

Estudio comparativo de la densidad de siembra y su efecto sobre la producción de forraje y calidad nutricional de pastos perennes asociados, en condiciones alto andinas del Perú

Comparative study of sowing density and its effect on forage production and nutritional quality of associated perennial pastures, in high Andean conditions of Perú

Alberto Gilmer Arias-Arredondo^{1,4}, César Enrique Pantoja-Aliaga¹, Juancarlos Alejandro Cruz Luis², Alfonso Atanacio Carvajal³, Christian Miguel Candela Barra³, Melina López Rodríguez¹

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco - Perú. E-mail: albertogilmer@gmail.com; alberto.arias@epgunh.edu.pe. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6055-8722>

² Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias, Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima – Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1169-440X>

³ Dirección General de Ganadería, Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Lima – Perú. <https://orcid.org/0000-0003-4732-9818>

⁴ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica – Perú.

Resumen

El estudio se llevó a cabo en la sierra central del Perú a 3 900 m.s.n.m, en el centro experimental de Casaraca de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde el objetivo fue la de determinar y analizar el rendimiento forrajero y la calidad nutricional de los pastos asociadas en distintas densidades de siembra. En la producción forrajera se determinó los valores de materia verde y materia seca y el porcentaje de materia seca; en la calidad nutricional se analizó las variables nutricionales %PT, %FDN, %FDA, %Ca y %P. se utilizó un diseño completamente al azar. Los resultados para rendimiento forrajero para el tratamiento 1 en MV fue 3.54 kg/m² y MS 0.68 kg/m², en el tratamiento 2 en MV fue 2.61 kg/m² y MS 0.72 kg/m², para el tratamiento 3 en MV fue 3.07 kg/m² y MS 0.98 kg/m² y finalmente en el tratamiento 4 la MV fue 2.48 kg/m² y MS 0.93 kg/m². La calidad nutricional para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 en %PT (15.56, 15.21, 6.81 y 5.37), %FDN (48.85, 43.82, 43.34 y 41.89), %FDA (28.82, 26.31, 27.27 y 24.43), %Ca (0.86, 0.80, 0.33 y 0.17), %P (0.25, 0.24, 0.18 y 0.07) respectivamente. Donde se concluye que el tratamiento 4 mostro contenidos aceptables de fibras en la alimentación de ovinos.

Palabras claves: Pasto permanente, rendimiento forrajero, calidad nutricional.

Abstract

The study was carried out in the central highlands of Peru at 3,900 meters above sea level, in the Casaraca experimental center of the Daniel Alcides Carrión National University, where the objective was to determine and analyze the forage yield and nutritional quality of the associated grasses in different density is sowing. In forage production, the values of green matter and dry matter and the percentage of dry matter were determined; in nutritional quality, the nutritional variables % PT, %NDF, %FDA, % Ca and % P were analyzed. a completely randomized design was used. The results for forage yield for treatment 1 in MV was 3.54 kg / m² and DM 0.68 kg / m², in treatment 2 in MV it was 2.61 kg / m² and DM 0.72 kg / m², for treatment 3 in MV it was 3.07 kg / m² and DM 0.98 kg / m² and finally in treatment 4 the MV was 2.48 kg / m² and DM 0.93 kg / m². The nutritional quality for treatments 1, 2, 3 and 4 in % PT (15.56, 15.21, 6.81 and 5.37), % FDN (48.85, 43.82, 43.34 and 41.89), % FDA (28.82, 26.31, 27.27 and 24.43), % Ca (0.86, 0.80, 0.33 and 0.17), % P (0.25, 0.24, 0.18 and 0.07) respectively. Where it is concluded that treatment 4 showed acceptable fiber content in sheep feeding.

Keywords: Permanent pasture, forage yield, nutritional quality.



Introducción

En la zona altoandina del Perú, la producción de forraje tiene como base los pastos naturales el cual cuenta con una extensión de 18 018 794 has (INEI, 2012) los cuales se encuentran en condiciones pobres y muy pobres con una baja capacidad de carga animal de 0.5 U.O/ha/año (Flores *et al.*, 2005A; Contreras *et al.*, 2013; Rodríguez, 2004) y de baja calidad nutricional, siendo en la época de estiaje la más crítica con bajos contenidos de proteína (7.7%), valores inadecuados de fibra detergente neutra (70.8%) y limita energía metabolizable de (5.2 MJ/kgMS), los cuales son considerados críticos, inferiores e inadecuados para el mantenimiento del ganado lo que conlleva a una disminución de los parámetros productivos y reproductivos de los ovinos (Flores *et al.*, 2003; Flores *et al.*, 2005A; NRC, 2001).

La crianza de ovinos viene a ser una actividad de vital importancia en la zona, tanto en lo económico y social, ya que estos producen carne, leche y lana, siendo de este modo el principal sustento de más de 500 mil familias campesinas (Aliaga, 2012; Flores *et al.*, 2003). En la actualidad se vienen instalando una serie de alternativas de pastos anuales y perennes (*Avena sativa*, *Lolium multiflorum lam*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* y *Trifolium*

pratense) con la finalidad de mejorar la producción y calidad nutricional del forraje, para así asegurar la producción del ganado durante el periodo de escasez (Duldhy *et al.*, 1994).

La producción de forraje y calidad nutricional de pastos cultivados perennes muestran volúmenes de forraje en una asociación de *Dactyles glomerata* y *Trifolium pratense* de 6 167.7 kg/MS/ha para todo el año y en la calidad nutricional muestra contenidos de proteína cruda de 16.2%, fibra detergente neutro de 49.9%, digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de 54.5%, calcio con 1.01% y fósforo 0.26% (Flores *et al.*, 2005B) lo cual significa que la asociación de pastos perennes permite aumentar la producción y la calidad nutricional del alimento que se ofrece a los ovinos en la zona altoandina del país. Sin embargo, se puede realizar estudios para establecer mecanismos para elevar la disponibilidad de forraje y el valor nutritivo. En este contexto, se realizó el presente estudio con el objetivo de determinar la producción de forraje y la calidad nutricional de pastos cultivados asociados (*Lolium multiflorum lam*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*).

Metodología

Ubicación del lugar de estudio

El estudio se realizó en el centro experimental de Casaraca de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, ubicado en el distrito de Paccha provincia de Yauli, departamento Junín ($11^{\circ}27'32.5''$ LS, $75^{\circ}57'25.2''$ LO y 3 819 m.s.n.m., Arias, 2015). Donde el clima es muy frío con temperaturas que varían de entre -1°C a 21°C para la época seca (mayo-setiembre). El suelo tiene las siguientes características un pH de 5.3 considerado como muy ácido, con contenidos de materia orgánica de 6.6%

valores disponibles de fósforo de 2.6 ppm y potasio 142 ppm y una clase textural de franco limoso.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos (Tabla 1). El tamaño de cada parcela experimental fue de $2\,739.3\text{m}^2$. Los resultados se sometieron a un ANOVA para las variables, se sometió a una prueba de medias a través de la prueba de Duncan al 5% (Kuehl, 2000; Calzada, 1982).

Tabla 1
Formula de densidad de siembra para los tratamientos de pastos

Especie	Nombre científico	Densidad de siembra (kg)			
		T-1 ^a	T-2 ^b	T-3 ^c	T-4 ^d
Rye grass inglés	<i>Lolium perenne</i>	5.1	5.1	6.5	7.0
Rye grass italiano	<i>Lolium multiflorum</i>	3.1	3.5	4.5	5.5
Dactyles	<i>Dactyles glomerata</i>	3.1	3.9	5.0	7.0
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	0.8	1.2	1.5	1.0
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	0.4	0.2	1.0	0.5

^aTratamiento 1, ^bTratamiento 2, ^cTratamiento 3, ^dTratamiento 4.

Procedimiento experimental

La preparación del terreno se realizó con un tractor agrícola iniciándose con el arado de discos a una profundidad de 25 cm, seguido de la pasada de rastra con el fin de romper los terrones de suelos que puedan quedar para así obtener una mejor cama de siembra y maximizar el establecimiento de las semillas. Las semillas que se utilizaron fueron de la empresa Hortus S.A, el método de siembra realizado fue al voleo para cada

tratamiento el cual se ejecutó el 18 de noviembre del 2015. La cosecha se realizó en el estadio de espiga de las gramíneas, el cual sucedió en el mes de mayo del 2016 después de 6 meses. Para determinar la producción de forraje se estimó los contenidos de materia verde (MV) y materia seca (MS), para MV se seleccionaron áreas de muestreo al azar utilizando un cuadrante de 1m^2 donde se realizó el corte de todas las plantas y sus partes (tallos y hojas) en total se realizaron 10 cortes considerando cada

una como una repetición, seguido de ello se procedió a pesar por cada corte. La MS se determinó mediante el secado de las muestras que se tenían los cuales fueron dejados al aire libre para reducir la humedad, luego de ello se llevó a la estufa a 60 °C para completar el secado hasta obtener un peso constante de la muestra. La calidad nutricional se determinó de las muestras secas los cuales fueron triturados y molidos en un molino Wiley (malla de 1 a 2 mm). Los análisis se realizaron en el laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde se determinó los contenidos de proteína total (PT), Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), Calcio (Ca) y Fósforo (P), los cuales fueron obtenidos

mediante el análisis micro Kjeldahl (Nx6.25) (AOAC, 2005). La digestibilidad *in vitro* se estimó por la técnica de Tilley y Terry, modificado por H.K. Van soest *et al.*, (1991).

Resultados y discusión

Rendimiento forrajero

La variación de la producción de forraje en los diferentes tratamientos para cada variable en materia verde (MV), materia seca (MS) y la determinación del porcentaje de materia seca (%MS) se muestran en la tabla 2. En **Materia verde** el tratamiento 1 mostro mayor índice de producción en comparación a los demás tratamientos 2, 3 y 4 mostrando una diferencia significativa ($p < 0.05$). Los tratamientos 2, 3 y 4 fueron similares estadísticamente.

Tabla 2
Rendimiento forrajero de tratamientos instalados.

Variable	Tratamientos			
	T1 ^a	T2 ^b	T3 ^c	T4 ^d
Materia verde (kg/m ²)	3.54 ^a	2.61 ^{ba}	3.07 ^{ba}	2.48 ^b
Materia seca (kg/m ²)	0.68 ^b	0.72 ^{ba}	0.98 ^a	0.93 ^{ba}
% de materia seca	19.05 ^d	27.24 ^c	32.10 ^b	37.90 ^a

^a Tratamiento 1, ^b Tratamiento 2, ^c Tratamiento 3, ^d Tratamiento 4. (^{a,b,c y d}) Letras diferentes en cada columna revelan diferencias entre variables ($p < 0.05$).

Para la **Materia seca** mostro que el tratamiento 3 obtuvo el mayor resultado en comparación a los otros tratamientos mostrando una diferencia significativa ($p < 0.05$), el tratamiento 2 fue igual estadísticamente a los tratamientos 1, 2 y 4. Flores *et al.*, (2005) encontró resultados para

la época de lluvia un rendimiento de pastos asociados de 5, 066.0 kg/MS/ha, siendo estos resultados menores a los encontrados por el presente estudio en el cual el promedio de producción para el tratamiento 1 fue de 6, 800.00 kg/MS/ha, en el tratamiento 2 de 7, 200.0 kg/MS/ha, tratamiento 3 revelo

9,800.0 kg/MS/ha. y finalmente el tratamiento 4 obtuvo un rendimiento de 9,300.0 kg/MS/ha; sin embargo estos resultados dependen de varios factores.

Finalmente, en lo que respecta al **porcentaje de materia seca** el tratamiento 4 mostro el mayor número revelando una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos; estas diferencias significativas se pueden atribuir a las diferentes densidades de siembra, estado fenológico, momento de siembra y cosecha, condiciones atmosféricas y tipo de suelo.

Calidad nutricional

La tabla 3, contiene la información acerca de los resultados de la composición química de los tratamientos evaluados para la época lluvioso (noviembre a junio) de los tratamientos instalados, donde se revelan

que los valores obtenidos para las variables evaluadas que son proteína total (PT), Calcio (Ca), Fósforo (P), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente acida (FDA).

Proteína total

El tratamiento 1 tuvo mejores resultados en comparación a los tratamientos 3 y 4 mostrando una diferencia significativa ($p < 0.05$) para ellos, el tratamiento 2 obtuvo un resultado estadísticamente similar al tratamiento 1. En investigaciones realizados por Flores *et al.*, (2005B) revelo resultados de 19.88 % de proteína total para la época de lluvia y de 10.67% de PT para la época seca, nuestros resultados se encuentran muy cerca a los mostrados por Flores *et al.* Estas diferencias de resultados se pueden atribuir a diversos factores como el medio ambiente, calidad de suelo y condiciones atmosféricas.

Tabla 3

Composición nutricional de asociación de pastos permanentes.

Variables	Asociación de leguminosas y gramíneas			
	T1 ^a	T2 ^b	T3 ^c	T4 ^d
Proteína total (N x 6.25) (PT%)	15.56 ^a	15.21 ^a	6.81 ^b	5.37 ^c
Calcio (Ca%)	0.86 ^a	0.80 ^a	0.33 ^c	0.17 ^b
Fósforo (P%)	0.25 ^a	0.24 ^a	0.18 ^c	0.07 ^b
Fibra Detergente Neutra (FDN%)	48.85 ^a	43.82 ^b	43.34 ^b	41.89 ^c
Fibra detergente acido (FDA%)	28.82 ^a	26.31 ^a	27.27 ^a	24.43 ^a

^aTratamiento 1, ^bTratamiento 2, ^cTratamiento 3, ^dTratamiento 4. (^{a,b,c y d}). Letras diferentes en cada columna revelan diferencias entre variables ($p < 0.05$). Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Minerales

En la composición de calcio y fósforo los tratamientos 1 y 2 mostraron resultados

estadísticamente similares y con diferencias significativas ($p < 0.05$) para los tratamientos 3 y 4, los resultados obtenidos para el Calcio y fósforo en estudios de Flores *et al.*,



(2005B) fueron para la época de lluvia de 1.40 % y 0.28% respectivamente y para la época seca de 0.76% y 0.19%, mostrando que nuestros resultados se encuentran por debajo por los obtenidos por Flores *et al.* La composición química del suelo depende mucho para la presencia de los minerales Ca y P en la planta.

Fibras

El contenido de fibras depende mucho de la calidad genética y estado fenológico en el que se encuentre la planta a cosechar siendo así el estado recomendable para cosechar el estado de grano. La **fibra detergente neutra (FDN)** en el tratamiento 1 mostro un resultado mayor estadísticamente en comparación a los tratamientos 2, 3 y 4, los tratamientos 2 y 3 estadísticamente fueron similares. Flores *et al.*, (2005B) revelo resultados de 42.70% para la época de lluvia y 69.30% para la época seca; siendo similar a los obtenidos por este estudio. Sin embargo, los resultados obtenidos se encuentran muy elevados para los requerimientos de rumiantes según la NRC (2001), donde menciona que los contenidos adecuados deben estar entre 25 y 35% de FDN. En la **fibra detergente acida (FDA)**, los resultados obtenidos en el ensayo muestran una diferencia significativa de los tratamientos 1 y 3 en comparación a los tratamientos 2 y 4 siendo estos últimos los

de menor contenido, por otro lado, estos contenidos son adecuados para rumiantes ya que la NRC menciona que deben contener de entre 21 a 27%.

Conclusiones

El tratamiento 1 desarrollo una mayor producción de forraje en materia verde estadísticamente en comparación a los otros tratamientos, con una producción media de 3.54 kg/m², en lo que respecta a la producción de forraje de materia seca los tratamientos 3 y 4 mostraron diferencias estadísticas en comparación a los tratamientos 1 y 2, con una media de entre 0.98 y 0.93 kg/m² y finalmente, en el porcentaje de materia seca hubo diferencias significativas entre todos los tratamientos.

En la calidad nutricional de las asociaciones el tratamiento 1 y 2 fueron similares en los contenidos de PT%, Ca%, P% y FDA% y mostrando diferencias estadísticas con los tratamientos 3 y 4, sin embargo, los contenidos de FDN% el tratamiento 1 fue estadísticamente diferente a los otros tratamientos.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a través del Vicerrectorado de investigación-Instituto Central de Investigación, y los Fondos del Canon y

regalías mineras. Por el financiamiento del presente estudio.

Referencia bibliográfica

Aliaga Gutiérrez, Jorge L. 2012. Producción de ovinos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 299p.

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

Arias Arredondo, Alberto G. 2015. Estudio de la fenología, rendimiento forrajero, y valor nutritivo de dos variedades de avena (Mantaro 15 y Criolla) en los C.E. Casaraca y Alpaicayan – UNDAC, Papaná y Huayllay. Tesis de ingeniero Zootecnista. Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú. 113p.

Calzada, B.J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 644p.

Contreras, P.J.; De Los Ríos B; Montes M y Ramos E.Y. 2013. Consumo y valor nutricional del ensilado de *Calamagrostis antoniana* Y Avena sativa asociada en diferentes proporciones en alpacas (Vicugna

pacos). Revista complutense de ciencias veterinarias 7(1):50-58.

Dulphy, P; Dardillat, M; Jailler, P y Jouany. 1994. Comparison of the Intake and Digestibility of Different Diets in Llamas and Sheep a Preliminary Study. Ann. Zootech. 43: 379-387.

Flores, E.R., J.A Cruz y J. Ñaupari. 2005A. Utilización de praderas cultivadas en Secano y Praderas Naturales para la Producción Lechera. Boletín Técnico CICCA-FDA-INCAGRO. Lima, Perú.

Flores, E.R; Cruz, J.A y López, M. 2003. Manejo y Uso de los Recursos Genéticos en los Sistemas de Producción Ovina de los Andes Centrales del Perú. Uso y manejo de los recursos genéticos de rumiantes menores en sistemas ganaderos tradicionales en países de Sudamérica. Editado por JP Mueller. FAO-INTA.

Flores, E; Cruz, J y Ñaupari, J. 2005B. Comportamiento Nutricional, Perfil Alimentario y Económico de la Producción Lechera en Praderas Cultivadas en Secano: Caso Pasco. Reporte Científico CICCA-FDA-INCAGRO. Lima, Perú.

- INEI, 2012. IV Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística e Informática, resultados generales por departamentos. Presidencia de la Republica. Lima, Perú. 62p.
- Kuehl, R.O. 2000. Diseño de experimentos. 2^{da} edición. Thomson Learning, México D.F. 666 p.
- NRC, 2001. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle. 7th ed. National Research Council. National Academy of Sciencie. Washington DC, EEUU. 381p.
- Rodriguez, M. 2004. Selectividad, consumo y degradabilidad in situ de los pastos naturales de la zona circunlacustre en alpacas. Tesis Médico Veterinario Zootecnista. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 41 p.
- Van Soest, P.J; Robertson J.B; Lewis B.A. 1991. Métodos de fibra dietetica, detergente neutron, de fibra, y los polisacáridos sin almidón en relación a la alimentación animal. Journal of Dairy Ciencia 74(10): 3583-3597.

