

Forages quality of *Cenchrus clandestinum* and *Lolium perenne* forages in the form of hay at different regrowth ages

Calidad de los forrajes *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* en forma de heno a diferentes edades de rebrote

Silva Déley, Lucia M.¹, Acosta Velarde, Jaime I.², Parra Gallardo, Giovana P.¹, Martínez Freire, Maira N.¹, Toro Molina, Blanca M.¹, Sambache Tayupanta, Juan E.¹, Peñafiel Acosta, Sonia E.² and Chacón Marcheco, Edilberto^{1*}

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador

²Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

*Email: edilberto.chacon@utc.edu.ec

In order to determine the chemical composition of *Cenchrus clandestinum* and *Lolium perenne* hay at different regrowth ages, a completely randomized design with three treatments and five repetitions was used for each of the species. The research was conducted in the province of Chimborazo, Ecuador. An amount of 30 male sheep of 25 kg average weight were used. Indicators of dry and organic matter, crude protein, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, acid detergent lignin and ash were evaluated. Dry matter digestibility, organic matter, crude protein and crude fiber were determined. The highest dry matter value in *Cenchrus clandestinum* occurred at 50 days old with 93.98 %, and for protein it was at 30 days with 14.95 %. The highest percentage of fiber was presented at 50 days with 37.22. For *Lolium perenne*, the best result of dry matter was at 60 days with 87.23 % and the crude protein at 30 with 18.33 %. The highest values of neutral detergent fiber, acid detergent fiber and acid detergent lignin appeared at 60 days, with 63.70, 52.10 and 4.30 %, respectively. In specific cases of protein digestibility, the best results appeared after 30 days with 89.27 % for *Cenchrus* and 84.15 % for *Lolium*. The studied forages have an acceptable quality and chemical composition to be conserved as hay in the different evaluated regrowth ages.

Key words: *Cenchrus*, digestibility, age, *Lolium*, protein

Latin American cattle rearing is one of the main productive activities of the region. Its economic importance lies on the use of great land extensions in agroecosystems, which contributes to a total supply of food and it is the main source of employment and incomes, especially in small and medium farms with double purpose (Rodríguez *et al.* 2011).

Therefore, it is important the introduction of new genus of grasses, which may adapt to different edaphoclimatic conditions, in order to develop more sustainable and productive systems in tropical areas. The forage species of *Cenchrus* and *Lolium* genus may be a solution for the previously mentioned problem (Posada *et al.* 2013).

Cenchrus clandestinum is characterized by being highly productive during rainy season. However, its production decreases during dry season. Understanding its performance and determining the adequate moment for harvesting, whether it is green or preserved, is essential for offering an excellent quality and quantity of

Con el objetivo de determinar la calidad de los forrajes *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* en forma de heno a diferentes edades de rebrote, se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones, para cada una de las especies. La investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Se utilizaron 30 ovinos machos de 25 kg de peso promedio. Se evaluaron los indicadores, materia seca y orgánica, proteína bruta, fibra bruta, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, lignina detergente ácida y ceniza. Se determinó la digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica, la proteína bruta y la fibra bruta. El mayor valor de materia seca en *Cenchrus clandestinum* lo presentó la edad de 50 días con 93.98 %, y para la proteína fue a los 30 días con 14.95 %. El mayor porcentaje de fibra se presentó a los 50 días con 37.22. Para el *Lolium perenne* el mejor resultado de la materia seca fue a los 60 días con 87.23 % y la proteína bruta a los 30 con 18.33 %. Los mayores valores de fibra detergente neutra, ácida y lignina detergente ácida aparecieron a los 60 días, con 63.70, 52.10 y 4.30 %, respectivamente. En los casos específicos de la digestibilidad de la proteína los mejores resultados se aprecian a los 30 días con 89.27 % para el *Cenchrus* y 84.15 % para el *Lolium*. Los forrajes estudiados poseen una composición química y calidad aceptable para ser conservados como henos en las diferentes edades de rebrotos evaluadas.

Palabras clave: *Cenchrus*, digestibilidad, edad, *Lolium*, proteína

La ganadería en América Latina constituye una de las principales actividades productivas de la región. Su importancia económica radica en la utilización de gran parte de extensiones de tierras en los agroecosistemas, lo que contribuye al suministro total de alimentos y es la primera fuente de empleo e ingresos, especialmente en pequeñas y medianas fincas orientadas al doble propósito (Rodríguez *et al.* 2011).

De ahí que es importante la introducción de nuevos géneros pratenses, que se adapten a diferentes condiciones edafoclimáticas, para desarrollar sistemas productivos y sostenibles, en los países tropicales. Las especies forrajeras del género *Cenchrus* y *Lolium* pueden ser una solución al problema antes mencionado (Posada *et al.* 2013).

La especie *Cenchrus clandestinum* se caracteriza por ser altamente productiva en épocas de lluvia, sin embargo, en épocas secas su producción disminuye; entender su comportamiento y determinar el momento adecuado de cosecha ya sea verde o conservado es primordial para ofrecer una base forrajera de excelente

this forage base to animals (Carulla and Ortega 2016 and Arango *et al.* 2017). On the other hand, *Lolium perenne* belongs to a genus of species that can be cultivated from the sea level, up to 4200 m o.s.l., which favors a high demand as animal food in different tropical areas (Bezada *et al.*, 2017).

In general, these species may have a fast growth and maturation. Due to this feature, its nutritional quality also changes rapidly because, with age, they experience sensitive and gradual changes in their chemical composition (Valenciaga *et al.* 2009 and Álvarez *et al.* 2017).

Therefore, the objective of this study was to determine the quality of *Cenchrus clandestinum* and *Lolium perenne* forages in the form of hay at different regrowth ages.

Materials and Methods

Localization of the study area. The research was performed at the Facultad de Ciencias Pecuarias of the Escuela Superior Politécnica from Chimborazo, Ecuador. It is located at the Panamericana Sur, km 1.5 with an altitude of 2,780 m.o.s.l., at 1°38' S and 78°38' W. Mean temperature was 14°C, with a humidity of 67 %, and precipitations reached 561 mm. Soil characteristics are shown in table 1.

Table 1. Chemical composition of soil in the experimental area

pH	Nitrogen, %	P ₂ O ₅ , ppm	K ₂ O, cmol/kg	Organic matter
8.4	0.09	115	0.86	0.77

Experimental procedure. An amount of 30 crossbred (Rambouillet x Criollo) male sheep, 14 months old, and 25 kg of average weight, were used. These animals were placed in metabolism cages of exclusion for digestibility tests, with two weeks for adapting to the food they were going to receive. They were also treated against ectoparasites and endoparasites before starting the test.

Cenchrus clandestinum and *Lolium perenne* forages were used in hay shape (FAO 2018). For the preparation of the material, these species were cut at five centimeters high at 30, 40 and 50 days (*Cenchrus clandestinum*) and 40, 50 and 60 days (*Lolium perenne*), without irrigation and fertilization.

Hay was supplied to animals at 8:00 and 16:00 h daily, with water ad libitum without the inclusion of other feeding source.

Treatment and experimental design. A completely at random design was used, with three treatments and five repetitions, for each of the species that were separately evaluated. For *Cenchrus clandestinum*, ages evaluated 30, 40 and 50 days of age, and for *Lolium perenne* at 40, 50 y 60 days. Each animal was considered as an experimental unit and a replication at the same time, within each treatment.

Hay preparation. For producing hay, an area with

calidad y cantidad para los animales (Carulla y Ortega 2016 y Arango *et al.*, 2017). Por otra parte, el *Lolium perenne* pertenece a un género de especies que se puede cultivar desde el nivel del mar hasta 4200 msnm, lo cual condiciona una elevada demanda como alimento animal en diferentes zonas del trópico (Bezada *et al.*, 2017).

Por lo general, estas especies pueden ser de rápido crecimiento y maduración. Debido a esta característica, su calidad nutricional también cambia rápidamente, ya que con la edad experimentan modificaciones sensibles y graduales en su composición química (Valenciaga *et al.* 2009 y Álvarez *et al.* 2017).

Por ello, el objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad de los forrajes *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* a diferentes edades de rebrote al ser conservados en forma de heno.

Materiales y métodos

Localización del área de estudio. La investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Ubicada en la panamericana Sur, km 1.5 con una altitud de 2 780 m.s.n.m., latitud de 1°38'S y una longitud de 78°38'W. La temperatura promedio fue de 14 °C con una humedad de 67 %, y las precipitaciones alcanzaron los 561mm. Las características del suelo aparecen en la tabla 1.

Procedimiento experimental. Se utilizaron 30 ovinos machos mestizos (Rambouillet x Criollo) de 14 meses de edad con 25 kg de peso promedio. Estos se colocaron en jaulas metabólicas de exclusión para pruebas de digestibilidad, con dos semanas de adaptación al alimento a recibir, y se trataron contra ecto y endoparásitos antes de iniciar la prueba.

Se emplearon los forrajes de *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* en forma de heno (FAO 2018). Para la preparación del material se cortaron las especies a cinco centímetros de altura a las edades de 30, 40 y 50 días (*Cenchrus clandestinum*) y 40, 50 y 60 para el *Lolium perenne*, sin riego y fertilización.

El heno se les suministró a los animales a las 8:00 y 16:00 horas diariamente, con agua ad libitum sin la inclusión de otra fuente de alimentación.

Tratamiento y diseño experimental. Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones, para cada una de las especies que se evaluaron por separadas. Para el *Cenchrus clandestinum* se evaluaron las edades 30, 40 y 50 días, y para el *Lolium perenne* 40, 50 y 60. Cada animal constituyó una unidad experimental y réplica al mismo tiempo dentro de los tratamientos.

Preparación del heno. Para la producción del heno

three years of establishment of *Cenchrus clandestinum* and *Lolium perenne* was used. A uniformity cut was performed at 5 cm from the soil, for, afterwards, cultivating these species at the age of 30, 45 and 50 days of regrowth for *Cenchrus* and 40, 50 and 60 days for *Lolium*.

For hay production, forage was manually harvested and the cut was carried out during the morning. Forage was dried under the sun for 8 days over a cement platform and a turning of material was performed every 48 hours. Later, it was homogenized depending on the studied age, and 200 g of each were taken for further lab analysis.

Evaluated variables. Dry and organic matter, ash, crude protein (CP), and crude fiber (CF) were determined according to AOAC (2016). Likewise, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) were determined by Van Soest and Wine (1967).

Fecal feces analysis. Feces recollection was performed during afternoon hours, and they were taken to an air circulation oven for their drying at 65°C (AOAC 2016). Knowing the previously established chemical composition, dry matter digestibility (DMD) and organic matter digestibility (OMD) were determined, as well as crude protein digestibility (CPD) and crude fiber digestibility (CFD), according to Tobal (2017).

Facilities were maintained in good physical and hygienic conditions for avoiding collateral variations due to the effects of external factors.

Statistical analysis. A one-way analysis of variance and mean comparisons were performed. Bartlett (1937) tests were used for verifying homogeneity of variances and for determining Kolmogorov-Smirnov data normal distribution according to Massey (1951). Means were compared regarding Duncan (1955) test.

Results

Results of chemical composition of *Cenchrus* hay (table 2) showed high values of DM, which is a component that guarantees a good haymaking. On the other hand, there are high contents of CP, with the best value at day 30, with significant differences among treatments. Neutral detergent fiber showed values superior to 34 %, and they increased with the increase of the age of hayed plant material, showing significant differences among treatments. For acid detergent fiber, the highest value appeared at 50 days old, and it showed differences among the evaluated treatments. In the case of lignin, values increased with age of the hayed material, although it was not higher than 2.3 %. There were differences among the evaluated treatments.

Lolium perenne showed high contents of DM (table 3), which demonstrated a good haymaking of the evaluated material. CP reached high values, which

se empleó un área con tres años de establecimiento de las especies *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne*, se realizó un corte de uniformidad a cinco centímetros del suelo para después cultivar las especies a las edades de 30, 45 y 50 días de rebrote para el *Cenchrus* y de 40, 50 y 60 para el *Lolium*.

Para la fabricación del heno el forraje se cosechó de forma manual, el corte se efectuó en horas de la mañana. El forraje se secó al sol durante ocho días sobre una plataforma cementada y se realizó un volteo del material cada 48 horas. Posteriormente se homogenizó en dependencia de la edad estudiada y se tomaron 200g de cada una para su posterior análisis en el laboratorio.

Variables evaluadas. Materia seca y orgánica, ceniza, proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) se determinaron según la AOAC (2016) y la fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA) según Van Soest y Wine (1967).

Análisis a las heces fecales. La recolección de heces se realizó por la tarde y se llevaron a una estufa de circulación de aire para su secado a 65 °C (AOAC 2016). Partiendo del conocimiento de la composición química anteriormente establecida, se determinó la digestibilidad de la materia seca (DMS) y digestibilidad de la materia orgánica (DMO), así como la digestibilidad de la proteína bruta (DPB) y la digestibilidad de la fibra bruta (DFB) según Tobal (2017).

Las instalaciones se mantuvieron en buenas condiciones físicas e higiénicas para evitar variaciones colaterales por efectos de factores externos.

Análisis estadístico. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y comparaciones entre medias. Se utilizaron las pruebas de Bartlett (1937) para comprobar la homogeneidad de las varianzas y para determinar la distribución normal de los datos Kolmogorov-Smirnov según Massey (1951). Las medias se compararon según Duncan (1955).

Resultados

Los resultados de la composición química del heno de *Cenchrus* (tabla 2) reflejaron altos valores de MS, componente que garantiza una buena henificación. Por otra parte, aparecen altos contenidos de PB, el mejor valor se mostró a los 30 días, con diferencias significativas entre los tratamientos. La fibra detergente neutra presentó valores superiores al 34 %, y se incrementaron al aumentar la edad del material vegetativo henificado, mostrando diferencias significativas entre los tratamientos. Para la fibra detergente ácido el mayor valor lo presentó la edad de 50 días, y reflejó diferencias entre los tratamientos evaluados. Para el caso de la lignina los valores se incrementaron con la edad del material henificado, aunque no sobrepasó el 2.3 %. Se mostraron diferencias entre los tratamientos evaluados.

La especie *Lolium perenne* reflejó altos contenidos de MS (tabla 3), lo que demuestra una buena henificación del material evaluado. La PB alcanzó valores altos,

Tabla 2. Chemical composition of *Cenchrus clandestinum* hay

Variables %	Ages (days)			SE±	P
	30	40	50		
DM	90.81 ^a	91.11 ^a	93.98 ^b	1.36	0.001
OM	92.96 ^a	91.40 ^b	90.40 ^c	0.78	0.002
Ashes	9.60 ^a	8.60 ^b	7.04 ^c	0.69	0.01
CP	14.95 ^a	13.48 ^b	12.15 ^c	1.04	0.001
CF	34.84 ^a	35.46 ^b	37.22 ^c	1.21	0.003
NDF	34.40 ^a	35.90 ^b	37.60 ^c	1.16	0.002
ADF	26.30 ^a	28.80 ^b	29.70 ^c	0.98	0.01
ADL	1.90 ^a	2.10 ^b	2.30 ^c	0.09	0.002

Different letters in the same line differ at $P \leq 0.05$

were higher than 15 %, guaranteeing a good quality food. The studied treatments showed significant differences among them for this indicator. In the case of CF and NDF, there were differences among treatments, observing an increase of these indicators with the increase of age of the hayed plant. The best results for these two variables appeared at 30 days old. In the specific case of ADF, the best value obtained in the first treatment, with significant differences among them (table 3). The ADL content in treatments with 40 and 50 days showed no differences among them, which was similar between 50 and 60 days. However, it is necessary to highlight that the lowest age was different from the highest age. In all the study, ADL increased with the age of the hayed material.

que sobrepasan el 15 %, garantizando un alimento de buena calidad, los tratamientos estudiados mostraron diferencias significativas entre sí para este indicador. Para el caso de la FB y FDN se mostraron diferencias entre los tratamientos, observando incremento de estos indicadores con el aumento de la edad de la planta henificada. Los mejores resultados para estas dos variables se apreciaron para la edad de 30 días. En el caso específico de la FDA el mejor valor lo presentó el primer tratamiento, con diferencias significativas entre ellos. Al determinar la LDA los tratamientos de 40 y 50 días no reflejaron diferencias entre sí, algo similar ocurrió entre 50 y 60. Sin embargo, es necesario destacar que la menor edad sí difirió de la mayor. En todo el estudio la LDA se incrementó con la edad del material henificado.

Table 3. Chemical composition of *Lolium perenne* hay

Variables %	Ages (days)			SE±	P
	40	50	60		
DM	83.47 ^a	85.45 ^b	87.23 ^c	1.84	0.001
OM	92.15 ^a	89.81 ^b	88.47 ^b	2.05	0.002
Ashes	11.53 ^a	10.19 ^b	7.12 ^c	0.85	0.02
CP	18.33 ^a	18.17 ^a	16.34 ^b	1.06	0.001
CF	27.47 ^a	30.64 ^b	32.09 ^c	1.38	0.01
NDF	61.20 ^a	62.60 ^b	63.70 ^c	1.16	0.003
ADF	50.80 ^a	51.90 ^b	52.10 ^b	0.95	0.001
ADL	4.10 ^a	4.20 ^{ab}	4.30 ^b	0.09	0.001

Different letters in the same line differ at $P \leq 0.05$

In the evaluation, it was evident that there were high percentages of dry and organic matter digestibility, which guarantees a good quality food to be hayified (table 4). In these two evaluated variables, there were significant differences among the studied treatments. For crude protein digestibility, the best result appeared at 30 days of age, with significant differences among treatments. Crude fiber digestibility showed the highest value for the first of treatment days, with significant differences among them.

For *Lolium perenne*, DMD had no significant

Al evaluar la digestibilidad de la materia seca y orgánica se apreciaron altos porcentajes lo que garantiza un alimento de buena calidad al henificar (tabla 4). En estas dos variables estudiadas se apreciaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Para la digestibilidad de la proteína bruta el mejor resultado se presentó a los 30 días de edad, con diferencias significativas entre los tratamientos. La digestibilidad de la fibra bruta reflejó el valor más alto para el primero de los tratamientos días, con diferencias significativas entre ellos.

Para la especie *Lolium perenne* la DMS no reflejó

Table 4. *Cenchrus clandestinum* hay digestibility

Variables	Ages (days)			SE±	P
	30 días	40	50		
DMD	81.71 ^a	74.02 ^b	65.13 ^c	2.14	0.001
OMD	82.68 ^a	75.39 ^b	68.54 ^c	3.24	0.02
CPD	89.27 ^a	82.17 ^{bc}	71.16 ^c	2.45	0.01
CFD	81.08 ^a	71.64 ^b	63.18 ^c	3.52	0.01

Different letters in the same line differ at $P \leq 0.05$

differences between the first two studied ages, but there were differences with the third. Something similar happened with organic matter digestibility. In the case of CPD and CFD, the best results appeared in the first treatment, showing differences with the other two evaluated treatments. For these two variables, digestibility decreased with the increase of age of the hayed material (table 5).

diferencias significativas entre las dos primeras edades estudiadas y sí con la tercera. Algo similar ocurrió para la digestibilidad de la materia orgánica. En el caso de la DPB y DFB el mejor resultado lo reflejó el primer tratamiento, mostrando diferencias con los dos restantes evaluados. Para estas dos variables evaluadas la digestibilidad disminuyó con el incremento de la edad del material henificado (tabla 5).

Table 5. Digestibility of *Lolium perenne* according to the evaluated cut ages

Variables	Ages (days)			SE±	P
	30 días	40	50		
DMD	71.13 ^a	70.09 ^{ad}	65.99 ^b	1.13	0.001
OMD	73.60 ^a	72.51 ^{ad}	66.73 ^b	1.24	0.001
CPD	84.15 ^a	79.66 ^{bd}	77.85 ^c	2.01	0.02
CFD	68.97 ^a	66.04 ^{bd}	63.84 ^c	2.13	0.01

Different letters in the same line differ at $P \leq 0.05$

Discussion

Grass quality is affected with the increase of age, mainly with the decrease of protein and energy, which is a limitant for cattle rearing systems in tropical areas (Álvarez *et al.* 2016). However, haymaking process is a method that allows to preserve forage with adequate chemical composition and quality for periods of low yield.

This research demonstrated that *Cenchrus clandestinum*, properly preserved in hay shape, may constitute a food option for cattle during periods of low forage availability due to its high percentage of dry matter, superior to 90%, and crude protein over 12, at the ages it was preserved. These results are inferior to those reported by Escobar (2018), who obtained values between 18-19 % of crude protein at 30 and 60 days of regrowth. This author states that the quality of this plant and its preservation forms is affected by the age of plant material, with a significant influence on the environment in which it develops (Ramírez *et al.* 2015, and Correa *et al.* 2018).

However, it is known that, with low temperatures, grasses remain with good quality for more time (Herrero *et al.* 2000 and Escobar 2018). This previous statement justifies this research and opens a wide range of studies in Riobamba region, where temperatures oscillate depending on altitude, which generated morphological changes in this species, influencing on

Discusión

La calidad de los pastos se afecta con el incremento de la edad, fundamentalmente al disminuir la proteína y la energía, lo que constituye una limitante para los sistemas ganaderos en el trópico (Álvarez *et al.* 2016). Sin embargo, el proceso de henificación, es un método que permite conservar el forraje para el período de bajos rendimientos con adecuada composición química y calidad.

Esta investigación demostró que la especie *Cenchrus clandestinum* conservado adecuadamente en forma de heno, puede constituir una opción de alimento para el ganado en períodos de baja disponibilidad de forrajes, debido a sus altos porcentajes de materia seca, superiores a 90, y la proteína bruta por encima de 12, en las edades que fueron conservadas. Estos resultados son inferiores a los notificados por Escobar (2018), al obtener valores de proteína bruta entre 18-19 % a las edades de rebrote de 30 y 60 días. Este autor refiere que la calidad de la planta y sus formas conservadas se afecta por la edad del material vegetativo, influyendo significativamente el ambiente donde se desarrolle (Ramírez *et al.* 2015 y Correa *et al.* 2018).

Sin embargo, se conoce que a menores temperaturas los pastos permanecen mayor tiempo con mejor calidad (Herrero *et al.* 2000 y Escobar 2018). Lo anteriormente descrito justifica esta investigación y abre un campo de estudio en la región de Riobamba, donde las temperaturas varían en dependencia de la altura, lo que genera cambios

the quality of grass and its preserved forms (Arango *et al.* 2017).

In the specific case of *Lolium perenne*, DM and CP reached values superior to 83 and 16 %, respectively, guaranteeing a good quality of this species in the haymaking process, with differences among all treatments. Literature results report similar values to those of this research (Castro *et al.* 2017). These authors informed between 89-90 % of DM and between 14-18 % of CP, with different cut frequencies, pointing out that these values are obtained by a very close relation of processes occurring within the plant with the increase of age and interaction of climate elements, which justifies the results of this study.

Another study refers similar NDF values (66 %), when evaluating *Lolium perenne* in experimental conditions with temperatures close to 18 °C (Dimaté 2016). This author showed that these high fiber contents were favored by climate conditions of this area, which confirmed reports of Escobar (2018), referring that forages developed in places with lower temperatures, took more time to diminish their quality because they had a slower growth, similar to what happened in this research.

For both species, digestibility of dry matter and organic matter reached values superior to 66 % and sometimes superior to 80 %, which is very important for this research, especially when constant changes of structure and chemical composition are stimulated by the interaction of age with climate elements, according to Ledea *et al.* (2018), limiting their use by ruminal microflora. Ruiz and De-Arriba (1987) referred that concentration of organic matter in the cell wall (35-80%) is only degraded between 65-67 % of the established form. These values are inferior to those obtained, stimulated by differences in climate conditions.

On the other hand, CP digestibility values in both species were superior to 70 %, which is an element that guarantees a good quality of hay at the different regrowth ages evaluated in both species under study, especially if regrowth age stimulates the development of complex relations and interrelations established in the cell wall (Ledea *et al.* 2018), limiting its degradation because the animal has few pluri-enzymatic microorganisms in relation to the biota within the rumen (Galindo *et al.* 2014).

Several authors refer that, with the increase of regrowth age, structural carbohydrates prevail, along with the reduction of microbial access to the organic part of the cell lumen and cell wall. Therefore, organization of constituents of cell wall predisposes the access of microorganisms and enzymatic action on specific substrata, which is shown on degradability of different fractions (Fortes 2014, Pedraza 2014, and Caro and Dihigo 2015). However, fiber digestibility values obtained in this study, for both species,

morfológicos en esta especie, influyendo en la calidad del pasto y sus formas conservadas (Arango *et al.* 2017).

Para el caso específico del *Lolium perenne* se alcanzaron valores de MS y PB superiores a los 83 y 16 %, respectivamente, garantizando buena calidad de la especie en su proceso de henificación, con diferencias entre todos los tratamientos. Resultados de la literatura reportan valores similares al de esta investigación (Castro *et al.* 2017). Estos autores notificaron porcentajes de MS entre 89-90, y de PB entre 14-18%, con diferentes frecuencias de cortes, señalando que estos valores se obtienen por una relación muy estrecha de los procesos que ocurren en la planta con el incremento de la edad y la interacción de los elementos del clima, lo que justifica lo obtenido en este trabajo.

Otro estudio refiere valores similares de FDN (66 %) al evaluar la especie *Lolium perenne* en condiciones experimentales con temperaturas cercanas a los 18 °C (Dimaté 2016). Este autor señaló que estos altos contenidos de fibra estaban dados por las condiciones climáticas de la zona, lo que ratifica lo informado por Escobar (2018), al referirse que los forrajes que se desarrollan en lugares con temperaturas más bajas demoran más en disminuir su calidad por presentar un crecimiento más lento, similar a lo ocurrido en esta investigación.

Para ambas especies la digestibilidad de la materia seca y la materia orgánica alcanzaron valores superiores al 66 % y en ocasiones fueron superiores al 80 %, resultado que le confiere importancia a esta investigación, máxime si los constantes cambios de la estructura y la composición química, son estimulados por la interacción de la edad con los elementos del clima según Ledea *et al.* (2018), limitando su utilización por la microflora ruminal. Ruiz y De-Arriba (1987) refirieron que, la concentración de materia orgánica en la pared celular (35-80 %), solo se degrada entre el 65-67 % de forma establecida, estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio estimulados por las diferencias en las condiciones climáticas.

Por otra parte, los valores de digestibilidad de la PB en ambas especies fueron superiores al 70 %, elemento que garantiza buena calidad del heno a las diferentes edades de rebrotes evaluadas en las dos especies en estudio, especialmente si la edad de rebrote estimula el desarrollo de complejas relaciones e interrelaciones que se establecen en la pared celular (Ledea *et al.* 2018), limitando la degradación de esta, ya que el animal cuenta con pocos microorganismos plurienzimáticos en relación con la biota que habita en el rumen (Galindo *et al.* 2014).

Diversos autores refieren que, con el incremento de la edad de rebrote, prevalecen los carbohidratos estructurales, y con ello la reducción del acceso microbiano a la parte orgánica de la pared y lumen celular. Por lo tanto, la organización de los constituyentes de la pared celular predispone el acceso de los microorganismos y la acción enzimática sobre los sustratos específicos, esto se refleja en la degradabilidad de las diferentes fracciones (Fortes 2014, Pedraza 2014, Caro y Dihigo, 2015). Sin embargo, los valores de la

surpassed 60%.

Considering the previous criteria, the results of this research are vital and ratify the fact that at higher altitudes, quality of plants and its preserved forms has a slower decrease (Herrero *et al.* 2015, Escobar 2018).

Forages of *Cenchrus clandestinum* and *Lolium perenne*, at the evaluated ages, have an adequate quality to be preserved as hay under the climate conditions described in this study.

Further studies are suggested to evaluate other quality indicators at different latitudes in the region under study.

digestibilidad de la fibra obtenidos en este trabajo en ambas especies sobrepasaron el 60%.

Si se tienen en cuenta los criterios antes expuestos, los resultados de esta investigación son de gran importancia y ratifican el hecho que a mayores alturas la calidad de la planta, y por tanto la de sus formas conservadas disminuye más lentamente (Herrero *et al.* 2015 y Escobar 2018).

Los forrajes de *Cenchrus clandestinum* y *Lolium perenne* a las edades evaluadas poseen una calidad adecuada, para ser conservados como henos en las condiciones climáticas descritas en el trabajo.

Se precisan realizar estudios para evaluar otros indicadores de calidad a diferentes latitudes en la región en estudio.

References

- Álvarez, G. R., Martínez, A., Congo, R., Armijos, M., Macías, E., Zamora, M., Chacón, E., Ramírez, J. L. 2016. Asociación del pasto *Cenchrus purpureus* vc. Morado con dos leguminosas a diferentes edades de corte. REDVET Rev. Electrón. 17(6): 1-5. [Consulted: April 15, 2019]. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060616.html>.
- Álvarez, G., Barba, C., Velasco, A., Samaniego, M., Jacho, T., Muñoz, J., Fernández, C., Ramírez, J., Zambrano, N. & Chacón E. 2017. La especie *Cenchrus purpureus* una alternativa para la producción de forraje. Redvet Rev. Electrón. Vet., 18(4):1-5. [Consulted: April 15, 2019]. Available: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040417.html>.
- AOAC, G. W. 2016. Official methods of analysis of AOAC International. 20th ed., Rockville, MD: AOAC International, ISBN: 978-0-935584-87-5. Available: <http://www.directtextbook.com/isbn/9780935584875>, [Consulted: April 5, 2019].
- Arango, J., Cardona, F., López, A., Correa, G., & Echeverri J. 2017. Variación de caracteres morfológicos del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto de Antioquia. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 12(1), 44–52. Available: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.4>. [Consulted: April 5, 2019].
- Bartlett, M. 1937. Properties of sufficiency and statistical tests. Proceedings of the Royal Society of London. Ser. A; 160: 268–282.
- Bezada, S., Arbaiza T., Carcelén, F., San Martín, F., López, Ch., Rojas, J., Rivadeneira, V. Espezuía, O., Guevara, J., Vélez, V. 2018. Predicción De La Composición Química Y Fibra Detergente Neutro De Rye Grass Italiano (*Lolium multiflorum* Lam.) Mediante Espectroscopia De Reflectancia En Infrarrojo Cercano (NIRS). Rev Inv Vet Perú 28(3): 538-548 <http://dx.doi.org/10.15381/rirep.v28i3.13357>
- Caro, Y.C., & Dihigo, L. 2015. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas que incluían harina integral de dólico y mucuna. Rev. Unellez Cienc. Tecnol. 30:29-35.
- Carulla, J. & Ortega, E. 2016. Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. Arch Latinoam. Prod. Anim. 24(2):83-87.
- Castro, H., Domínguez, I., Morales, E. & Huerta M. 2017. Composición química, contenido mineral y digestibilidad *in vitro* de raigrás (*Lolium perenne*) según intervalo de corte y época de crecimiento. Rev.Mex. Cienc. Pec. 8(2): 201-210.
- Correa, H., Escalante, F., & Jaimes C. 2018. Efecto de la época del año y la altura remanente posterior al pastoreo sobre el crecimiento y calidad nutricional del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el norte de Antioquia. Livestock Research for Rural Development. Volume 30, Article #97. Available: <http://www.lrrd.org/lrrd30/6/hjcor30097.html>
- Dimaté, H., 2016. Caracterización agronómica y nutricional de cultivares de Raigrás (*Lolium perenne*) en el Noreste de Bogotá- Graduated Thesis. Universidad de la Salle, Colombia, 90p.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple ranges and multiple F Test. Biometrics 11(1): 1-42.
- Escobar, M., 2018. Efecto de la madurez del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*) sobre la producción de biomasa y la composición nutricional en diferentes altitudes de la provincia de Ubaté. MSc. Thesis. Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 100p.
- FAO. 2018. Cultivos para heno. Available: <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s07.htm>. [Consulted: January 15, 2019].
- Fortes, D. Comportamiento de algunos indicadores morfológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* CT 115. Utilizado como banco de biomasa. PhD. Thesis, Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba, 100p.
- Galindo, J., González, N., Marrero, Y., Sosa, A., Ruiz, T., Febles, G., Torres, V., Aldana, A. I., Achang, G., Moreira, O., Sarduy, L. & Noda, A. C. 2014. Effect of tropical plant foliage on the control of methane production and *in vitro* ruminal protozoa population. Cuban Journal of Agricultural Science, 48(4): 359–364, ISSN: 2079-3480.
- Herrero, M., Fawcett, R.H., Dent, J.B, 2000. Modelling the growth and utilisation of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. 2. Model validation and analysis of management practices, Agricultural Systems. 65(2): 99 – 100
- Ledeá J., Ray J., La-O, O. & Reyes, J. 2018. Degradabilidad ruminal de la materia orgánica de variedades de *Cenchrus purpureus* tolerantes a sequía. Agron. Mesoam. 29(2):375-387. ISSN 2215-3608, doi:10.15517/ma.v29i2.29546.
- Massey, F. J. 1951. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. Journal of the American Statistical Association, 46(253): 68–78, ISSN: 0162-1459, 1537-274X, DOI: 10.1080/01621459.1951.10500769.

- Pedraza, C. D. 2014. Evaluación de la actividad enzimática de aislamientos microbianos celulolíticos y lignolíticos, y su aplicación en la degradación de tamo de arroz (*Oryza sativa*). M.Sc. Thesis, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 100 p.
- Posada, S., Cerón, J., Arenas, J., Hamedt, J. & Álvarez, A. 2013. Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium sp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia, 8(1):26-35.
- Ramírez, J., Sandra Posada, O., & Noguera, R. 2015. Effects of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) age and different forage: Concentrate ratios on methanogenesis. Revista MVZ Cordoba, 20(3), 4726–4738.
- Rodríguez, L., Torres, V., Martínez, O., Jay, O., Noda, A. & Herrera M. 2011. Models for estimate the dynmic growth of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-169. Cuban J. Agric. Sci., 45(3):349-350.
- Ruiz, R., & De-Arriba, J. 1987. Digestión ruminal de carbohidratos y absorción de AGV. In: Bioquímica nutricional. Tomo I. MES, La Habana, CUB. p. 143-177.
- Tobal, C. 2017. Metodología para determinar la digestibilidad de los alimentos. Available: <http://www.vetzootec.ucaldas.edu.co/downloads/v6n1a09.pdf>. [Consulted: January 15, 2018].
- Valenciaga, D., Chongo, B., Herrera, R. S., Torres, V., Oramas, A., Cairo., J. G. & Herrera, M. 2009. Efecto de la edad de rebrote en la composición química del *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT 115. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 43(1):73-79.
- Van Soest, P. J. & Wine, R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous diets. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J. Ass. Off. Anal. Chem. 50: 50–55

Received: February 12, 2018