Los pastos cultivados, que se han tomado en cuenta para solucionar estas carencias es la instalación de pastos perennes y anuales, ya que disponen de mejores rendimientos de forraje, mejor calidad nutritiva y son muy versátiles en su adaptación a distintas condiciones ambientales y de este modo asegurar la producción y productividad del ganado durante el periodo de escasez de pastos de mayo a septiembre (7). Las especies de pastos perennes que se vienen instalando en la sierra son los dactyles, rye grass perennes, festucas, tréboles y alfalfas, en lo que respecta a los anuales las variedades de avena, cebada y vicia que tienen como objetivo alimentar a los ovinos, vacunos y camélidos. Los pastos anuales como la avena siendo una gramínea, se caracterizan por ser una planta productora de forraje, además, de producir altos volúmenes de forraje en la época de lluvia (14-21 t/ha de materia verde y entre 2.4 - 3.2t/ha de materia seca – MS) y con contenidos de proteína total (PT) entre 6.8 y 7.1%, fibra detergente neutro (FDN) entre 34.8 y 42.9% y alta cantidad de energía metabolizable (12.6 - 14.0 MJ/kg/MS) para la etapa fisiológica de grano lechoso (7; 8). La vicia es una de las leguminosas forrajeras anuales más importantes a nivel mundial, debido a sus múltiples usos y alta calidad

nutricional (9). En la sierra estas especies de pastos anuales se siembran con el objetivo de almacenar y conservar que pueden darse como heno o ensilado para la alimentación de la época estiaje (mayo-septiembre), permitiendo asegurar la producción del ganado en la época seca donde hay escasez de pastos naturales y pastos cultivados perennes.

El ensilado, resulta de fermentación anaeróbica del material vegetal húmedo por medio de bacterias que producen ácido láctico, el producto final es la conservación del alimento por la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aeróbicos que degradan el forraje ensilado hasta CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O es decir se pudre (10). Este proceso sirve para suplementar al ganado durante períodos de sequía, garantizando la alimentación de los animales durante todo el año. Por otro lado, el heno consiste en deshidratar (secar) el material ya sea por medios artificiales o naturales hasta niveles inferiores al 20%, con el fin de paralizar toda la actividad celular y la de microorganismos existentes, para estabilizar el material y mantener la calidad, para luego ser empacado y almacenado.

En este sentido las entidades públicas y privadas, vienen promocionando y desarrollando acciones y actividades de conservación y almacenamiento de forrajes, en ensilado y heno con los productores individuales, comunidades, cooperativas y demás entes dedicados a la actividad pecuaria de ovinos, vacunos y camélidos en la región Puna (7). Por tanto, el objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar la calidad nutricional del ensilado de avena asociada con vicia, heno de avena y pasto natural en la cuenca Mantaro del Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de experimentación

El estudio se desarrolló en el centro experimental de Casaracra de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicado en el distrito de Paccha, provincia de Yauli, Departamento de Junín del Perú. La zona de vida corresponde al tipo bosque húmedo montano tropical (9). Se encuentra en la cuenca Mantaro entre las coordenadas geográficas (UTM) Este 395392 y Norte 8732807, a una altitud de 3883 m.s.n.m.

## Siembra y manejo agronómico

La preparación y siembra de la asociación de avena con vicia y en monocultivo de la avena, se realizó en el mes de noviembre y la cosecha se desarrolló en una etapa fenológica de grano lechoso, el cual se mostró en el mes de junio, el suelo presento un pH de 4.7 considerado fuertemente ácido, en materia orgánica los contenidos son de muy altos con 6.27 %, en los macronutrientes como el fósforo mostró 3.1 (ppm) considerado bajo, en potasio se encontró contenidos medios con 132 (ppm) y finalmente la clase textural fue de franco arenoso.

## Elaboración de ensilado y heno

La elaboración del heno con avena; se inició con el corte manual de las parcelas con ayuda de una segadora (moto guadaña marca Honda) seguido se dejó secar el forraje a medio ambiente hasta reducir la mayor cantidad de humedad (menores al 20 %), el cual se logró en 6 días, seguido se realizó el empaquetado y almacenado. En el ensilado, se inició con el corte de la parcela de la asociación de avena y vicia donde las gramíneas se encontraban en grano lechoso y la leguminosa en un estado de floración; seguido se dejó secar (orear) por 24 h, para después ser picado con ayuda de una maquina picadora en el silo donde se utilizó como único insumo la sal y finalmente almacenado en silo para después ser sellado. Por otro lado, en lo que respecta a los pastos naturales se utilizó muestras de foliares de una parcela de pastoreo donde el tipo de vegetación fue de césped de puna en el cual predomina especies de pastos como: *Calamagrostis vicunarum*, *Agrostis breviculmis*, *Alchemilla pinnata* y otras de porte bajo; la muestra fue cosechada en el mes de junio considerado como época seca, en la región Puna.

## Secado de muestras y Análisis proximal

Las muestras fueron secadas al aire libre durante 6 días a temperatura ambiente de entre 15 a 18 °C y un 45% de humedad relativa, para después completar el secado en una estufa a 80°C durante 48 horas. Luego fueron trituradas y molidas con un molino para después ser tamizadas con un tamiz de 1 mm. Después se analizaron los parámetros de calidad nutricional (Proteína total (N x 6.25) %, Grasa (%), Fibra cruda (%), Ceniza (%), Extracto Libre de Nitrógeno (%), Energía bruta (kcal/100 g/MS), Calcio (%), Fósforo (%), Fibra Detergente Neutra (%) y Fibra Detergente Ácida). Para la evaluación de la calidad nutricional del heno, ensilado y pastos naturales, se enviaron muestras

secas y molidas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en Lima – Perú. Se analizaron las siguientes variables: Proteína total (%), Grasa (%), Fibra cruda (%), Ceniza (%), Extracto Libre de Nitrógeno (%), Calcio (%), Fósforo (%), Fibra Detergente Neutra (%), Fibra Detergente Ácida (%) (10). Así mismo, se calculó la Energía Bruta (kcal/100 g/MS) (11).

## Análisis estadístico de datos

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el diseño completamente al azar (12), aplicando análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables. Para la comparación de medias se realizó la prueba de diferencia límite de significancia (DLS) con un nivel de significancia de 0.05 (13). Además, de utilizar el software R Studio para correr y elaborar los gráficos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que refiere a la comparación nutricional se presentaron efectos significativos ( $p < 0.05$ ) en los contenidos de Grasa, Ceniza, Energía bruta y Calcio entre tratamientos (Tabla 1). En la proteína total y el extracto libre de nitrógeno los tratamientos; ensilado y pasto natural fueron similares estadísticamente ( $p < 0.05$ ) entre ellos, sin embargo, mostraron significancia para el tratamiento heno (Tabla 1). En lo que respecta a la fibra cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida los tratamientos ensilado y heno fueron similares, pero mostraron diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) al tratamiento pasto natural (Tabla 1). Por último, en los contenidos de fósforo no se encontraron diferencias.

**Tabla 1.** Comparación de medias de variables nutricionales en tratamientos.

Calidad nutricional	Tratamientos		
	Ensilado	Heno	Pasto Natural
Proteína total (N x 6.25) %	6.26±0.16 <sup>b</sup>	5.34± 0.30 <sup>a</sup>	6.25± 0.06 <sup>b</sup>
Grasa (%)	1.55±0.01 <sup>b</sup>	1.18± 0.08 <sup>a</sup>	2.98± 0.06 <sup>c</sup>
Fibra cruda (%)	16.45±0.02 <sup>a</sup>	17.35± 0.20 <sup>a</sup>	22.24± 0.65 <sup>b</sup>
Ceniza (%)	4.65±0.01 <sup>b</sup>	4.19± 0.09 <sup>a</sup>	7.15± 0.07 <sup>c</sup>
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	54.35±0.08 <sup>a</sup>	59.69± 0.19 <sup>b</sup>	56.62± 1.22 <sup>a</sup>
Energía bruta (kcal/100 g/MS)	340.49±0.52 <sup>a</sup>	357.33± 0.63 <sup>b</sup>	386.92± 1.40 <sup>c</sup>
Calcio (%)	0.44±0.01 <sup>b</sup>	0.25± 0.01 <sup>a</sup>	0.49± 0.01 <sup>c</sup>
Fósforo (%)	0.28±0.08 <sup>a</sup>	0.22± 0.01 <sup>a</sup>	0.12± 0.01 <sup>a</sup>
Fibra Detergente Neutra (%)	35.64±0.93 <sup>a</sup>	35.06± 0.34 <sup>a</sup>	54.31± 0.42 <sup>b</sup>
Fibra Detergente Ácida (%)	21.70±1.62 <sup>a</sup>	19.94± 0.36 <sup>a</sup>	31.13± 0.42 <sup>b</sup>

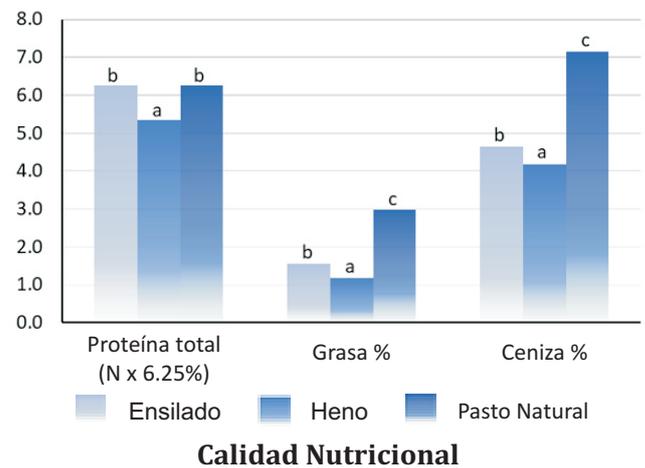
a,b,c Letras diferentes en cada fila indican diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.05$ )

Los contenidos de proteína total encontrados en el estudio para el ensilado se

encuentran entre los intervalos en los que se evaluaron los efectos de aditivos químicos en la composición del ensilado de avena (16); donde se reportaron contenidos nutricionales de proteína de 3.99 a 8.54 %, similar a la composición bromatológica del ensilado de vicia asociada con cebada y urea encontró contenidos de proteína de 11.51 a 17.47 % (17), y también donde se evaluó el efecto del ensilaje de avena sativa en la productividad de vacas lactantes, encontró contenidos de 9.3 % para proteína (18) y en otros casos cuando se reportaron de 10.68 a 11.51 % (19). En lo que refiere al heno, los contenidos de proteína encontrados son similares a lo reportado por algunos investigadores (20) que encontraron resultados de 5.3 % de proteína. Sin embargo, son menores a los reportados por otros autores (18; 21; 22; 23) quienes encontraron 9.66, 10.45, 10.20 y 10.37 % respectivamente, las diferencias de los resultados encontrados en estos estudios se atribuyen a factores como la técnica de conservación del heno o ensilado, estados fenológicos de las plantas y condiciones ambientales, en los cuales fueron evaluados. Los contenidos de proteína en los pastos naturales reportados en el estudio se encuentran en los valores reportados de 3 a 5 % para el final del periodo de lluvia y de 5 a 14 % en inicios de lluvia (24), en otro estudio se encontraron porcentajes de proteína de 6.91 % para la época seca y 6.41 % para la época de lluvia (25) y valores promedio de 7.41 % (26); la diferencia de los valores encontrados en las investigaciones se debe a que las muestras fueron tomadas en diferentes pisos ecológicos, épocas de siembra, tipo de pastizales pajonales y/o césped de puna y especies de pastos que fueron estudiadas.

Los requerimientos nutricionales para mantenimiento de ovinos de 60 kg de peso vivo se estiman de 98 g. de proteína por día (27), entonces los valores de proteína reportados en el presente estudio permiten mencionar que los tratamientos aportan la cantidad necesaria de proteína para los ovinos (Figura 1).

Los valores reportados en el contenido de grasa en el estudio fueron inferiores en el tratamiento ensilado en referencia a los indicados por otros investigadores que obtuvieron valores de 2.38 a 2.88 % de contenido de grasa (16). En lo que respecta al heno, otros investigadores encontraron valores mayores a los del presente estudio que van de 3.0 a 3.1 % (28; 29).



**Figura 1.** Media de variables evaluadas, con intervalo de confianza al 95%, en tratamientos estudiados.

Por último, el valor obtenido en el pasto natural fue superior a 1.08 a 1.52 % (25), así mismo, la especie *Festuca dolichophylla* contiene 1.22 % de grasa. Otros autores reportan un valor de 1.34% para la *Festuca dolichophylla* (21); y para la especie *Calamagrostis vicunarum* que se reportan valores de entre 1.17 a 1.30 % (24). Se sabe que la grasa es una fuente de energía de reserva y protección, transporta las vitaminas liposolubles, además, interviene en procesos fisiológicos de la célula, como en la síntesis de hormonas esteroideas y de sales biliares (28).

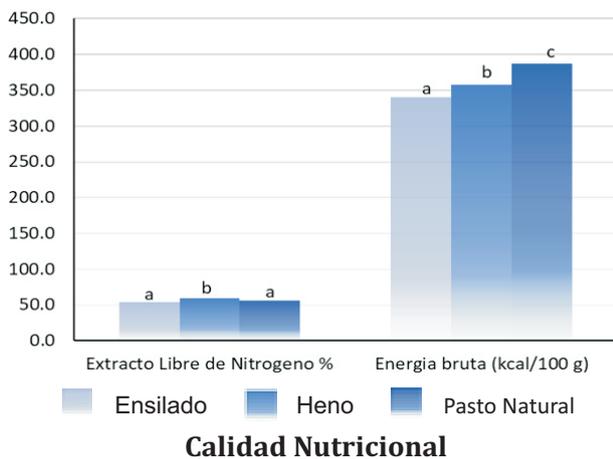
Los valores de fibra cruda en el ensilado mostraron contenidos por debajo de 22 y 33.18 % (31) o diferentes y otros como desde 27.03 a 30.14 % (19). En lo que respecta al heno los valores encontrados fueron menores a 20.48% (32). En otras investigaciones se muestran porcentajes de fibra cruda entre 39.73 a 39.91% en pacas de heno (33). En pastos naturales el valor encontrado se encuentra por debajo a 35.14 y 43.97 % (25), incluso de 43.2 % (34), valor que fue superior a lo encontrado por otros autores que indican que el *Calamagrostis vicunarum* tiene un contenido de 35.14 % (35).

Para la ceniza los datos encontrados en el estudio son inferiores a los reportados entre 8.21 a 9.77 % en el tratamiento ensilado (19). Para el tratamiento heno los resultados encontrados en la investigación son ligeramente inferiores a valores de 6 (29) y 5 % (28) respectivamente. En lo que respecta a los pastos naturales otros valores van desde 5.14 a 7.66 % (25), similares a los encontrados en el estudio. Así mismo, el mismo autor reportó valores de 8.82 % para la especie de pasto nativo *Calamagrostis vicunarum* y para el

*Festuca dolichophylla* 7.66 %; para esta especie se reportaron valores de 5.14 y 5.90 % los cuales fueron menores a los encontrados por el estudio (34).

Los contenidos de extracto libre de nitrógeno en el estudio, para el ensilado encontró valores superiores a los reportados por Guerrero y Edmundo (2012) que mostró valores de entre 32.8 y 37.93 %; y respecto al tratamiento pastos naturales difiere con otros resultados de entre 42.77 a 50.16% (25), siendo valores inferiores a los que se reportó en el estudio, el mismo autor reportó valores de 50.16 % para *Calamagrostis vicunarum* y 43.95 % para la *Festuca dolichophylla*, especies de pastos nativos de altura.

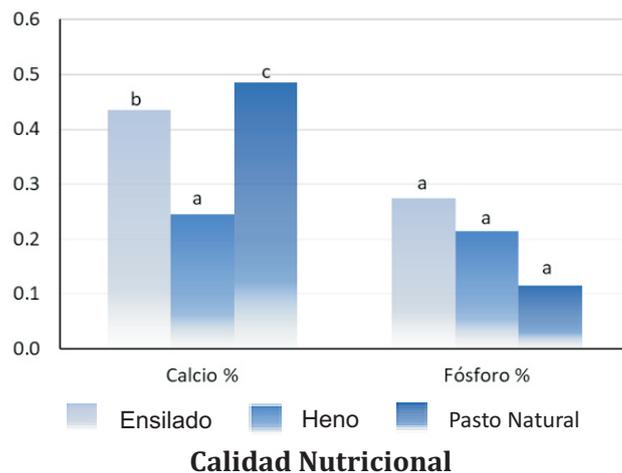
Para la energía bruta los valores encontrados en el estudio son inferiores en comparación a valores que varían de entre 396 a 402 kcal/100 g/MS (25), sin embargo, son superiores a los a 182 kcal/100 g/MS (24) y 99 kcal/100 g/MS (34).



**Figura 2.** Media de variables evaluadas, con intervalo de confianza al 95%, en tratamientos estudiados.

En lo que refiere a los contenidos de calcio en el estudio, el valor del ensilado fue similar al de Castro et al. (2020) que reportó valores de 0.4 %, sin embargo, menores a lo que informó FEDNA (2016) que obtuvo 0.5 %. Para el tratamiento heno el valor obtenido fue menor a lo reportado por An X et al. (2020) que reportaron un valor de 0.39 % para heno de avena. En el pasto natural el valor reportado en el estudio se encuentra entre los parámetros reportados por Flores et al. (2005) quienes encontraron para la época seca un valor de 0.56 y la época lluviosa 0.40 %. En otros análisis se reportaron valores de 0.225 a 0.436 % (25). En otros estudios se reportó un valor de 0.027 (34),

mientras que en un estudio de la década del 70 consignaron 0.260 % (38), valores inferiores a los mostrados en los estudios. El calcio es un mineral que es requerido por muchos tejidos y órganos para su normal funcionamiento entre ellas tenemos, formación de huesos, contracción muscular, transmisión nerviosa, coagulación sanguínea y como segundo mensajero regulando la actividad de muchas hormonas (5,37). Por otro lado, se menciona que para borregas de 40 kg/p.v (27) se requieren 2.1g de calcio, entonces los resultados del estudio muestran contenidos superiores y adecuados para el mantenimiento de los animales.

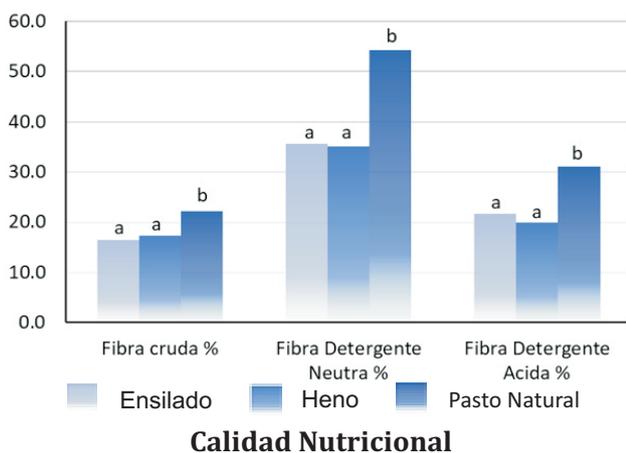


**Figura 3.** Media de variables evaluadas, con intervalo de confianza al 95%, en tratamientos estudiados.

En el fósforo lo que consignó el estudio para el tratamiento ensilado fue superior a lo reportado por Castro et al. (2020) que obtuvieron 0.2 %, sin embargo, FEDNA (2016) mostró un valor superior de 0.3 %. En lo que respecta al contenido de fósforo en el heno fue ligeramente inferior a lo reportado por An X et al. (2020) quienes en su investigación reportaron un valor de 0.26 %. Ahora bien, en el tratamiento pasto natural lo encontrado fue similar a lo reportado por Flores et al. (2005), obtuvieron 0.12 y 0.14 para la época seca y lluvia. En esa misma línea están cercanos a valores entre 0.075 a 0.321 % (25), igualmente en los estudios de IICAT (2015) reportaron un valor de 0.034 %, por último, se encontraron 0.090 % (38). Se sabe que el fósforo es un nutriente esencial para el animal como para los microorganismos del rumen (7). Así mismo este mineral es necesario para la formación y mineralización de los huesos, pero además es un componente integral de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos, que intervienen en el balance osmótico y en el equilibrio ácido-base del organismo jugando un rol esencial en el

metabolismo energético celular (37; 38). Agregando a lo anterior, se recomienda, que borregas de 40 kg/p.v. requieren 1.9 gr de potasio, siendo los resultados del estudio inadecuados para el mantenimiento de los animales (27).

Los valores encontrados para la fibra detergente neutra en el ensilado fueron inferiores a valores que oscilan entre 45.86 % a 49.79 % (16), con el mismo objetivo Castro et al. (2020) reportaron 49 % de FDN (fibra detergente neutra), en esa misma línea Carulla et al. (2008) revelaron 67.2% de FDN. Para los valores de FDN en el heno fueron inferiores en referencia a los reportados por otros autores que revelaron medias de 60.04 (21) y 10.37 % (23) respectivamente. De igual forma en el 2020, An X et al. obtuvieron 69.45 % de FDN. El valor encontrado para pastos naturales, se encuentra entre las medias encontradas por Osorio y Tapara (2020) que reportaron valores de entre 24.9 a 61.13 % en especies de pastos naturales. En otra investigación se encontraron valores que van desde 17.38 a 73.84 % en especies de pastos naturales para la época lluviosa, y de 21.69 a 78.89 % para la época seca (24). La NRC (2001) menciona que la dieta de rumiantes (ovinos, vacunos y camélidos) debe contener entre 25 a 35% de FDN para asegurar el buen funcionamiento del rumen, el cual favorece la producción de saliva y mantiene un pH de 6.2 a 6.8 para una correcta actividad celulítica; entonces los contenidos de FDN del ensilado y heno en el estudio son adecuados para la alimentación de rumiantes.



**Figura 4.** Media de variables evaluadas, con intervalo de confianza al 95%, en tratamientos estudiados.

La fibra detergente ácida del ensilado en el estudio fue inferior en comparación a valores entre 26.55 a 28.40 % (16), en el estudio de Castro et al.

(2020) que reportaron 24.5 % de FDA (fibra detergente ácida). El FDA encontrado para el heno en la investigación fue inferior a lo reportado por An X et al. (2020) quienes obtuvieron 38.79 %. De igual manera el valor de FDA encontrado para pasto natural, se encuentra entre los reportados por Osorio y Tapara (2020) quienes obtuvieron valores de entre 16.85 a 34.48 % en su estudio y a valores que van desde 17.81 a 43.50 % en especies de pastos naturales para la época lluviosa, y de 17.16 a 47.85 % para la época seca (24). La NRC (2001), menciona que los contenidos adecuados para rumiantes de FDA son de 21 a 27 %, considerado como adecuados; y, por último, el FDA es el compuesto de mayor concentración en las paredes primaria y secundaria de las células vegetales, en donde se combina con la lignina, hemicelulosa, cutina y minerales (41).

## CONCLUSIÓN

Los forrajes, así como el pasto natural utilizados respecto a la composición química poseen valores similares siendo útiles en la dieta de los bovinos. El ensilado respecto a FDN y FDA, presentaron valores óptimos dentro de los indicadores de fibra, útiles en la dieta de rumiantes de alta producción. El Calcio, fósforo y ceniza presentaron valores muy variados en pastos natural, ensilado y heno.

## BIBLIOGRAFÍAS

- DeFrance, S. D., Capriles, J. M., & Tripcevich, N. (2016). Pastoralism through time in Southern Peru. *The Archaeology of Andean Pastoralism*, 119-138.
- Flores, ER, Ñaupari, JA, y Tácuna, RE. 2014. La economía del cambio climático en el Perú: ganadería altoandina. En: La economía del cambio climático en el Perú. Banco Interamericano de Desarrollo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Recuperado [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992\\_es.pdf;jsessionid=6A859F66F15CDA337155DD749BC2B74B?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992_es.pdf;jsessionid=6A859F66F15CDA337155DD749BC2B74B?sequence=1)
- Pignataro, A. G., Levy-Tacher, S. I., Aguirre-Rivera, J. R., Nahed-Toral, J., González-Espinosa, M., González-Arzac, A., & Biganzoli, F. 2017. Natural regeneration of tree species in pastures on peasant land in Chiapas, México. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 249 (August), 137 - 143. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.08.020>
- Fonkén, M. M. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. *Mires and Peat*, 15(5), 1-13.

5. Flores, E; Cruz, J; López, M. 2003. Management of Sheep Genetic Resources in The Central Andes of Peru In People and Animals. Traditional Livestock Keepers: Guardians of Domestic Animal Diversity. Edited by Kim-Anh Tempelman and Ricardo A. Cardellino. Food and Agriculture Organization of The United Nations. FAO. Rome.
6. Flores, E; Cruz, J; Ñaupari, J. 2005. Utilización de praderas cultivadas en Secano y Praderas Naturales para la Producción Lechera. Boletín Técnico CICCFA-FDA-INCAGRO. Lima, Perú.
7. Arias A., Cruz L., J., Pantoja A., C., Contreras P., J., & Lopez R., M. 2021. Rendimiento y calidad de *Avena sativa* asociada con *Vicia sativa* en la región puna del Perú. Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 32(5), e21339. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.21339>
8. Noli E, Canto A, Segura J. 2006. La avena forrajera INIA Mantaro 15 mejorado una alternativa de forraje para la zona altoandina. En: Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Huancayo, Perú.
9. Kim TS, Raveendar S, Suresh S, Lee GA, Lee JR, Cho JH, Lee SY, et al. 2015. Transcriptome analysis of two *Vicia sativa* subspecies: mining molecular markers to enhance genomic resources for vetch improvement. Genes 6: 1164-1182. doi: 10.3390/genes6041164
10. Garcés Molina, A. M., Berrio Roa, L., Ruíz Alzate, S., Serna D'León, J. G., & Builes Arango, A. F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación, 1(1), 66-71pp.
11. Holdridge, L. R. 1987. Ecología basada en zonas de vida (No. 83). Agroamérica.
12. AOAC. 2005. Official methods of analysis of AOAC International, 18<sup>th</sup> ed. AOAC International. Maryland. USA 80:908-912 pp.
13. Cardona MG, Ayala SA. 2004. Protocolos para el laboratorio de Nutrición Animal. Medellín: Universidad de Antioquia.
14. Domínguez, A; Toro, E; Acuña, J. 2012. Una comparación entre métodos estadísticos clásicos y técnicas metaheurísticas en el modelamiento estadístico. Scientia Et Technica. 17 (50): 68-77 pp.
15. Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos: Principios Estadísticos de Diseño y Análisis de Investigación. Editorial. Thomson Learning, México.
16. Paytan L., Sáez M., Cordero A., Contreras J., Curasma J., Tunque M. y Rojas Y. 2017. Efecto de aditivos químicos en la composición del ensilado de avena ("*Avena sativa*" L). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 11(1), 69-75. <https://doi.org/10.5209/RCCV.5611>
17. Contreras Paco, José Luis, Basurto Salvatierra, Erika Pierina, Cordero Fernandez, Alfonso, Ramírez Rivera, Hugo Raúl, Paucar Chanca, Rufino, Esteban Paytan, Michael, & Huaman Soto, Kelly. 2020. Composición bromatológica del ensilado de vicia (*Vicia sativa* L) asociado con cebada (*Hordeum vulgare* L) y urea. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(3), e18724. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18724>
18. Castro-Rincón, Edwin, Cardona-Iglesias, Juan Leonardo, Hernández-Oviedo, Filadelfo, & Valenzuela-Chiran, Martín. 2020. Efecto del ensilaje de *Avena sativa* L. en la productividad de vacas lactantes en pastoreo. Pastos y Forrajes, 43(2), 150-158. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S086403942020000200150&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942020000200150&lng=es&tlng=es)
19. Llatas Llaja, Lesly Paola. 2018. Cualidades y composición de silaje de avena forrajera (*avena sativa*) con urea y melaza. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Cutervo. Perú. 62 pp.
20. Avendaño, A. 2017. Evaluación productiva y nutricional de tres variedades de avena forrajera (*Avena sativa*): Cayuse Ear Leaf, y Avena nativa con tres niveles de fertirriego hidropónico en Mongui-Boyaca. Tesis de grado. Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Diutama, Boyaca. Disponible en: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13728/1052384235.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. Quispe, C. 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. Facultad de ciencias agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15613/Quispe\\_Ticona\\_Cliver\\_Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15613/Quispe_Ticona_Cliver_Antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
22. Nestares, A. 2014. Técnicas de conservación de forrajes para la alimentación animal. Instituto Nacional de Innovación Agraria - Ministerio de Agricultura y Riego. Lima - Perú. Pág.8-15. Disponible en: [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/730/1/NestaresTecnicas\\_conservacion\\_forrajes.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/730/1/NestaresTecnicas_conservacion_forrajes.pdf)
23. Gonzales, M. 2013. La avena como fuente de forraje conservado. Revista Ganadería y praderas. INIA La Platina. Tierra Adentro N°49. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/5999>
24. Mamani-Linares, Lindon Willy, & 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 2021. <https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200059>
25. Yactayo C. P, M. 2022. Composición botánica y nutricional de los pastos nativos y cultivados durante dos épocas en el distrito de Canchayllo, provincia de Jauja. Tesis de grado de maestro. Escuela de Posgrado Maestría en Nutrición. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 112pp.
26. Osorio, S. & Tapara, Z. 2020. Determinación de la composición química de los pastos nativos dominantes durante la época lluviosa en el predio Ranramocco – Lachocc. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ciencias Ingeniería Universidad Nacional De Huancavelica. 94 pp.
27. CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. 270 p. CSIRO Publishing. Australia.
28. INTA. 2012. Tabla de composición de alimentos para rumiantes: Heno de avena forrajera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Estación Experimental Balcarce - Estación Experimental Rafaela. Argentina. Disponible en: <https://www.agrositio.com.ar/noticia/72021-tabla-de-composicion-de-alimentos-pararumiantes>
29. Quispe, C. 2015. Efecto del concentrado fibroso sobre el rendimiento productivo y las emisiones de metano entérico (CH<sub>4</sub>) en alpacas (*Vicugna pacos*) en el centro experimental Quimsachata INIA-Puno 2015. Tesis para optar el título profesional de Médico veterinario y Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, Perú. Disponible en: [http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1802/777\\_2015\\_quispe\\_alanguia\\_cp\\_fcag\\_veterinaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1802/777_2015_quispe_alanguia_cp_fcag_veterinaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
30. Azcona, Á. C. 2013. Manual de nutrición y dietética. Departamento de Nutrición-M-008157. Madrid.
31. Contreras, P. J., De Los Rios, B., Montes, M., & Ramos, E. Y. 2013. Consumo y valor nutritivo del ensilado de *calamagrostis antoniana* y *avena sativa* asociada en diferentes proporciones en alpacas (*Vicugna pacos*). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 7(1), 50 pp.
32. Zuñiga T, L. C. 2020. Composición química de los principales ingredientes utilizados en la formulación de raciones en la engorda de bovinos en el valle de Mexicali. Tesis de grado de Maestro en Ciencias. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. Mexical, Baja California. 52 pp.
33. Chávez V, M. A. 2010. Definición de parámetros ideales para el almacenamiento y preservación de pacas de heno bajo condiciones naturales para la disponibilidad de un buen alimento para el ganado. Tesis de ingeniera Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Ecuador. 215 pp.
34. Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT). 2015. Determinación del valor nutricional de la pradera nativa provincia José Manuel Pando Municipio de Santiago de Machaca. J Selva Andina Anim Sci; 2(01):22 – 33 pp.
35. Guererro, A., & Edmundo, J. 2012. Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos. universidad de caldas, 25-46 pp.
36. FEDNA. 2016. Tablas nutritivas de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
37. An X, Zhang L, Luo J, Zhao S, Jiao T. 2020. Effects of Oat Hay Content in Diets on Nutrient Metabolism and the Rumen Microflora in Sheep. Animals (Basel). Dec 9;10(12):2341. doi: 10.3390/ani10122341. PMID: 33317030; PMCID: PMC7763615
38. Soikes, R; Kalinowski, J. & Echevarría, M. 1978. Composición química de especies forrajeras nativas (*Festuca dolycophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Muhlembergia fastigiata*) de la sierra central del Perú. En Anales Científicos. Ene-Dic Vol. 16, No. (14). Perú. 55-60 pp.
39. Cehak, A; Wilkens, M; Gushlbauer, M; Mrochen, N; Schröder, B; Feige, K; Breves, G. 2012. In vitro studies on intestinal calcium and phosphate transport in horses. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology. 161(2):259-264 pp.
40. Zhifeng, X; Rejun, F; Longchang, H; Wenqing, S. 2012. Molecular cloning and functional characterization of swine sodium dependent phosphate cotransporter type II b (NaPi-IIb). Molecular Biology Report.39(12):10557-10564 pp.
41. Carulla, J., Leon, J., & Pabon, M. 2008. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria, 30-49.
42. NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> ed. National Research Council. National Academy of Science. Washington DC, USA. 381 pp.

43. Pérez, A; Garduño, S; Rodríguez, R; Quero, A; Hernández, G; Enríquez, J. 2015. Evaluación morfológica, citológica y valor nutritivo de siete nuevos genotipos y un cultivar de pasto *Cenchrus ciliaris* L., tolerantes a frío. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.6(7):1679-1687 pp.