

Variación del nitrógeno ureico en leche y sangre de vacas bajo pastoreo en praderas mixtas durante la época de lluvias en la región andina

J. Grijalva-Olmedo, M. Lucio-Armijos, S. Chacha, A. Vera-Zambrano, R. Vera-Vélez R

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

Variation of ureic nitrogen in milk and blood of cows under grazing in mixed meadows during the rainy season in the Andean region

Abstract. Livestock farming in the Andes is based on the grazing of kikuyo grasslands (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov.) With ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.). A large part of the protein is non-protein nitrogen (NNP) and degradable protein in the rumen (PDR), attributed as the main cause of metabolic problems associated with excess ammonia nitrogen (NH⁴). The milk urea nitrogen (MUN) and in the blood (BUN), are used to evaluate the degree of utilization of NH⁴. The purpose of this study was: 1) to evaluate the variation of MUN in grasses of grasses with legumes in proportions from 10 to 40%, and 2) to evaluate BUN changes according to the days of lactation during the rainy season. The work was carried out at 2500 m altitude, 18°C of temperature and 1 465 mm of annual precipitation. We used 22 plots of grassland of 0.5 ha in which 45 Holstein Friesian cows grazed for 60 days in a system of daily rotation and consumption *ad libitum*. The proportion of grasses and legumes was determined by sampling using a quadrant of 0.25 m². For MUN, samples of 100 ml of milk were taken from the herd receiving tank, and for BUN weekly samples of 10 ml of the coccygeus vein of the cows, analyzed with the enzymatic-colorimetric technique. MUN as a function of legumes was analyzed using a generalized additive model with Gaussian distribution and the identity linking function. BUN in relation to the days of lactation, by linear regression adding a quadratic parameter in the independent term to adjust the non-linear curve, using software R version 3.4.0. The results showed a significant non-linear relationship between MUN and legumes ($p=0.0198$), showing relative stability of MUN (~ 18 mg dl⁻¹) between 0% to approx. 18% of legumes before increasing to ~ 23 mg dl⁻¹ between 19 and 30% of legumes. The values decrease again until they stabilize at ~ 20 mg dl⁻¹ when the legumes are 40%. That model explained only 26.1% of the variation in MUN. On the other hand, BUN varied significantly with the lactation stage, with an increase of ~ 10 mg ml⁻¹ to ~ 18 mg ml⁻¹ in the first 150 days of lactation ($p=0.000601$). From this point, BUN decreases to an approximate initial value > 250 days of lactation ($p=0.001081$). MUN and BUN would be good indicators to diagnose the quality of the diet of grazing animals.

Key words: legume intake; milk urea nitrogen; blood urea nitrogen

Resumen. La ganadería en los Andes se basa en el pastoreo de praderas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) con rye grass (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Una gran parte de la proteína es nitrógeno no proteico (NNP) y proteína degradable en rumen (PDR), atribuyéndose como la causa principal de problemas metabólicos asociados al exceso de nitrógeno amoniacal (NH⁴). El nitrógeno ureico en leche (NUL) y en sangre (NUS), se utilizan para evaluar el grado de utilización del NH⁴. El propósito de este estudio fue: 1) evaluar la variación de NUL en praderas de gramíneas con leguminosas en proporciones desde 10 hasta un 40%, y 2) evaluar cambios de NUS en función de los días de lactancia durante la época de lluvias. El trabajo se ejecutó a 2500 m de altitud, 18 °C de temperatura y 1 465 mm de precipitación anual. Se utilizaron 22 parcelas de praderas de 0.5 ha en las cuales 45 vacas Holstein Friesian pastorearon durante 60 días en un sistema de rotación diaria y consumo *ad libitum*. La proporción de gramíneas y leguminosas se determinó mediante muestreos utilizando un cuadrante de 0.25 m². Se tomaron muestras de 100 ml de leche del tanque de recepción del rebaño (NUL), y muestras semanales de 10 ml de la vena coccígea de las vacas, analizadas con la técnica enzimática-colorimétrica (NUS). NUL/leguminosas, se utilizó un modelo aditivo generalizado con distribución gaussiana y la función de vinculación identidad. NUS/días de lactancia, mediante regresión lineal adicionando un parámetro cuadrático en el

Recibido: 2018-08-17; Aceptado: 2019-01-11

Corresponding autor: jgrijalva@uce.edu.ec

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central Amazónica, La Parker km 3, Joya de los Sachas.

Department of Biology, 112 Science Place, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK S7N 5E2 – Canada.

término independiente para ajustar la curva no lineal, utilizando el software R versión 3.4.0. Los resultados mostraron una relación significativa no lineal NUL/leguminosas ($p=0.0198$), evidenciando una relativa estabilidad del NUL ($\sim 18 \text{ mg dl}^{-1}$) entre 0% a aprox. 18% de leguminosas antes de incrementarse hasta $\sim 23 \text{ mg dl}^{-1}$ entre el 19 y 30% de leguminosas. Los valores descienden nuevamente hasta estabilizarse en $\sim 20 \text{ mg dl}^{-1}$ cuando las leguminosas son del 40%. Ese modelo explicó apenas un 26.1% de la variación en NUL. Por su parte, NUS varió significativamente con la etapa de lactancia, con un aumento de $\sim 10 \text{ mg ml}^{-1}$ a $\sim 18 \text{ mg ml}^{-1}$ en los primeros 150 días de lactancia ($p=0.000601$). A partir de este punto, NUS disminuye hasta un valor inicial aproximado > 250 días de la lactancia ($p=0.001081$). NUL y NUS serían buenos indicadores para diagnosticar la calidad de la dieta de los animales en pastoreo.

Palabras clave: consumo de leguminosas; nitrógeno ureico en leche; nitrógeno ureico en sangre.

Introducción

Se ha evidenciado que el desbalance entre energía-fibra y energía-proteína de las pasturas predispone a enfermedades metabólicas y al incremento de gases efecto invernadero proveniente de los bovinos en pastoreo (Góez *et al.*, 2002; Grijalva, *et al.*, 2013; Gaona *et al.*, 2015; Drackley *et al.*, 2006; McLennan *et al.*, 2012). El nitrógeno ureico en leche (NUL) y nitrógeno ureico en sangre (NUS) son dos indicadores de la calidad de la dieta que consumen las vacas. Esos valores pueden fluctuar entre 38.86 y 40.98 mg dl^{-1} cuando las pasturas son altas en proteína, y entre 28.55 y 33.13 mg dl^{-1} , cuando las pasturas son de baja calidad (Cerón-Muñoz *et al.*, 2014; Baset *et al.*, 2010). Otros autores, mencionan valores de 25.03 mg/dl de nitrógeno ureico en sangre y 24.52 mg/dl en leche (Granda, 2016) y $16.46 \pm 0.83 \text{ mg/dl}$ de nitrógeno ureico en leche recolectada en tanque de enfriamiento (Valladares, 2016).

La nutrición, especie, clima, cantidad de leche producida, relación con la proteína de la leche, estado corporal y presencia de enfermedades mamarias, son todos factores que afectan los niveles de NUL y NUS (Acosta *et al.*, 2005; Cerón-Muñoz *et al.*, 2014; Hammond, 2013; Sanchez, 2016; Bonifaz, 2013; Sosa, 2008), otros factores como proteína degradable en rumen (PDR), proteína no degradable en rumen (PNDR), energía ingerida, cantidad de agua ingerida, función renal y hepática afectan solo los niveles de NUS (Muñoz *et al.*, 2014). NUL y NUS son indicadores del estado del ambiente ruminal y el equilibrio entre la cantidad de esqueletos de carbono disponibles (energía), PDR y PNDR que se requieren para la formación de la proteína bacteriana y para suplir los requerimientos del animal sin alteraciones metabólicas (Góez *et al.*, 2002; Fernadez, 2002; Godden *et al.*, 2001; Hess, 1999; Arias & Nesti, 1999;

Yamandú *et al.*, 2005; Pardo *et al.*, (2008). De una forma rutinaria, se pueden hacer exámenes de NUL para conocer la cantidad de proteína bruta contenida en el pasto, el balance energético del animal y nitrógeno aprovechado, y en base de ello, optimizar la utilización de nitrógeno (N) a fin de disminuir la eliminación de este elemento (Acosta *et al.*, 2005; Ferguson, 2005; Meléndez, 2015). El exceso de N en una dieta provoca la formación de urea que se elimina en leche y orina, ésta representa un gasto innecesario para el animal lo que produce un aumento de costos y requerimientos energéticos así como la eliminación de amoníaco. Este problema se puede solucionar suministrando una dieta con mayor densidad energética (Hammond, 1998; McLennan *et al.*, 2012; González & Vázquez, 2000; Godden *et al.*, (2001; Meyer *et al.*, 2003; Dosca, 2010; Lucci *et al.*, 2006; Pedraza *et al.*, 2006). Al respecto, se conoce que en la región andina ecuatoriana, la concentración de proteína cruda (PC) de las pasturas varía entre 16-22%, siendo una gran proporción nitrógeno no proteico (NNP) altamente degradable en rumen, además las pasturas contienen entre 2500- 2800 kcal de EM/kg MS (Grijalva, 2014).

Con estos antecedentes, este trabajo de investigación se ejecutó en el Centro Experimental Uyumbicho (CEU) en época de lluvia, con el propósito de contribuir al desarrollo de alternativas de intensificación de la ganadería, mediante la evaluación de nitrógeno ureico en sangre y en leche como indicadores del estatus de nutrición proteico-energética de vacas bajo pastoreo de pastizales compuestos por Rye grass Perenne (*Lolium perenne*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

Materiales y Métodos

Características del sitio experimental.-

La investigación se realizó en el Centro Experimental Uyumbicho de la Facultad de Medicina Veterinaria de

la Universidad Central del Ecuador, ubicada en la Parroquia Uyumbicho, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, a una altitud de 2 740 msnm, con una



temperatura promedio de 14 °C y 800 mm de precipitación anual.

Colección y análisis de datos.-

Cuarenta y cinco bovinos con 450 kg de peso vivo promedio, entre 2 y 7 lactancias, fueron clasificados en tres tercios de lactancia: Primer tercio 5-100 días, segundo tercio 100-200 y tercer tercio sobre 200 días. Los animales fueron sometidos a pastoreo en praderas de una hectárea, compuestas de Rye grass perenne (*Lolium perenne*), Trébol blanco (*Trifolium repens*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) por un periodo de dos meses durante la época de lluvias. Se tomaron submuestras en cada área de pastoreo mediante lanzamientos aleatorios, utilizando un cuadrante 0.5 x 0.5 m (Abarzua *et al.*, 2007), las cuales se clasificaron en gramíneas, leguminosas y especies invasoras, en base del registro de peso.

Un día antes de que los animales ingresen al pastoreo, se obtuvieron datos de materia seca acumulada mediante el uso del método del plato comprimido utilizando la ecuación lineal obtenida para meses de lluvias o de invierno $y=95x+400$ propuesta por (Teuber *et al.*, 2007). Se tomaron muestras de 1,0 kg

de pasto para determinar la composición química proximal. NUL fue determinado mediante un muestreo diario en tanque de almacenamiento, utilizando un frasco estéril de 100 ml. Las muestras de leche se conservaron en refrigeración hasta su análisis en laboratorio utilizando la técnica Enzimática Colorimétrica, cuyos resultados fueron expresados en mg/dl. Por su parte, NUS fue analizado tomando muestras de 10 ml de sangre de la vena coccígea en un tubo sin anticoagulante después del ordeño de la tarde, las muestras se analizaron mediante la técnica Enzimática Colorimétrica y los resultados se expresaron en mg/dl (Lazcano & Pizarro 1984, Murillo, 1994).

Los datos fueron analizados mediante un modelo aditivo generalizado con distribución gaussiana, la función de vinculación identidad y un ajuste suavizado. Se realizó una regresión lineal adicionando un parámetro cuadrático en el término independiente para ajustar la curva no lineal y el test de Scheffé. Para el efecto, se utilizó el software INFOSTAT versión 3.3.1 (Balzarini *et al.*, 2008) y el Ambiente R en la versión 3.4.2 (r-project, 2017).

Resultados y Discusión

Tal como puede observarse en la Tabla 1, más de la mitad de las áreas de pastoreo, fueron praderas con más de 80% de gramíneas y 20% de leguminosas, el restante 50%, estaba formadas por praderas con predominio de leguminosas, atribuidas a varios factores de manejo, tal como sugieren algunos autores

(Abarzua *et al.*, 2007); Acosta *et al.*, 2005; Cerón-Muñoz *et al.*, 2014). Al respecto, Bernal (1994) y Rojas *et al.* (2015) afirman que los porcentajes óptimos de composición botánica oscilan entre 50 a 70% de gramíneas, para lograr una buena respuesta en la producción láctea (Demagnet, 2013; Hernández, 2004).

Tabla 1. Composición botánica de las praderas experimentales durante la época de lluvias.

Composición de las Praderas, %		Area de pastoreo, ha ⁻¹	% del área de pastoreo
Gramíneas	Leguminosas		
80	20	34	54.8
60	40	17	27.4
50	50	11	17.8
Total		62	100

Los resultados de la Tabla 2 muestran que aquellas praderas dominadas por Rye grass en asociación con Trébol blanco, acusan los mejores rendimientos de biomasa, en relación con las praderas donde el kikuyo

es dominante. Cuando a estas praderas de kikuyo se asocia trébol blanco, nuevamente el rendimiento acusa una mejora, en tanto que las praderas con solo kikuyo, acusan los menores rendimientos de biomasa.



Tabla 2. Composición botánica y rendimiento de biomasa seca de las praderas experimentales durante la época de lluvias

Tipo de pradera		Rendimiento de biomasa, kg MS ha ⁻¹
Especie dominante	Especie secundaria ⁵	
Rye grass ¹	Trébol blanco ²	30 31.6
Kikuyo ³	Trébol blanco	24 88.7
Trébol blanco	Kikuyo	2 754,2

¹*Lolium perenne* ²*Trifolium repens* ³*Pennisetum clandestinum*

Los resultados muestran un aumento en los rendimientos forrajeros cuando se asocia con trébol blanco. Al respecto, Rivera *et al.* (2002) reportan que al asociar 60 y 40% de Rye grass y trébol blanco respectivamente, se lograron mejores rendimientos de forraje (Carrillo *et al.*, 2015; Villalobos & Sánchez, 2010; Villalobos *et al.*, 2013). No obstante, varios autores señalan que generalmente Rye grass acusa un mayor rendimiento de MS que el Kikuyo (Carrillo *et al.*, 2012; Grijalva *et al.*, 1995; Rivera *et al.*, 2002).

La Tabla 3 demuestra que a niveles crecientes de leguminosas se produce un aumento gradual en el contenido de Proteína Cruda de las mezclas forrajeras, dado el alto aporte de trébol blanco (Demagnet, 2013;

Quilligana, 2015; Ochoa *et al.* 2013), atribuible a varios factores tales como temperatura, humedad, radiación solar, tipo de suelo, enfermedades y sobre todo la luz solar (Correa *et al.*, 2008; Apráez & Moncayo, 2003; León *et al.*, 2007; Demagnet, 2013; Grijalva *et al.*, 2013; Loughlin, 2007; Peter, 2004; Soto, 2005).

Al variar el porcentaje de trébol blanco no se observa cambios significativos en el contenido de Fibra Cruda. Al respecto, Orestes & Eliel (2000) y Bonilla (2000) manifiestan que esta fracción puede variar de 17 a 22%, valores por debajo de este rango provocan una disminución en la producción láctea y valores superiores disminuyen el consumo (Velástegui, 2013).

Tabla 3. Composición química por tipo de pradera de las praderas experimentales, a 35 días de intervalo de corte durante la época de lluvias.

Tipo de pradera		MS	PC	FC	CT
		(% de la materia seca)			
Rye gras (90%) ¹	Trébol blanco (10%) ²	16.3	17.3	21.9	11.6
Kikuyo (80%) ³	Trébol blanco (20%)	17.5	18.7	23.9	11.2
Rye grass+kikuyo (80%)	Trébol blanco (20%)	17.0	17.2	21.3	11.6
Kikuyo (75%)	Trébol blanco (25%)	18.1	19.8	21.1	10.2

¹*Lolium perenne* ²*Trifolium repens* ³*Pennisetum clandestinum*

La Figura 1 demuestra una relación significativa no lineal entre NUL y la proporción de leguminosas en la pradera ($p=0.0198$), evidenciando una relativa estabilidad del NUL (18 mg/dl) entre 0% a aproximadamente 18% de leguminosas antes de incrementarse significativamente hasta 23 mg/dl entre el 19 y 30% de leguminosas. Los valores de NUL descienden nuevamente desde ese punto hasta estabilizarse en 20 mg/dl cuando la proporción de leguminosas es de alrededor del 40%. Aunque la relación entre ambas variables es significativa, la composición de la pradera explica apenas un 26.1% de la variación en el NUL en la leche.

Al respecto, Abarzua *et al.* (2007), Almeida (2002) y Yamandú *et al.*, (2005) afirman que el consumo de materia seca depende de la cantidad de Proteína cruda presente en el rumen, lo que a su vez está relacionado con la concentración de N en rumen, NUS y NUL. Aunque existen otros factores que influyen sobre la concentración de NUL, como el equilibrio energía-proteína, degradabilidad de la proteína en rumen, PDR, PNDR, manejo de los alimentos, sistema de producción, peso corporal y composición de la leche, la raza, época del año, producción de leche y número de partos y etapa de lactancia (Almeida, 2002; Meyer *et al.*, 2003; Doska 2010). De otra parte, Godden *et al.* (2001; Lucci *et al.*, 2006)



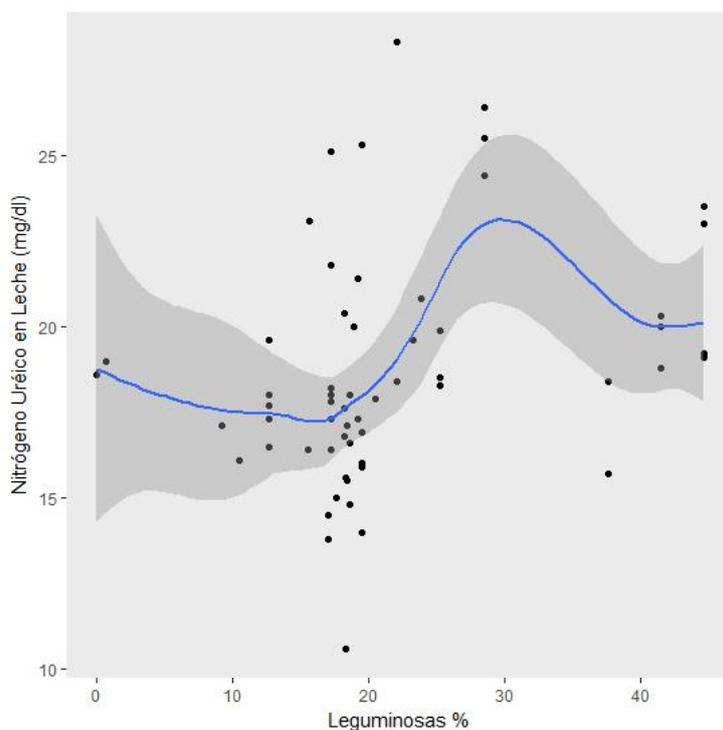


Figura 1. Modelo de regresión aditivo entre NUL vs Leguminosas en la pradera.

En la Tabla 4 se observa que existe una relación entre la cantidad de trébol y el promedio de NUL en tanque; a mayor cantidad de tréboles en la pradera, mayor es el nivel de NUL. Sin embargo, sucesivos incrementos de tréboles desde 30% o más, se evidencia un descenso progresivo de NUL. Al respecto, se conoce que valores superiores a 15 mg/dl demuestran un uso sub-óptimo del N de la dieta, hecho que es compartido por varios autores (González & Vázquez, 2000; Bonifaz, 2013; Bach, 2001). Las praderas regulares significan que existe un desperdicio de nitrógeno que puede estar afectando la producción, este comportamiento del NUL puede deberse a la falta de energía para transformar los NH₃, donde el pH uterino ya parece estar comprometido según algunos autores (Bonifaz, 2013; Bach, 2001). De otra parte, otras praderas donde

se evidencia niveles de tréboles altos, señalan condiciones de deficiencia dietética, es decir por exceso de nitrógeno, que está afectando la producción láctea por la falta de energía y pastos muy jóvenes sin complemento energético (González & Vázquez, 2000; Bach, 2001).

En los meses de mayor frecuencia de lluvias, la tendencia general de las ganaderías en la región andina ecuatoriana es realizar fertilizaciones nitrogenadas, lo que produce un aumento en la proteína de las pasturas, más la suplementación de concentrado con alta proteína cruda y sin la cantidad y calidad de energía, es probable encontrar alteraciones en el metabolismo reproductivo y productivo de los bovinos (Grijalva *et al.*, 2013; González & Vázquez, 2000; Bonifaz, 2013; Bach, 2001).

Tabla 4. Concentración de urea en leche en tanques de enfriamiento y cantidad de trébol blanco de las praderas experimentales durante la época de lluvias.

Presencia de trébol en la pradera (%)	Promedio NUL (mg/dl) en tanque	Valores de referencia e interpretación ¹		
		Referencia de NUL(mg/dl)	Calificación	Interpretación
20	16. 3 ± 1. 16	12-15	Excelente	Optimo nivel para la producción y reproducción
		15-18	Bueno	Uso Sub-óptimo del N. sin efecto adverso en reproducción
25	24. 3 ± 2. 05	>21	Deficiente	Exceso de N. Afecta la reproducción
30	19. 1 ± 0. 83	18-21	Regular	Desperdicio de N. Puede afectar la reproducción

¹ Fuente: Adoptado del Dr. Stallings Ch. en boletín del Departamento de Producción Láctea de Virginia.



La Figura 2 demuestra que NUS varió significativamente con la etapa de lactancia, evidenciando un aumento proporcional del NUS de 10 mg/dl a 18 mg/dl en los primeros 150 días de lactancia ($p= 0.000601$). A partir de este punto en el tiempo de lactancia, el NUS disminuye considerablemente hasta alcanzar el valor inicial aproximado > 250 días de la

lactancia ($p= 0.001081$), asociado probablemente al consumo de materia seca (Godden *et al.*, 2001), la ingesta de proteína y energía según el tercio de lactancia produce cambios en el NUS y NUL por la correlación existente (Hess *et al.*, 1999; Pardo *et al.*, 2008; Yamandú *et al.*, 2005).

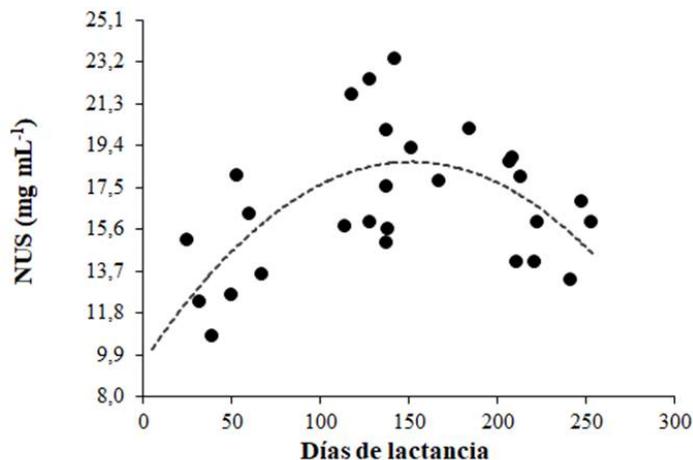


Figura 2. Regresión lineal entre días de lactancia y NUS

Esos autores manifiestan que los primeros 100 días de lactancia, el animal se encuentra en el pico de producción y en un balance energético negativo, produciéndose el aumento gradual de la cantidad de NUS hasta llegar al intervalo de 101-200 días, donde el bovino estabiliza su metabolismo, aumenta de peso y disminuye la producción de leche, a consecuencia del

aumento del consumo de MS y Proteína, en esta etapa se produce el pico de NUS. A partir de los 201 días el NUS tiene una tendencia a disminuir porque el bovino aumenta de peso, disminuye la producción láctea y está gestante (Almeida, 2002; Bonifaz, 2013; Godden *et al.*, 200; Olivera *et al.*, 2016; Almeida, 2012).

Conclusiones

En las condiciones en que se realizó el experimento, se concluye que el aumento de la cantidad de trébol blanco en praderas mixtas, se ve reflejado en un incremento en el contenido de PC y producción de biomasa. Una mayor proporción de leguminosas implicaría un mayor consumo de proteína cruda por

los rumiantes al pastoreo, lo cual afectaría el nivel de NUL a nivel de tanque de recepción de leche y NUS a nivel de tejido animal, particularmente en el segundo tercio de lactancia donde se refleja el máximo consumo de materia seca.

Literatura Citada

- Abarzúa, A., N. Teuber., O. Balocchi, J. Parga. 2007. Manejo del Pastoreo. COOPRINSEM. Universidad Austral de Chile, Universidad de La Frontera, INIA Remehue, Fundación para la Innovación Agraria.
- Acosta, Y., Delucchi, M. I., Olivera, M., & Dieste, C. 2005. Urea En Leche : Factores Que La Afectan. Jornada Técnica de Lechería. Florida. INIA. Serie Actividades de Difusión, 455: 97-106.
- Almeida, R. 2012. Nitrógeno ureico en la leche como herramienta para el ajuste de las dietas - Parte I. Revista Leite Integral. Disponible en: <https://goo.gl/HH1iTP>
- Apráez, E., y O. Moncayo. 2003. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. LEAD. 10: 25-35.
- Arias, J., & A. Nesti. 1999. Importancia de los niveles de Nitrógeno Ureico en leche y sangre en el ganado lechero. Revista de La Facultad de Agronomía. (LUZ) 16: 553-561.
- Bach., A. 2001. XVII Curso de Especialización FEDNA La Reproducción del vacuno lechero: Nutrición y Fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA, 18-20. Obtenido el 06/04/2017 de: <https://goo.gl/rZdChe>
- Balzarini, M.G., L. González., M. Tablada., F. Casanoves, J.A. Di Rienzo, C.W. Robledo. 2008. Manual del Usuario-INFOSTAT, Editorial Brujas,

Córdoba, Argentina.

- Baset, M., K. Huque., N. Sarke., M. Hossain., and M. Islam. 2010. Evaluation of Milk Urea Nitrogen of Dairy Cows Reared Under Different Feed Bases in the Different Seasons. *Journal Science Foundation*, 8(1&2), 97–110. doi:ISSN 1728-7855.
- Bonifaz, N., 2013. Correlación de niveles de úrea en leche con características físicoquímicas y composición nutricional de las dietas bovinas en ganaderías de la provincia de Pichincha. *La Granja*, 18 2: 33-39.
- Carulla, J. 1999. De la proteína del forraje a la proteína en la leche: Metabolismo del Nitrógeno del forraje en la vaca lechera. II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche. Universidad de Antioquia, Medellín 10/15, Colombia.
- Carrillo, M., A. Hernández., H. Vaquera., C. Trejo., J. Escalante., J. Zaragoza., B. Joaquín. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 38 1: 101 – 108.
- M. F. Cerón-Muñoz, A.F. Henao-Velásquez, O.D. Bedoya., A. C. Herrera., A. Díaz-Giraldo, A.M. Parra-Moreno & C.H. Tamayo-Patiño, 2014. Concentración de nitrógeno ureico en leche. Interpretación y aplicación práctica. *Editorial Biogenesis*, 1 1: 26.
- Correa, H. y A. Cuéllar. 2004. Aspectos clave del ciclo de la úrea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 17: 1-8. 2017/Marzo/31, De Univ. Nacional de Colombia Base de datos.
- Correa, H., M. Pabón., J. Carulla. 2008. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* *Hoechst Ex Chiov.*) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I - Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development* 20 (4).
- Demant, R. 2013. Manual de especies forrajeras y manejo de pastoreo. Departamento agropecuario Whatt's S.A, Universidad de la frontera, Volumen 2, p.120-192.
- De La Roza, B., A. Martínez y A. Argamentería. 2002. Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Polired*, 1: 92-102. 2015/Marzo/01, De Sociedad Española para estudio de Pastos Base de datos de la urea con relación al metabolismo energético y proteico en vacas lactantes. *Revista Colombiana de ciencias pecuarias*, 17: 1-8. 2017/Marzo/31, De Univ. Nacional de Colombia Base de datos.
- Deiros, J., L.A. Quintela, A.I. Peña, J.J. Becerra, Barrio, G. Alonso. 2004. Urea plasmática: relación con el equilibrio energético y parámetros reproductivos en vacunos lecheros. *Arch. Zootec.* 53:141-151
- Doska, M. C., D. F. Ferreira da Silva, J. A. Horst, A. A. Valloto, P. Rossi Junior, R. de Almeida. 2010. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41: 692 - 697.
- Drackley, J K, S. S. Donkin., & C. K. Reynolds. 2006. Major Advances in Fundamental Dairy Cattle Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 89(4), 1324–1336. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72200-7
- Falagan, A., V. Ortiz., M. Sánchez. 1996. Valor nutritivo del Ray grass westerwold a lo largo de su ciclo productivo en la región de Murcia. Centro regional de investigaciones agrarias. 345-352.
- Ferguson, J. D. 2005. Nitrógeno de urea en leche. Sitio Argentino de Producción Animal www.produccion-animal.com.ar, 1– 4 .
- Freetly, H. 1999. Relationship of portaldrained viscera and liver net flux of glucose, lactate, volatile fatty acids, and nitrogen metabolites to milk production in the ewe. *J Dairy Sci* 1999, 82 : 597- 604.
- Gaona, R. C., M. V. Terranova, E. Hernández, K. G. Alegría, R. M. Benavides, H. S. Guerrero, L. G. Patiño. 2015. El mejoramiento genético y la producción de leche . La esencia de una realidad de producción animal. *Acta Agronómica*, 64(3sup): 296–306.
- García, L. y R.; Bacallao, 2010. Influencia de la concentración de urea en plasma en la gestación y componentes lácteos para las condiciones del trópico, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44. 1: 19-21.
- Gil, S. 2016. Engorde intensivo (feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. Sitio argentino de producción animal, 4:1-10.
- Godden, SM., K. D. Lissemore., D. F. Kelton., K. E. Leslie, J.S. Walton., *et al.* 2001 Relationships between milk urea concentrations and nutritional management, production, and economic variables in Ontario dairy herds. *J Dairy Sci*; 84 : 1128-1139.
- Góez, D., H. Cardona. 2002. Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad gluconeogénica el eslabón perdido?. *Rev Col Cienc Pec* 15: 36-48.
- González, A. y O. Vázquez. 2000. El análisis de úrea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. Centro investigaciones agrarias mabegondo, 1: 1-8. 2017/Abril/01, De



- Instituto Lácteo Gandeiro Galego Base de datos.
- Granda, K., 2016. Evaluación del efecto de tres frecuencias de pastoreo sobre las relaciones Energía – Proteína y Energía- Fibra del pasto y el contenido de Nitrógeno Ureico en Leche y Sangre de Vacas bajo pastoreo de Rye grass perenne (*Lolium perenne*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*) (Tesis Especialidad Nutrición Animal). Universidad Central del Ecuador Facultad De Medicina veterinaria y Zootecnia, Experimental Uyumbicho.
- Grijalva, J. 2014. Praderas para el Ecuador. Documento técnico UCE-INIAP, 200 p.
- Grijalva, J., F. Espinosa., M. Hidalgo. 1994. Producción y utilización de pastizales en la region interandina del Ecuador. INIAP. Quito-Ecuador. 1 p.
- Grijalva, J., R Ramos, V. Arévalo, P. Barrera, J. Guerra. 2013. Alternativas de intensificación, adaptación y mitigación a cambios climáticos. Los sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Quijos, Amazonía ecuatoriana. Publicación miscelánea INIAP No 144. Quito. 68 p.
- Hammond, A. 1998. Use of BUN and MUN as guides for protein and energy supplementation in cattle. Revista Corpoica, 2(2): 44–48.
- Hernández, A. 2010. Pastoreo Rotacional Intensivo, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 1: 2-8.
- Hess, H.D., H. Flórez., E. González y M. Ávila. 1999. Efecto del nivel de nitrógeno amoniacal en el rumen sobre el consumo voluntario y la digestibilidad in situ de forrajes tropicales. Pasturas Tropicales 21: 43-49.
- Hoffman, K., L. D. Muller., S. L. Fales, and L. A. Holden. 1993. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. J. Dairy Sci., 76: 2651-2663
- Klein, F. Y. y L. Goic. 2002. Milk Production with Jersey cows in the south of Chile. 16 th. International Conference, World Jersey Cattle Bureau, June 2002, Odense, Denmark.
- Lascano, C., E. A. Pizarro. 1984. (eds.). Evaluación de pasturas con animales: Alternativas metodológicas: Memorias de una reunión de trabajo celebrada en Perú, 1-5 de octubre, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), Cali, CO. p. 143-165.
- Latimer, G. 2012. Official Methods of analysis of AOAC International. sI: AOAC International.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. Tercera Edición. 517 p.
- León, J., E. Mojica., E. Castro., E. Cárdenas., M. Pabón, y J. Carulla. 2007. Balance de nitrógeno y fósforo de vacas lecheras en pastoreo con diferentes ofertas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y suplementadas con ensilaje de avena (*Avena sativa*). Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Trabajos presentados: Nutrición y alimentación animal (monogástricos) Volume 20(4): 615
- Lucci, C. S., E. Valvasori., K. P. Junior., V. Fontolan. 2006. Concentrações de nitrogênio na dieta, no sangue e no leite de vacas lactantes no período pós-parto. Revista Brasileira de Zootecnia, 35 (n.1), 258-263.
- Mena, A. 2013. Fertilización química y orgánica en la producción de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el sector Salache cantón Latacunga. Universidad técnica estatal de Quevedo (Tesis de pregrado). Quevedo-Ecuador.
- Mclennan, S. R, D. P. and Poppi. 2012. Application of nutrient requirement system to grazing cattle, with and without supplements. In VIII Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte (VIII SIMCORTE).
- Mendoza, P., C. Lazcano. 2002. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. ICA, CIAT. 144-150 p. Recuperado de: <https://goo.gl/etCEhm>
- Meléndez, P. 2015. Nitrógeno ureico en leche, una herramienta para monitorear el manejo nutricional y fertilidad del rebaño. Mar 18/04/2017, de El Mercurio Campo Sitio web: <https://goo.gl/QbnTfy>
- Meyer, P.M.; P. F. Machado; A. Coldebella. 2003. Fatores não-nutricionais e concentração de nitrogênio uréico no leite de vacas da raça Holandesa. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35,
- Ochoa, S., J. Cerón., J. Arenas., J. Hamedt., A. Álvarez. 2013. Evaluación del establecimiento de ryegrass (*Lolium sp.*) en potreros de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) usando la metodología de cero labranza. Ces. Med. Vet. Zootec. 8 (no.1). Medellín.
- Olivera, E., M. Batista., M. De lima., P. De Olivera., E. Enrique., A. Do Nascimento. 2016. Níveis de nitrogênio ureico no leite bovino em diferentes fases da lactação. Universidade Federal do Rio Grande do norte. Arquivos Latinoamericanos de Produção Animal. 24 (Supl. 1): Pg 334.
- Orestes, C., G. Eliel. 2000. Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. Pastos y Forrajes, 23 (2): 87-103.
- Pardo, O., J. Carulla., H. Hess. 2008. Efecto de la relación proteína y energía sobre los niveles de amonio ruminal y nitrógeno ureico en sangre y leche, de vacas doble propósito del piedemonte llanero, Colombia. Rev Colomb Cienc Pecu; 21: 387-397



- Pedraza, C., A. Mansilla., F. Merucci., P. Pinedo & Horacio, C. 2006. Niveles de Urea Láctea en vacas de la Región del Bío-Bío, Chile. *Agricultura Técnica*, 66 (n.3): 1-7.
- Van Soest, P. J. (2004). Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. En *Ciencia Animal* (pp. 85-100). Universidad de Cornell Ithaca: Cornell.
- Petruzzi, H. J.; N. P. Stritzler; C. M. Ferri; J. H. Pagella y C. M. Rabortnikof. (2005). Determinación de materia seca por métodos indirectos: utilización del horno a microondas. En *Producción y Manejo de Pasturas*. Anguil: EEA INTA. pp. 810.
- Pirela, M. 2005. Valor nutritivo de los pastos tropicales. En *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Maracaibo, Venezuela. pp.177-182.
- Quilligana, S. 2016. Comparación productiva de tres cultivares de Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en términos de producción y calidad, tambillo- ecuador (Tesis Pregrado). Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrícolas Carrera De Ingeniería Agronómica. Quito-Ecuador.
- Reynolds, CK., D. L. Harmon, M. J. Cecava. 1994. Absorption and delivery of nutrients for milk protein synthesis by portal drained viscera. *J Dairy Sci* 77: 2787 - 2808.
- Rivera, R., A. Hernández., H. Vaquera., J. Hernández., A. Carrillo., J. Enríquez., P. Martínez. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 35 (1): 87 - 95.
- Rodríguez, J., J. C. García-López, L. Y. Peña-Avelino, J. A. Rendón-Huerta, C. González-González & F. Tristán-Patiño. 2011. Impactos y regulaciones ambientales del estiércol generado por los sistemas ganaderos de algunos países de América. Consulta: 2017/Abril/01, De UASLP Base de datos. Scielo, 46: 1-4.
- R-Proyect. 2017. The R Project for Statistical Computing. Recuperado de: <https://goo.gl/YE9Wyc>.
- Salazar, F. 2005. Utilización y pérdidas de nitrógeno en aplicaciones de purines y estiércol de lechería. *Tierra adentro*, 3: 1-3.
- Sánchez, J. 2016. Nitrógeno ureico en leche: importancia, determinación y relación con otros componentes lácteos. Consultado el: 2017/Abril/09, De ISSN Base de datos. *Nutrición Animal Tropical*, 10: 20-37.
- Sartori, R. 2009. Factores nutricionales que afectan el desempeño en programas reproductivos en bovinos de carne y de leche. Consultado el: 2017/Marzo/17, De Conferencia dictada en el 8° Simposio Internacional de Reproducción Base de datos. *Taurus*, 11(44), 4-15.
- Sinclair, K., M. Kuram., F. Gebbi., R. Webb. 2000. Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal Animal Science* 78, 2670-2680.
- Teuber, G. 2004. Evaluación de los métodos de altura comprimida y capacitancia electrónica para estimar la disponibilidad de forraje en praderas de pastoreo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2. ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 476 pp.
- Valladares, G., 2016. Determinación de la correlación entre nitrógeno ureico y componentes de la leche en los principales hatos lecheros de las provincias de Pichincha y Cotopaxi en época lluviosa (Tesis Especialidad Nutrición Animal). Universidad Central del Ecuador Facultad De Medicina veterinaria y Zootecnia, Hatos de las provincias de Pichincha y Cotopaxi.
- Velástegui, M., 2013. Evaluación de la biomasa y contenido nutricional del pasto tetralite (*Lolium hybridum*) con la aplicación de fertilizante mineral (*Fossil shell agro*) (Tesis de pregrado para Agronomía). Universidad Técnica de Ambato.
- Villalobos, L., J. Arce., R. WingChing. 2013. Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyu (*Kikuyu ocloa clandestina*) y rye grass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de costa rica. *Agronomía Costarricense* 37(2): 91-103.
- Villalobos, L. & J. Sánchez. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fen. *Agronomía Costarricense* 34(1): 31-42.
- Yamandú, M., M. Acosta., M. I. Delucchi., M. Olivera., y D. Inia. 2005. Urea En Leche: Factores Que La Afectan. INIA, Uruguay, 1-8.
- Zar, JH. 1996. *Biostatistical analysis*. 3d ed, Upper Saddle River, Prentice Hall, 1996. 662p.

