

## RENDIMIENTO FORRAJERO Y VALOR NUTRITIVO DE DOS VARIEDADES DE *Avena sativa* (CRIOLLA Y MANTARO-15), EN LA SIERRA CENTRAL DEL PERÚ

### Forage yield and nutritive value of two varieties of *avena sativa* (Creole and Mantaro-15) in the central highlands of Peru

Alberto Gilmer Arias Arredondo<sup>1</sup>, Juancarlos Alejandro Cruz Luis<sup>2</sup>, César Enrique Pantoja Aliaga<sup>3</sup>, Felipe Yali Rupay<sup>4</sup>, Walter Simeón Bermúdez Alvarado<sup>5</sup>, Enos Rudi Morales Sebastian<sup>6</sup>

#### RESUMEN

La baja productividad animal (carne, lana y leche) durante la época seca los productores buscan alternativas para mejorar esta deficiencia con la instalación de pastos permanentes y anuales, los cuales dispone de mejores rendimientos de forraje y calidad nutritiva. El objetivo del estudio fue de determinar el rendimiento forrajero y valor nutritivo de dos variedades de *Avena sativa* (Criolla y Mantaro-15) en la sierra central del Perú. El estudio se condujo en las regiones de Pasco y Junín, cuyo objetivo fue determinar el rendimiento forrajero y valor nutritivo de dos variedades de *avena sativa* en la sierra central del Perú. Para ello, se estudiaron los rendimientos forrajeros (MV, MS y %MS) y se analizaron el valor nutritivo (%PT, %FDN, %FDA, %DIVMO, %Ca, %P y EM) de las avenas. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. Los resultados de rendimiento forrajero para la *avena Criolla* en MV (14 456.0 kg ha<sup>-1</sup>), MS (2 423.4 kg ha<sup>-1</sup>) y %MS (16.8), en la *avena Mantaro-15* en MV (21 067.0 kg ha<sup>-1</sup>) y MS (3 215.0 kg ha<sup>-1</sup>) y %MS (15.5). El valor nutritivo para la *avena Criolla* y *Mantaro-15* en %PT (7.10 y 6.80), %FDN (42.90 y 34.80), %FDA (19.90 y 16.10), %DIVMO (87.80 y 78.90), %Ca (0.21 y 0.20), %P (0.24 y 0.21) y EM (14.00 y 12.60) respectivamente. Se concluye que la *avena Mantaro-15* tiene mejores rendimientos forrajeros y una mejor calidad de fibra y en ambos casos cubren los requerimientos de los ovinos mostrando un balance positivo.

**Palabras clave:** rendimiento, valor nutritivo, *avena (Avena sativa)*, ovinos (*Ovis aries*).

#### ABSTRACT

Specialized The low animal productivity (meat, wool and milk) during the dry season producers look for alternatives to improve this deficiency with the installation of permanent and annual pastures, which have better forage yields and nutritional quality. The objective of the study was to determine the forage yield and nutritive value of two varieties of *Avena sativa* (Criolla and Mantaro-15) in the central highlands of Peru. The study was conducted in the Pasco and Junin regions, with the objective of determine the forage yield and nutritive value of two varieties of *avena sativa* in the central mountain of Peru. For this, forage yields (GM, DM and %DM) were studied and nutritive value was analyzed (%PT, %FDN, %FDA, %DIVMO, %Ca, %P y EM) of the oats. A randomized complete block design was used for statistical analysis. The results for *Criolla* oat's forage yield in GM (14 456.0 kg ha<sup>-1</sup>), DM (2 423.4 kg ha<sup>-1</sup>) y %DM (16.8), *Mantaro-15* oat's in GM (21 067.0 kg ha<sup>-1</sup>) y DM (3 215.0 kg ha<sup>-1</sup>) y %DM (15.5). The nutritive value for *Criolla* and *Mantaro-15* oats in %PT (7.1 y 6.8), %FDN (42.9 y 34.8), %FDA (19.9 y 16.1), %DIVMO (87.8 y 78.9), %Ca (0.2 y 0.2), %P (0.2 y 0.2) y EM (14.0 y 12.6) respectively. It's concluded that *Mantaro-15* oat has better forage yield and a better quality of fiber, and in both cover the requirements of sheep showing a positive balance.

**Keywords:** yield, nutritive value, oat (*Oats sativa*), sheep (*Ovis aries*).

<sup>1</sup>✉ Investigador Asociado a la Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; Investigador, Asociado a la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. [albertogilmer@gmail.com](mailto:albertogilmer@gmail.com), [alberto.arias@epgunh.edu.pe](mailto:alberto.arias@epgunh.edu.pe)

<sup>2</sup>Director, Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Perú. [jcruz@inia.gob.pe](mailto:jcruz@inia.gob.pe)

<sup>3</sup>Docente Investigador de la Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. [pantoja4444@hotmail.com](mailto:pantoja4444@hotmail.com)

<sup>4</sup>Docente Investigador de la Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. [fyalir2605@gmail.com](mailto:fyalir2605@gmail.com)

<sup>5</sup>Docente Investigador de la Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. [wsbermudez@hotmail.com](mailto:wsbermudez@hotmail.com)

<sup>6</sup>Docente Investigador de la Escuela Profesional de Zootecnia, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú. [ermis\\_rudi@hotmail.com](mailto:ermis_rudi@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En la región Pasco y Junín, se crían 1 333 424 millones de ovinos de distintas razas en la que predomina el Criollo con 68.7 % de la población total (INEI, 2012), esta raza se caracteriza por su alta rusticidad, menor estacionalidad reproductiva y alta habilidad de pastoreo (Flores et al., 2003). Su peso vivo para hembras adultas se encuentra entre de los 20 a 30 kg, en machos de 23.0 a 45.5 kg y con una media en peso de vellón de 1.5 kg (Cabrera et al., 1990). La segunda raza en importancia es el Corriedale con un 20.7 % de la población (INEI, 2012), esta raza se adecúa a diversos climas, es un animal de doble propósito y de buena conformación muscular (Aliaga, 2012), además se reportan en los machos pesos de 45 a 58 kg de peso vivo con un peso promedio de vellón de 4 kg, en hembras se reportan pesos de 40 a 42 kg de peso vivo y de 2.8 a 3.5 kg de peso de vellón (Flores et al., 2003). Finalmente, el 10.6 % son ovinos de otras razas como; el ovino Junín, Hampshire Down y Black Belly, principalmente (INEI, 2012). El ovino Junín es considerado como la primera raza desarrollada en la región andina y una de las pocas razas creadas en el hemisferio occidental durante el siglo pasado, es un animal que produce carne y lana (Rivera et al., 2015). Estos animales son criados en un sistema extensivo donde su alimento principal lo constituyen los pastos naturales.

Los pastos naturales de la región Pasco y Junín abarcan una extensión de 1 558 530.15 millones de hectáreas (INEI, 2012), de los cuales entre el 40 y 60 % se encuentran en condición pobre, con una baja capacidad de carga de 0.5 unidad ovina por hectárea por año (Flores et al., 2005) reduciéndose la oferta de forraje para el ganado en la época de escases de lluvias. Paredes et al. (2014), argumentan que la cantidad y calidad nutritiva de las pasturas están influenciadas por una marcada estacionalidad de lluvias. El valor nutritivo de estos pastizales es relativamente bajo en proteína total (7.7 %), contenidos inadecuados 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 (Flores et al., 2003; Flores et al., 2005).

Bajo este escenario, con el fin de evitar una merma en la productividad animal durante la época seca, los productores buscan alternativas para mejorar estas deficiencias (Jiménez et al., 2010). Las alternativas que se han tomado en cuenta para solucionar estas carencias son la instalación de pastos perennes y anuales, ya que estas 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 escases de pastos (mayo-setiembre). Así mismo, Pereyra et al. (2013), considera que la producción por unidad de área y de tiempo, el sistema de intercultivos puede ser otra forma de mejorar la rentabilidad para estos pastos. En este contexto de entre todos los pastos permanentes y anuales, la avena forrajera es la que con mayor frecuencia se siembra puesto que proporcionan mayores volúmenes de forraje en época de lluvia de 20 a 30 t ha<sup>-1</sup> y mejores contenidos nutricionales como proteína cruda de 7.57 a 10.15%, las mismas que pueden ser conservadas en forma de heno y/o ensilado para luego ser utilizados en la época de estiaje (Noli et al., 2006). Por tanto, el objetivo del estudio fue de determinar el rendimiento forrajero y valor nutritivo de dos variedades de *Avena sativa* (Criolla y Mantaro-15) en la sierra central del Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y características de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en los centros experimentales de Casaraca y Alpaicayán de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), en el fundo Papaná en Ninacaca y la unidad de producción Rumichaca de la Cooperativa Comunal de Huayllay Ltda. N°16. Las zonas de estudio variaron en altitudes de 3 919 a 4 286 m.s.n.m. y entre sus principales características físicoquímicas de suelo destacaron, el pH variado entre 4.5 a 5.2 con contenidos altos de materia orgánica de 4.4 a 7.3%. El componente mineral se caracterizó por presentar contenidos de fósforo de 3.1 a 31.9 ppm; potasio de 39.0 a 147.5 ppm y completando el panorama edáfico se encontró una clase textural de franco arenosa (Tabla. 1). El tipo de vegetación predominante fue el pajonal y las especies dominantes fueron; *Festuca dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Calamagrostis vicunarum*, *Calamagrostis antoniana* y *Calamagrostis rigensens* (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de los lugares en estudio y sus principales características.

Variables	Centro Experimental Casaracra	Centro Experimental Alpaicayán	Fundo Papana	Unidad de Producción Rumichaca
Región	Junín	Pasco	Pasco	Pasco
Provincia	Yauli	Pasco	Pasco	Pasco
Distrito	Paccha	Vicco	Ninacaca	Huayllay
Altitud (m s.n.m.)	3 919	4 127	4 286	4 159
Tipo de vegetación	Pajonal	Pajonal	Pajonal	Pajonal
Especies dominante	<i>Festuca dolichophylla</i> y <i>Calamagrostis antoniana</i>	<i>Stipa ichu</i> y <i>Calamagrostis antoniana</i>	<i>Festuca dolichophylla</i> y <i>Calamagrostis rigensens</i>	<i>Calamagrostis vicunarum</i> y <i>Festuca dolichophylla</i>
pH del suelo	4.7	5.2	4.5	4.9
Materia orgánica (%)	6.3	4.4	4.5	7.3
Fósforo (ppm)	3.1	12.8	31.9	3.2
Potasio (ppm)	132.0	39.0	147.5	134.5
Textura de suelo	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso

## Metodología

La preparación del terreno para la instalación de las variedades de avena (*Avena sativa*), se realizó con un tractor agrícola, iniciando con el arado de discos a una profundidad de 30 cm, seguido de la pasada de rastra con la finalidad de aflojar el terreno, romper los terrones y de este modo obtener una mejor cama de siembra para favorecer el establecimiento de las semillas. Se trabajó con dos variedades de *Avena sativa*; Criolla y Mantaro-15, obtenidas de la estación experimental Santa Ana del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Se sembraron en parcelas de una hectárea por cada variedad y en cada lugar experimental, la siembra se realizó al voleo con una densidad de 100 kg ha<sup>-1</sup> por cada tratamiento; designándose a la avena Criolla como el tratamiento 1 (T1) y Mantaro-15 como el tratamiento 2 (T2).

La siembra se realizó entre el 15 de noviembre al 11 de diciembre de 2013 en los diferentes lugares de evaluación. Para la cosecha se esperó que los cultivos alcancen el estado de grano lechoso, el cual sucedió en la semana 23 después de la siembra. El rendimiento forrajero se estimó en materia verde y materia seca. Para la estimación del rendimiento en materia verde (MV) kg ha<sup>-1</sup>, se seleccionaron áreas de muestreo al azar utilizando cuadrantes de 1 m<sup>2</sup>, realizándose 13 cortes por hectárea, luego se pesó con una balanza de precisión todas las muestras que contenían las diferentes partes de la planta (tallos, hojas y granos). Para obtener el rendimiento en materia seca (MS) en kg ha<sup>-1</sup>, se utilizaron las muestras que sirvieron para estimar materia verde, las cuales se dejaron al aire libre para reducir la humedad y luego fueron llevados a la estufa a 60°C durante 48 horas,

después del cual se procedió a tomar los pesos y se estimó el rendimiento en MS.

Para el análisis del valor nutritivo, las muestras secas fueron trituradas y molidas en un molino Wiley (malla de 1 y 2 mm). Posteriormente se transportaron al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina, donde se determinó la concentración de proteína total (PT), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA), calcio (Ca) y fósforo (P), mediante el análisis micro Kjeldahl (N x 6.25) (AOAC, 2005). Mientras que la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO), se estimó por la técnica de Tilley y Terry, modificado por Van et al., (1991), finalmente se estimó el contenido de energía metabolizable aplicando la ecuación EM (MJ kgMS<sup>-1</sup>) = 0.16 x DIVMO (Geenty y Rattray, 1987).

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el diseño bloques completamente al azar (Domínguez et al., 2012), 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 (Kuehl, 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento forrajero

La avena Criolla registró un rendimiento de 14 456.0 kg ha<sup>-1</sup> de materia verde (MV) y 2 423.4 kg ha<sup>-1</sup> de MS en promedio, en tanto que la avena Mantaro-15 alcanzó 21 067.0 kg ha<sup>-1</sup> en MV y 3 215.0 kg ha<sup>-1</sup> en MS. Encontrándose diferencias

significativas ( $p < 0.05$ ) para MV y MS entre las dos variedades (Tabla 2).

Tabla 2. Rendimiento de forraje de dos variedades de *Avena sativa* ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Variable	Criolla	Mantaro-15
Materia Verde (MV $\text{kg ha}^{-1}$ )	14 456.0 <sup>a</sup>	21 067.0 <sup>b</sup>
Materia Seca (MS $\text{kg ha}^{-1}$ )	2 423.4 <sup>a</sup>	3 215.0 <sup>b</sup>
Porcentaje Materia Seca (% MS)	16.8 <sup>a</sup>	15.5 <sup>a</sup>

<sup>(a,b)</sup> Letras diferentes en cada columna revelan diferencias entre variables ( $p < 0.05$ ).

Los rendimientos de MV y MS fueron similares a los reportados por Noli et al. (2004a) que reportó rendimientos de 20 880  $\text{kg ha}^{-1}$  en MV y 6 358  $\text{kg ha}^{-1}$  en MS para la avena Mantaro-15, sembradas en condiciones similares a la del estudio ya que se instalaron en la región Junín en los distritos de Junín y Paccha a una altitud media de 4 000 m s.n.m. Así mismo, Noli et al., (2004b), menciona que en la estación experimental Santa Ana (INIA) a 3 260 m s.n.m., la avena Mantaro-15 alcanzó un rendimiento en MV de 63 300 y 30 040  $\text{kg ha}^{-1}$  de MS, los cuales fueron superiores a los obtenidos por nuestro estudio. Lo que indica que la altitud y medio ambiente influyen considerablemente en el rendimiento de estos cultivares.

Cuando comparamos el % MS para ambas variedades encontramos que la avena Criolla obtuvo un 16.8 % MS, en la Mantaro-15 un 15.5 % MS (Tabla 2), no registrándose diferencias significativas entre las variedades ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, los resultados son inferiores a los reportados por Noli et al., (2004a), que muestra resultados de entre 28.9 a 39.4 % MS. Pudiendo explicarse por diferentes causas entre las que destacan el momento de siembra y cosecha, condiciones ambientales y tipos de suelos ya que se define por investigaciones realizadas que el momento óptimo de cosecha, es cuando las avenas se encuentra en estado de grano lechoso a masoso para maximizar la producción de nutrientes y biomasa (Espitia et al., 2012).

## Valor nutritivo

### *Proteína total (PT)*

La PT para la avena Criolla fue de 7.1 % y en Mantaro-15 de 6.8 % (Tabla 3), sin diferencias significativas entre las dos variedades ( $p > 0.05$ ). Nuestros resultados son inferiores a los encontrados por varias investigaciones (Nuñez et al., 2010; Ramírez et al.,

2013; Ramírez et al., 2015) que obtuvieron valores de 10.5; 12.3 y 9.2 % respectivamente. Estas diferencias de contenido de proteína total en las avenas sativas se pueden atribuir a muchos factores; tipo de suelo, contenido de materia orgánica, pH del suelo, contenidos de minerales (N, P y K), niveles de fertilización y condiciones ambientales, lo que se traduce en una gran diversidad de comportamientos productivos (Lares et al., 2013). Además de ello el contenido de PT en las gramíneas puede variar entre 3 % en una gramínea de estado muy maduro hasta más del 30 % en una pastura muy tierna, es decir el contenido de pared celular esta inversamente relacionado con el contenido de proteínas, el contenido de celulosa suele ser de 20 a 30 % de la materia seca, por ello la alimentación de rumiantes con avena puede tener efectos positivos sobre los microorganismos ruminales aumentando la disponibilidad de nitrógeno amoniacal, aminoácidos y péptidos (Lares et al., 2013).

### *Fibra detergente neutra (FDN)*

El contenido de FDN en la avena Criolla fue de 42.9 % en tanto que en la Mantaro-15 fue de 34.8 % (Tabla 3), encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ). Los resultados se encuentran por debajo de los obtenidos por; Ramírez et al. (2013) que reportaron contenido 42.1 %; Sánchez et al. (2014), 61.1% y Coblenz y Walgenbach (2010), 62.7% de FDN. Estas diferencias se pueden explicar por las distintas condiciones ambientales como el desarrollo de la planta, condiciones climatológicas, diferencias genéticas de la planta, entre otros. En este contexto, el NRC (2007) menciona que las dietas de rumiantes deben contener al menos de 25 a 35 % de FDN para asegurar un buen funcionamiento del rumen, es decir la fibra detergente neutra consumida favorece a la producción de saliva, un pH ruminal de 6.2-6.8 y una correcta actividad celulítica. Además, Lima et al. (2012), argumentan que es una fracción química que corresponde al material estructural de las células vegetales, cuya composición química compleja la hace potencialmente digestible por los rumiantes, quienes pueden obtener a partir de ella la energía necesaria para sus funciones vitales. En consecuencia, la avena Mantaro-15 tiene un contenido adecuado de FDN, a diferencia de la avena Criolla que tiene contenidos superiores, al valor definido como FDN efectiva requerida por la NRC (2007).

### *Fibra detergente ácido (FDA)*

El contenido de FDA en la avena Criolla fue de 19.9 %

y en Mantaro-15 fue de 16.1 %, encontrándose diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) (Tabla 3). Los resultados fueron inferiores a los reportados en varias investigaciones (Ramírez et al., 2013; Coblentz y Walgenbach, 2010 y Fernández et al., 2008), quienes reportaron resultados de 23.5, 25.7 y 28.03 % de FDA respectivamente; y cercanos a los recomendados por la NRC. La NRC (2007) menciona que los contenidos adecuados de FDA son de 21 a 27 % considerados como ideal para los rumiantes. La FDA ayuda a moderar el pH del rumen a través del proceso de la rumia, el cual estimula la producción de saliva importante en la prevención de los trastornos metabólicos. La 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 (Pérez et al., 2015).

Tabla 3. Valor nutritivo de dos variedades de *Avena sativa*.

Variables	Criolla	Mantaro-15
Proteína total (N x 6.25) (PT%)	7.10 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>
Fibra Detergente Neutra (FDN%)	42.90 <sup>a</sup>	34.80 <sup>b</sup>
Fibra detergente ácido (FDA%)	19.90 <sup>a</sup>	16.10 <sup>b</sup>
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia orgánica (DIVMO%)	87.80 <sup>a</sup>	78.90 <sup>a</sup>
Calcio (Ca%)	0.21 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>
Fósforo (P%)	0.24 <sup>a</sup>	0.21 <sup>a</sup>
Energía Metabolizable (EM MJ kgMS <sup>-1</sup> )	14.00 <sup>a</sup>	12.60 <sup>a</sup>

(<sup>a,b</sup>) Letras diferentes en cada columna revelan diferencias entre variables ( $p < 0.05$ ).

#### *Digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO)*

Las DIVMO de la avena Criolla fue de 87.8 % y en la Mantaro-15 fue de 78.9 % (Tabla 3), no encontrándose diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Los resultados fueron superiores a los reportados por las investigaciones de Ramírez et al. (2013) y Fernández et al. (2008) los que argumenta que encontraron 66.5 y 68.2 % de DIVMO en avenas en estado de grano lechoso. Esto puede atribuirse a las diferencias genéticas de los cultivares, así como las diferentes condiciones ambientales. La DIVMO es un indicador de la cantidad de materia orgánica digerida por los microorganismos ruminales, en consecuencia, es un estimador de la cantidad de nutrientes disponibles para los animales y se relaciona estrechamente con el contenido energético de los forrajes (Magaña et al., 2013).

#### *Calcio (Ca)*

El contenido de Ca fue de 0.21 % tanto para la avena

Criolla y la Mantaro-15 (Tabla 3), no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Los resultados fueron inferiores a los reportados por Salcedo (1998) que encontró un 0.39 % de calcio. El contenido de calcio puede variar de acuerdo a los niveles de presencia de este mineral en el suelo, el manejo del terreno, la época de corte del forraje, niveles de fertilización, así como las condiciones atmosféricas. El Ca 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 (Cehak et al., 2012).

#### *Fósforo (P)*

Los contenidos de P en la avena Criolla fueron de 0.24 % y en la Mantaro-15 de 0.21 % (Tabla 3), no encontrándose diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Los resultados fueron inferiores a los de Salcedo (1998) que mostró contenidos de 0.35 % para P. Del mismo modo que en Ca, estas diferencias en P pueden variar de acuerdo a los niveles de este mineral en el suelo, época de corte, condición ambiental. El fósforo es un nutriente esencial tanto para el animal como para los microorganismos del rumen. 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 (Cehak et al., 2012 y Zhifeng et al., 2012). Finalmente, el fósforo es considerado el mineral más deficiente en los rumiantes a pastoreo.

#### *Energía metabolizable (EM)*

El contenido de EM para la avena Criolla fue de 14.0 MJ kgMS<sup>-1</sup> y para la Mantaro-15 de 12.6 MJ kgMS<sup>-1</sup> (Tabla 3), sin diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Estudios realizados para mantenimiento de borregas mencionan que el requerimiento de energía metabolizable es de 7.0 MJ EMdía<sup>-1</sup> (Nicol y Brookes 2007). La energía metabolizable es la cantidad de energía proveniente del alimento que dispone el animal para sus procesos metabólicos, así mismo se especifica la cantidad de energía alimentaria disponible en el ingrediente para la producción de calor y el desarrollo del organismo.

## CONCLUSIONES

La avena Mantaro-15 mostró mayores rendimientos forrajeros con 21 067.0 kg de forraje verde en comparación a la avena Criolla que presentó una producción de 14 456.0 kg, mostrando diferencias significativas entre tratamientos en materia verde, en lo que respecta al contenido de materia seca los resultados fueron de 3 215.0 kg para el tratamiento Mantaro-15 y 2 423.4 kg para la Criolla con diferencias significativas, finalmente el porcentaje de materia seca mostro diferencias significativas entre tratamientos con 15.5 % para el Mantaro-15 y 16.8 % para la Criolla.

El valor nutritivo de la avena Criolla y Mantaro-15 fueron similares en los contenidos de proteína total con 7.10 y 6.80 % para Criolla y Mantaro-15, en los contenidos de FND y FDA se encontró que la Mantaro-15 con 34.80 y 16.10 % es de mejor calidad nutricional de acuerdo a la NRC en comparación al tratamiento Criolla que mostró contenido de 42.90 y 19.90 % en FDN y FDA respectivamente, en la digestibilidad in vitro de la materia orgánica mostró resultados de 87.80 y 78.90 % para la Criolla y Mantaro-15 respectivamente. Finalmente, en los contenidos de minerales calcio y fósforo no se encontraron diferencias significativas para ambos tratamientos.

Por otro lado, analizando el contenido de EM de ambas avenas, se puede notar que ambas cubren los requerimientos nutricionales de los ovinos y dejan un remanente importante para ganancia de peso en etapas claves como el engorde.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco- Perú. Por el financiamiento del presente estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

Aliaga, J. 2012. Producción de ovinos. Editorial. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

AOAC. 2005. Official methods of Analysis of AOAC International, 18th edition, AOAC International. Maryland, USA. 80:908-912.

Cabrera, P; Chávez, J; Burfening, P. 1990. El ovino criollo en el Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Instituto Nacional de Investigación Agraria Agroindustrial INIAA. Programa

Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. Lima, Perú.

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. 2012.

Coblentz, W; Walgenbach, R. 2010. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States. *Animal. Sciencis*. 88:383-399.

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.

Espitia, R; Villaseñor, M; Tovar, G; Olán, M; Limón, O. 2012. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 771-783.

Fernández, A; Larrea, D; Bolleta, A; Tulesi, M; Lagranje, S. 2008. Evaluación de calidad nutricional de diferentes estados de madurez del cultivo de avena para la obtención de henos o silaje de planta entera. INTA. Bordenave, Argentina.

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, 2007.

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.

Geenty K; Rattray, P. 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. *Livestock feeding on pasture*. New Zealand Society of animal Production Occasional Publication. 10:39-53.

INEI, 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática, resultados generales por departamentos. Presidencia de la Republica. Lima, Perú.

Jimenez, R; San Martín, F; Huamán, H; Ara, M; Huamán A. 2010. Subproductos de papa en la alimentación estrategia de ovinos durante la estación seca en el valle del Mantaro. *Revista*

- de Investigación Veterinaria del Perú. 21(1):11-18
- Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos: Principios Estadísticos de Diseño y Análisis de Investigación. Editorial. Thomson Learning, México.
- Lares, I; Oomah, D; Proal, B; Villanueva, I; Návar, J; Ortiz, F. 2013. Avenanthramides and nutritional components of four mexican oat (*Avena sativa* L.) varieties. *Agrociencia*. 47(3): 225-232.
- Lima, L; de Carvalho, R; Mattos, R; Nussio, G; Castro, G; Amaral, G. 2012. Comparação da fibra em detergente neutro de forragens: Comportamento ingestivo e cinética ruminal. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 7(3): 535-542.
- Magaña, H; Bacab, H; Madera, N; Ortiz, B; 2013. Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. 17(2):41-52.
- Nicol A; Brookes I. 2007. The metabolisable energy requirements of grazing livestock. In: Rattray, P; Brookes, I; Nicol, A. Pasture and supplements for grazing animals. Hamilton, New Zealand.
- Noli E; Canto, A; Segura, J. 2006. La avena forrajera INIA Mantaro 15 mejorado una alternativa de forraje para la zona alto andina. En XXIX Resumen APPA. Lima, Perú.
- Noli, C; Asto, R; Canto, A. 2004a. Evaluación de variedades de avena forrajera tolerantes a sequías y heladas para la producción de forraje verde. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Lima, Perú.
- Noli, C; Segura, J; Canto, A. 2004b. La avena forrajera INIA mantaro 15 mejorada una alternativa de Forraje para la zona altoandina. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. Lima, Perú.
- NRC. 2007. Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and new world camelids. National Research Council, National Academic Press, Washington.
- Núñez, G; Payán, J; Pena, A; González, F; Ruiz, O; Arzola, C. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(2): 85-98.
- Paredes, J; San Martin, F; Olazábal, J; Ara, M. 2014. Efecto del nivel de fibra detergente neutra sobre el consumo en la alpaca (*Vicugna pacos*). *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 25(2):205-212.
- Pereyra, T; Pagliaricia, H; Ohanian, A; Bonvillani, M. 2013. Producción de biomasa aérea y uso equivalente de la tierra en intercultivos de alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Revista Pastos y forrajes*. 36(2):177-183.
- 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.
- Ramírez, S; Domínguez, D; Salmerón, J; Villalobos, G; Ortega, J. 2013. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 36 (4): 395-403.
- Ramírez, S; Domínguez, D; Salmerón, JJ; Villalobos, G; Ortega, J. 2015. Contreo en surco y etapa de madurez sobre la producción y calidad del forraje de variedades de avena. *Archivos de Zootecnia*. 64 (247): 237-244.
- Rivera, K; Maturrano, L; Aguilar, J; Rosadio, R. 2015. Detección del gen prp de scrapie en ovinos junín. *Revista de Investigación Veterinaria del Perú*. 26(1) 57:65.
- Salcedo, G. 1998. Valor nutritivo y degradabilidad ruminal de la *Avena sativa* y *Vicia sativa*. Departamento de Ganadería. Instituto de Enseñanza Secundaria "La Granja". España.
- Sánchez, R; Gutiérrez, H; Serna, A; Gutiérrez, R; Espinoza, A. 2014. Producción y calidad de forraje de variedades de avena en condiciones de temporal en Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 5 (2):131-142.
- Van, PJ; Robertson, JB; Lewis, BA. 1991. Métodos de fibra dietética, detergente neutro de fibra, y los polisacáridos sin almidón en relación a la alimentación animal. *Journal of Dairy Ciencia*. 74(10): 3583-3597.
- 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.

Artículo recibido en: 17 de junio 2021

Aceptado en: 22 de agosto 2021