

Estructura del pastizal, producción de leche y emisión de metano en vacas lecheras en pastoreo.

Paola Andrea Patiño Puma; María Alexandra Angamarca Padilla; Raúl V. Guevara Viera; Guillermo E. Guevara Viera; Luis G. Cabrera Vázquez; Carlos L. Ortuño Barba; Jhonny A. Narváez Terán; Ángel B. Carangui; Paola Faican Faican; Paola J. Lascano Armas
Cristian N. Arcos Álvarez; Jorge A. García Zumalacárregui.

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Cuenca, Campus Yanuncay, Cuenca, República del Ecuador, Autor para correspondencia: rguevaraviera@yahoo.es

Correo del autor para correspondencia: raul.guevara@ucuenca.edu.ec

ORCID del autor para correspondencia: 0000-0002-1084-3138

Resumen

La investigación se realizó en la Granja Experimental de Irquis, perteneciente a la Universidad de Cuenca, provincia de Azuay, Ecuador, a 2663 msnm con las siguientes coordenadas 1773890 E y 9659302 N, es clima templado, temperatura entre 8 y 14°C, humedad relativa del 80 % y una pluviosidad de 639 mm/año. La investigación se realizó durante 16 semanas, comprendidas entre los meses de diciembre del 2018 a marzo del 2019. Se determinó la respuesta animal como producción de leche en razón de tres patrones de composición botánica, con predominio de Kikuyo, en otro con predominio de Ryegrass y en otro con una Asociación de estos y Trébol Blanco. Se determinó la estructura de los pastizales. La disponibilidad de forraje fue similar entre los diferentes tipos de pastizales, debido a la época de estudio y a que los componentes medidos en el pastizal tuvieron un efecto compensatorio, así mismo fue mejor el aprovechamiento en los pastos Kikuyo y la Asociación Ryegrass-Treból frente a Ryegrass. La producción de leche fue superior en Kikuyo muy probablemente por su mejor estructura.

Palabras claves: bovinos, pastos, fracción del pasto, gases de efecto invernadero, producción de leche

Abstract:

The research was carried out at the Irquis Experimental Farm belonging to the University of Cuenca, Azuay province, Ecuador, at 2,663 meters above sea level with the following coordinates 1773890 E and 9659302 N, it is temperate climate, temperature between 8 and 14 ° C, relative humidity 80% and a rainfall of 639 mm / year. The research was carried out during 16 weeks, between the months of December 2018 to March 2019. The animal response was determined as milk production based on three botanical composition patterns, with a predominance of Kikuyo, in another with a predominance of Ryegrass and in another with an Association of these and White Clover. The structure of the grasslands was determined. The availability of forage was similar between the different types of grasslands, due to the time of study and that the components measured in the grassland had a compensatory effect, likewise

the utilization in the Kikuyo pastures and the Ryegrass-Treból Association was better compared to Ryegrass. Milk production was higher in Kikuyo, most likely due to its better structure.

Keywords: cattle, pastures, fraction of pasture, greenhouse gases, milk production

Introducción

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Granja Experimental de Irquis, perteneciente a la Universidad de Cuenca, ubicada en el km 23 de la vía Cuenca – Girón, de la parroquia Victoria del Portete, perteneciente al cantón Cuenca, Provincia del Azuay a 2663 msnm, con las siguientes coordenadas 1773890 E y 9659302 N, con un clima templado frío y una temperatura entre 8 y 14°C, humedad relativa del 80 % y una pluviosidad de 639 mm/año. Los muestreos se realizaron en las 40 ha de pastizales dedicadas al grupo de producción de leche y al grupo de reemplazo de vacas lecheras. El ensayo se realizó durante 16 semanas, comprendidas entre los meses de diciembre del 2018 a marzo del 2019.

Variables medidas en el pastizal.

Se midió la estructura de los pastos en su % de hojas, tallos, inflorescencia y material muerto, al tomar tres muestras de 500 g de ms del pasto al inicio, al intermedio y al final de todo el período de evaluación y la composición botánica de cada pastizal (%). Se evaluó al inicio y final de los cuatro meses del estudio con el método de los pasos (Corbea y García Trujillo, 1982) con 100 observaciones por potrero, tomadas sistemáticamente en líneas paralelas separadas a 1m.

Registro de la producción láctea y % de grasa y proteína de la leche.

El estudio se realizó exclusivamente al número de animales que se encontraron en ordeño con un promedio de 46 a 48 animales, tomando en consideración la rotación normal del hato (animales que ingresan y salen), en época de invierno (diciembre 2018 – marzo 2019). Se tomaron los datos del registro de la granja en cuanto a producción/vaca/día y también se calcularon con esos datos, las variables de producción de leche/vaca/ha/día y por ha/año. Se utilizaron los datos de la grasa y proteína de la leche, obtenidos por técnicas del laboratorio de Lactología de la facultad de Ciencias Agropecuarias.

Diseño experimental, análisis estadístico y prueba de significación.

Se aplicó un diseño de bloques completamente aleatorizados (DBCA) en función de la calidad y productividad de pasto, donde las franjas de terreno fueron el factor de bloques con réplicas de cada tratamiento. Se efectuó un Análisis de Varianza Simple (ANOVA), y Prueba de Duncan (1955) para evaluar la significación de los tratamientos.

Resultados y discusión

Tabla 1. Especie de pasto y su composición estructural.

Especies	Fracción Hojas (%)	Fracción Tallo (%)	Fracción Material Muerto (%)	Fracción Inflorescencia (%)
Ryegrass	49,62 a	22,01b	19,31b	9,06
Kikuyo	33,43 b	36,52 a	30,05 a	---
Asociación Ryegrass-Trébol blanco	46,21 a	29,14 b	22,61 b	2,04
E.E.	0,17	0,35	1,16	0,02
Sig (P<0,05)	*	*	*	---
CV (%)	6,66	5,19	8,22	---

Medias con letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Para el Ryegrass se obtuvo casi un 50 % de hojas y un 22,00 % de tallos, lo cual está ligado a la ontogenia del Ryegrass, donde la fracción hoja es mayor a la de la gran mayoría de especies y la tallo es menor a la de otras especies a edades cercanas, producto de este factor mencionado y también por el sostenido mejoramiento genético dentro del género *Lolium*, que reporta un incremento en la hojiosidad y reducción de tallos y mayor velocidad de crecimiento, que además puede tener un significado en el mayor % de Material Muerto encontrado (Hogdson, 2000; López Villalobos *et al.*, 2000; Holmes, 2006; INTA-Balcarce, 2012).

Estas cuestiones abordadas anteriormente se han confirmado en estudios a campo, evaluaciones de germoplasma de Ryegrass en pequeñas parcelas, experimentos en pastoreo con vacas lecheras y revisiones del tema (Cárdenas, 2011; Edwards *et al.*, 2013; Grace *et al.*, 2018; Guevara *et al.*, 2018).

Villalobos y Sánchez (2010) concluyeron que, en un periodo similar, el porcentaje de hojas en las pasturas como el Ryegrass pudo disminuir respecto a otros trabajos, lo que repercute negativamente en la producción de biomasa, y se debe al estrés causado por la radiación solar alta, la precipitación menor, las temperaturas mínimas más bajas en el año y la cristalización del rocío en las hojas del pasto Ryegrass. En un estudio encabezado por Andrade (2016), en el cual estudia la estructura del Kikuyo en tres épocas del año, concluye que el porcentaje de hojas fue del 41%, un resultado aproximado a nuestro estudio y para el porcentaje de tallos se obtuvo un 30%, el cual es similar a nuestros resultados.

Estimación de la Emisión de Metano.

Tabla 2. Efecto del tipo de pasto en la producción de leche/vaca y por ha, emisión de metano y componentes de la leche.

Especies	Producción de leche (kg)	Producción/ha (kg/ha/d)	Metano(l/l)	Grasa(%)	Proteína (%)
Ryegrass	9,79 a	25,16b	39,41	3,52	3,18
Kikuyo	10,46b	26,88a	38,54	3,66	3,24
Mezcla	10,19ab	26,18a	37,77	3,47	3,22
E.E.	0,20	0,41	1,12	0,09	0,06
Sig (P<0,05)	*	*	NS	NS	NS
CV (%)	6,66	5,19	8,22	11,65	13,21

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

En la tabla 2, se presentan los resultados de la estimación de emisiones de metano y producción de leche en relación a los pastizales comparados en el trabajo, que indican diferencias significativas ($P < 0,05$) el Kikuyo con 10,46kg/v/d y Ryegrass con 9,79kg/v/d, mientras que para la asociación Ryegrass-Trébol con un valor de 10,19 kg/v/d, no presenta diferencia significativa con Kikuyo, ni Ryegrass respectivamente.

Es importante destacar que, en varios trabajos realizados en condiciones de los ecosistemas andinos al sur de Ecuador, Vázquez y Pintado (2016) y Suquitana *et al.*, (2018) indican producciones de leche por vaca en ordeño, superiores en sistemas lecheros con predominio de pastos Kikuyo respecto a otros tipos de pasturas, lo que atribuyen a la mayor capacidad adaptativa del Kikuyo a condiciones de más baja fertilidad del suelo, bajos insumos agrotécnicos e incluso a carga animal instantánea más alta.

El Kikuyo es capaz de mantener una oferta de pasto con calidad nutricional adecuada para permitir un consumo adecuado de hierba, cuestión que indican otros estudios como los de Correa *et al.*, (2008) en los Andes colombianos, al informar rendimientos superiores a 12 kg/v/d en este tipo de pasto y también los reportes para el trópico alto de Australia de Lowe *et al.*, (2012); Fulkerson *et al.* (2012) que indican producciones superiores a 13 kg/v/d cuando vacas lecheras pastan en áreas de Kikuyo.

Las cargas totales en cada rotación en el sistema fueron altas (entre 2,52 y 3,27 UA/ha) y favorecieron al rendimiento lechero del Kikuyo respecto a Ryegrass y la Mezcla, efecto que se reporta por García *et al.*, (2014) al revisar sobre los estudios de potencialidad para producción ganadera del Kikuyo, al igual que, en los trabajos de Correa *et al.*, (2008) y Fulkerson *et al.*, (2013).

Vacas lecheras con una oferta importante de pasto Kikuyo bien manejado pueden producir entre 13-16 kg/v (Revees, 1997). Para América Latina se han obtenido respuestas similares o menores sin suplementación por Correa *et al.*, (2008b) y cuando se suplementan con niveles moderados de balanceados pueden alcanzar producciones de leche entre 19 y 30 kg/v/d como se reportan en los estudios de Granzin, (2003 y 2005) y Fulkerson *et al.*, (2012) lo que indica

una relación consistente entre el consumo total de materia seca y el rendimiento lechero, con incremento de 0.8 kg de leche por cada kg de incremento en el consumo de Kikuyo, donde se señala además que la variación en el consumo individual del Kikuyo en varios estudios, explicaron 73 % de la variación en la producción de leche/vaca, con las variaciones registradas del peso vivo y la etapa de lactancia entre las vacas, pero indican que con media-baja suplementación las producciones pueden ser mayores a 20kg/v/d y que no se afectó el consumo de la dieta completa (Fulkerson *et al.*, 2012).

En relación a los valores de metano potencialmente emitidos, no se encontraron diferencias significativas entre pastizales para este indicador, lo que está relacionado a los rendimientos lácteos muy similares en los diferentes tratamientos en términos numéricos y las posibles variaciones individuales en la producción de leche/vaca y el ajuste de la ecuación utilizada Vermorel (1995) para un tiempo inferior de seis meses en los registros tomados e incluso la etapa de lactancia final que corresponde al grupo de ordeño superior a 270 días, donde el rendimiento declina independientemente de la oferta diaria de alimento, lo que influye en las estimaciones de metano (Johnson y Johnson, 1995; Basset-Mens *et al.*, 2007; Beauchemin *et al.*, 2016; Roman Ponce y Hernández Medrano, 2016).

Vermorel (1995) informó, que la cantidad de metano producido por litro de leche en vacas se reduce al aumentar el nivel de producción. Blas *et al.*, (2008) plantean que la relación metano/producción de leche disminuye desde 41,1 l/kg en vacas de 3.400 l/año hasta 24,8 l/kg en vacas de mayor capacidad productiva (6.500 kg/año); lo cual coincide con la relación curvilínea obtenida por Machmuller y Clark (2006).

Se considera que en sistemas de producción de alta tecnificación la producción anual de metano en animales adultos está entre 60 y 126 kg. De Ramus *et al* (2003) igualmente reportan en sus investigaciones, que las emisiones anuales de metano por novillas de carne en pastoreo estuvieron entre 32 y 83 kg, y entre 60 y 95 kg, para vacas adultas, que pastoreaban diferentes tipos de praderas.

No se encontraron diferencias significativas entre tipos de pastos por los % de grasa y proteína de la leche, lo cual tiene que ver con los patrones muy similares de fermentación acético-láctica en rumen, con dietas predominantes de pastos, donde el mayor nivel de leguminosas en la asociación y el suministro de nitrógeno se compensa por el aporte de hojas en Kikuyo, el mayor nivel de tallos en Ryegrass-Trébol y de material muerto en Ryegrass. (Lamela, 1990; Holmes, 2006; Comerón, 2012; Beauchemin *et al.*, 2016; Grace *et al.*, 2018), lo confirman en sus diferentes estudios con baja y similar suplementación de balanceados entre diferentes pasturas.

Se considera que en sistemas de producción de alta tecnificación la producción anual de metano en animales adultos está entre 60 y 126 kg, igualmente reportan en sus investigaciones, que las emisiones anuales de metano por novillas de carne en pastoreo estuvieron entre 32 y 83 kg y entre 60 y 95 kg para vacas adultas, que pastoreaban diferentes tipos de praderas.

El dato más alto en cada tipo de animal, corresponde a gramíneas de baja calidad nutricional, con sistemas de pastoreo continuo y baja disponibilidad forrajera, mientras que los datos más bajos corresponden a praderas mejoradas, a sistemas de pastoreo rotacional, fertilización y con alta disponibilidad de forraje (De Ramus *et al.*, 2003). Carmona, Bolívar y Giraldo, (2005)

reportan que, de acuerdo a las condiciones de la dieta, las emisiones de metano pueden variar ampliamente, e indican que las características nutricionales de la pastura tienen un efecto marcado en la producción de dicho gas.

Conclusiones

La disponibilidad de forraje fue similar entre los diferentes tipos de pastizales, debido a la época de estudio, el forraje mejor aprovechado fue en los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y la Asociación frente a Ryegrass (*Lolium perenne*). La producción lechera con relación a la composición botánica no se encontró ninguna diferencia entre los tres tipos de pastizales. La emisión de gas metano presentó una producción similar para los tres tipos de pastizales, encontrando una correlación negativa entre la producción y el porcentaje de hojas. La producción láctea es similar en los diferentes tipos de pastizales.

Conflicto de intereses

No hubo ningún conflicto de interés en el equipo de trabajo que realizó el estudio

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad de Cuenca y en especial a la DIUC por su apoyo en horas al Proyecto: "Evaluación de la eficiencia técnica de la producción de leche en la Sierra Ecuatoriana", con el Código: DIUC_ Guevara_Viera_XVI_2018_36 y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias al permitir las visitas a la granja Irquis y el proveer de información, comentarios, respuestas a preguntas y opiniones para realizar la investigación.

Referencias bibliográficas.

Andrade, M. (2006). Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*pennisetum clandestinum* Hochst. Ex chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. *Tesis de licenciatura. Universidad de Costa Rica*, 225.

Andrade, M. (junio de 2016). <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/>. Obtenido de <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5871/1/26945.pdf>:

Arteaga, F. (2018). Composición botánica de la pradera natural en la zona. *Scribd*, 1-4. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/381695957/Composicion-Botanica-de-La-Pradera-Natural-en-la-Zona>. 56pp.

Bargo, F. (2008). Consumo de materia seca en vacas en pastoreo. *Sitio Argentino de producción Animal*, 12pp.

Bargo, F. (2014). Eficiencia de utilización del nitrógeno en sistemas lecheros pastoriles. Adaptado de la conferencia presentada al XXXVIII. *Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal*. 9pp.

Basset-Mens, C., Ledgard, S., y Boyes, M. (2007). Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zeland. *Ecological Economics*. 12pp.

Beauchemin, K., Duval, S., Kindermann, M., McGinn, S., y VyasD. (2016). Effects of sustained reduction of enteric methane emissions with dietary

supplementation of 3-nitrooxypropanol on growth performance of growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*, 2024-2034.

Benaouda, M., González, M., Molina, L., y Castelán, O. (2017). Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 965-974.

Bonilla, J., y Flores, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2), 1-10. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000200006.

Capper, J., Cady, R., y Bauman, D. (2009). The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 2160-2167.

Carmona, J., Bolívar, D., y Giraldo, L. (8 de febrero de 2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y disminuir su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(1), 51. Recuperado el 10 de junio de 2018, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>

Comerón, E. (2012). Eficiencia de los sistemas lecheros a pastoreo y algunos factores que pueden afectarla. *Documento de campo, INTA Rafaela*, 14pp.

Corbea, L. A., y García Trujillo, R. (1982). Método de los pasos para estimar la composición botánica del pastizal. Conferencia. EEPF "Indio Hatuey". Cuba. 17pp.

Correa, H., Pabón, M., y Carulla, J. (2008). Nutricional value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) for milk production in Colombia: A review. I. Chemical composition, ruminal and post-ruminal digestibility. *Livestock Research for Rural Development*. 15pp.

Correa, H., Pabón, M., y Carulla, J. (2008). Valor Nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una Revisión): II. Contenido de energía, consumo, producción y eficiencia nutricional. *Livestock Research for Rural Development*, 18pp.

Correa, H., Rodríguez, Y., Pabón, M., y Carulla, J. (2012). Efecto de la oferta de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) sobre la producción, la calidad de la leche y el balance de nitrógeno en vacas Holstein. *Livestock Research for Rural Development*, 16pp.

De Ramus, H., Clement, T., Giampola, D., y Dickison, P. (2003). Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. *Journal Environ Qual*, 269-277.

Dillon, P. (2006). Achieving high - dry matter intake from pasture with grazing dairy cows. En P. Dillon, *Fresh Forage for Dairy Cattle* (págs. 1-26). Netherlands.

Edwards, J., Jago, J., y Lopez Villalobos, N. (2013). Milking efficiency of grazing dairy cows can be improved by increasing automatic cluster remover thresholds without applying pre-milking stimulation. *American Dairy Science Association*, 3766-3773.

- Fernández, M. (2014). Necesidades de minerales y vitaminas. *Mundo Ganadero*, 4.
- Fulkerson, W., Nandra, K., Clark, C., y Barchia, I. (2006). Effect of cereal-based concentrates on productivity of Holstein Friesian cows grazing short rotation ryegrass (*Lolium multiflorum*) or kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures. *Livestock Science*, 85-94.
- García, S., Islam, M., Clark, C., y Martin, M. (2014). Kikuyu-based pasture for dairy production: a review. *Crop and Pasture Science*, 65, 787-797.
- Granzin, B. (2003). The effect of frequency of pasture allocation on the milk production, pasture intake and behavior of grazing cows in a subtropical environment. *Tropical Grasslands*, 84-93.
- Grazin, B. (2005). Effects of a fibrolytic enzyme supplement on the performance of Holstein Friesian cows grazing kikuyu. *Tropical Grasslands*, 112-116.
- Guevara, R., Calle, G., Loja, J., Ortuño, C., Narváez, J., Tinoco, X., . . .
- Guevara, G. (2018). Respuesta de vacas en producción lechera y emisión potencial de metano con relación a la altura inicial y residual del pastizal. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 1-7.
- Guevara, R., Martini, A., Lotti, C., Curbelo, L., Guevara, G., Lascano, p., Bastidas, H. (2016). milk production and sustainability of the dairy livestock systems with a high calving concentrate pattern at the early spring. *red vet*, 17(5),6.
- Hodgson, J. (1990). Science into practice. *Grazing Management*, 203p.
- Holmes, C. (2006). Claves del tambo pastoril. *Ergomix*, 649. Obtenido de <http://revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/98/95>.
- Johnson, K., y Johnson, D. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 2483-2492.
- Kristensen, T., Mogensen, L., y Knudsen, M. (2011). Effect of production system and farming strategy on greenhouse gas emissions from commercial dairy farms in a life cycle approach. *Livestock Science*, 136-140.
- León, R., Bonifaz, N., y Gutierréz, F. (2018). *Pastos y Forrajes del Ecuador: siembra y producción*. Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.15pp.
- López Villalobos, N., Holmes, C. W., y Garrick, D. J. (2000). The Milk productions System in New Zealand. *Palmerston North, Institute of Veterinary, Animal and Biomedical Sciences, Massey University*.12pp.
- López, J., Andressen, R., y Nieves, D. (2015). Estimación de emisión de metano por la ganadería bovina en Venezuela, período 1997-2007. *Research Gate*, 1-8.

Machmuller, A., y Clark, H. (2006). First results of a meta-analysis of the methane emissions data of New Zealand ruminants. *International Congress Series*, 54-57.

MAGAP. (4 de enero de 2016). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-censo-provincial/file/592-reporte-de-resultados-del-censo-provincial-completo>, 26pp.

Marín, A. (2013). *Estimación del inventario de emisiones de metano entérico de ganado lechero en el departamento de Antioquia, Colombia*. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de [bdigital.unal.edu.co](http://www.bdigital.unal.edu.co): <http://www.bdigital.unal.edu.co/11666/1/43979169.2014.pdf>

Martínez, J., Alarcón, A., Muñoz, E., y Avellaneda, Y. (2018). El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes. *Revista CES*, 137-152. Máscolo, L. (2016). Producción de metano en rumiantes. Problemas y herramientas para reducirlo. *Ergomix*, 1-5.

McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., y Wilkinson, R. (2013). *Nutrición Animal*. Zaragoza: Acribia.

Mendoza, P., y Lascano, C. (1986). Mediciones en la pastura en ensayos de Pastoreo, 12 pp.

Parga, J. (2003). Utilización de las praderas y manejo de pastoreo con vacas lecheras. *INIA-Remehue*, 24-43.

Pérez Infante, F. (2010). *Ganadería Eficiente Bases fundamentales*. La Habana: Ministerio de Agricultura., 12pp.

Pinochet, D. (1988). Estimación de las necesidades de trébol para la estabilidad de una pradera en la décima región de Chile. *XV. Reunión Latinoamericana de Rhizobiología*, 13pp.

Pintado, J., y Vásquez, C. (2016). *Relaciones entre composición botánica, disponibilidad y la producción de leche en vacas a pastoreo en los sistemas de producción en el cantón Cuenca*. Obtenido de dspace.ucuenca.edu.ec: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25554/1/tesis.pdf>

Posada, S., Cerón, J., Arenas, J., Hamedt, J., y Álvarez, A. (2013). Evaluation of ryegrass (*Lolium* spp.) establishment in Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) paddocks using zero tillage. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 23-32.

Revees, M. (1997). *Milk production for kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) grass pastures*. Obtenido de The University of Sydney: <https://ses.library.usyd.edu.au/handle/2123/14526>

Roman Ponce, S., y Hernández Medrano, J. (2016). Producción y medición de Metano (ch₄) en el Ganado Bovino. *Revista Ganadero*, 184-188.

Roteger, A. (2005). Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras de cebo intensivo. Cataluña, España, 22pp.

Vargas, J., Cárdenas, E., Pabón, M., y Carulla, J. (2012). Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. *Archivos de zootecnia*, 61, 51-66. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/download/2958/1728>.

Vermorel, M. (1995). Emissions annualles de methane d'origine digestive par les bovines en France, variation selon le type d'animal et le niveau de production. *INRA, Prod Anim.*, 265-275.

Villalobos, L., Arce, J., y WingChing, R. (2013). Producción de biomasa y costos de producción de pastos Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*kikuyuocloa clandestina*) y Ryegrass Perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 91-103.

Villalobos, L., y Sánchez, J. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (*Lolium Perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. Producción de biomasa y fenología. *Scielo*, 31-42.

Recibidos: 14/octubre/2020

Aceptados: 26/enero/2021