



**PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO DE KIKUYO
(*PENNISETUM CLANDESTINUM*, *EX CHIOV*) FERTILIZADO CON
POLLINAZA †**

[MILK PRODUCTION OF GRAZING COWS IN KIKUYO (*PENNISETUM CLANDESTINUM*, *EX CHIOV*) FERTILIZED WITH POULTRY MANURE]

**Cristian Arcos Álvarez¹; Paola J. Lascano Armas¹; Raúl V. Guevara Viera^{2*};
Guillermo E. Guevara Viera²; Carlos S. Torres Inga²;
Ángel J. Aguirre de Juana³; Rafael A. Garzón Jarrín¹ and Elsa Molina Molina¹**

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Carrera de Medicina Veterinaria. Universidad Técnica de Cotopaxi. Panamericana Sur Km 3 Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, 13-34. Email: cristian.arcos@utc.edu.ec; paola.lascano@utc.edu.ec; rafael.garzon@utc.edu.ec

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Cuenca, Campus Yanuncay, Cuenca, República del Ecuador.

*Email: rguevaraviera@yahoo.es

³CPIFP Montearagón, E-22071 Huesca, España. Email: angeljavieraguirre65@gmail.com

*Corresponding author

SUMMARY

Background. The use of organic fertilization on grasslands is an option on the biological, economic and environmental sense. **Objective.** In order to evaluate the poultry manure applied as a fertilizer in Kikuyo pastures (*Pennisetum clandestinum*, *Ex Chiov*) with grazing cows. **Methodology.** An experiment was carried out on a 21.6 ha farm in Ecuador, at 2° 13' and 78° 24' South and West, 2651 masl, rainfall of 1103 mm / year). Four fertilization levels corresponding to 0, 50, 100, 150 kg / ha / year, respectively, and load of 1.22 AU / ha were used. Irrigation was applied in the dry season. 21-25 Holstein cows with 526 kg of LW were used. Lactation was of 272 days. The time of occupation of a day and time of rest of 21-28 days. The concentrate offered was 0.4 kg / cow. The persistence of the pastures (%) and their yield per rotation in t ms / ha were determined. Heights and density and samples for dry matter, crude protein and crude fiber (%) were estimated. Milk/cow production data were recorded. ANOVA was used. Costs of the kg of milk produced were determined. **Results.** The significant differences (p <0.05) were in F150, where the pasture increased up to 83% and the milk produced surpassed (p <0.05) the other treatments. **Implications.** The treatment with the best response for grass and milk production was considered a positive reference to be recommended for producers in the zone. **Conclusions.** The contribution of 150 kg of manure + 50 kg / N2 / ha as urea, influenced in a higher nutrient intake, increased pasture persistence, yield and nutritional quality, with direct effects on the dairy response and reduced costs / kg of milk.

Key words: Livestock; grassland; manure; grass persistence; economy; yield.

RESUMEN

Antecedentes. El empleo de fertilización orgánica en pastizales es una opción en el sentido de lo biológico, lo económico y en lo ambiental. **Objetivo.** El efecto de la pollinaza aplicada como fertilizante en pasturas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, *Ex Chiov*) con vacas en pastoreo. **Metodología.** Se realizó un experimento en una granja de 21.6 ha en Ecuador, a 2° 13' y 78° 24' Sur y Oeste, 2651 msnm, precipitaciones de 1103 mm / año. Se usaron cuatro niveles de fertilización correspondientes a 0, 50, 100, 150 kg / ha / año, respectivamente y carga de 1,22 UA / ha. El riego se aplicó en estación seca. Se utilizaron 21-25 vacas Holstein con 526 kg de PV. La lactancia fue de 272 días. El tiempo de ocupación de un día y de reposo de 21-28 días. El concentrado ofrecido fue de 0.4 kg/vaca. Se determinó la persistencia de los pastos (%) y su rendimiento por rotación en t MS/ha. Se estimaron las alturas y la densidad y muestras para materia seca, proteína bruta y fibra bruta (%). Se registraron datos de producción de leche/vaca. Se utilizó un ANOVA. Se determinaron costos del kg de leche producida. **Resultados.** Las diferencias significativas (p <0,05) fueron a favor de F150, donde el pasto aumentó hasta 83% y la leche producida superó (p <0,05) a los demás tratamientos. **Implicaciones.** El tratamiento con la mejor respuesta para el pasto y en la producción de leche fue considerado un referente positivo para ser recomendado para los productores en la zona. **Conclusiones.** El aporte de

† Submitted October 13, 2020 – Accepted February 18, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

150 kg de pollinaza + 50 kg Urea / ha, influyó en una mayor ingesta de nutrientes, aumentó la persistencia de los pastizales, rendimiento y calidad nutricional, con efectos directos en la respuesta láctea y costos reducidos / kg de leche.

Palabras claves: Ganadería; pastizales; estiércol; persistencia del pasto; economía; rendimiento.

INTRODUCCIÓN

En países ganaderos, donde el pastoreo es clave en sus tecnologías de alimentación como Nueva Zelanda, Australia, los Países Bajos, el centro-este de los Estados Unidos y latinoamericanos como Argentina, Uruguay y Colombia, se manejan diferentes variantes de fertilizantes con abonos orgánicos y legumbres en pastizales, para reemplazar el nitrógeno sintético con nitrógeno biológico aceptable, lo que resulta en la reducción de los efectos negativos de la eutrofización (Lowe *et al.*, 2010; Comerón, 2012). Los tratamientos agrotécnicos, que comprenden esquemas de fertilizantes minerales y orgánicos para pastos sujetos al consumo por pastoreo de vacas lecheras, involucran diferentes estrategias con el empleo de recursos como el estiércol de aves de corral, que es una fuente muy importante de nutrientes como fertilizantes. Correa *et al.* (2012) explica que las respuestas de los pastos al estiércol de aves de corral, es una consecuencia de proporcionar importantes minerales y compuestos orgánicos con gran influencia en la fisiología de las plantas para aumentar sus rendimientos y su calidad nutritiva. Respuestas similares se informan en otros ensayos (Pérez *et al.*; 2011; Correa *et al.*, 2012) en pasturas de Kikuyo fertilizadas con pollinaza, que logran un nivel de producción de leche de vacas por encima de 10 kg/vaca/d y donde la eficiencia de utilización del pasto ha sido aceptable al igual que el incremento de su persistencia en el tiempo.

En los estudios de Granzin, (2003 y 2005) y Fulkerson *et al.* (2010) se 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 explicó el 73 % de la variación en la producción de leche/vaca.

El objetivo de la fertilización orgánica es el retorno de los nutrientes del suelo que se retiran con el pasto, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre y completan los nutrientes del suelo, mejoran las características físicas, químicas, pueden incrementar materia orgánica no oxidada del suelo, ayudar a sostener el rendimiento de forrajes durante todo el año, y que tengan calidad y persistencia adecuada (Correa *et al.*, 2012; Enríquez *et al.*, 2015). Es muy necesario evaluar la respuesta a las prácticas comunes para el uso de fertilizantes orgánicos y minerales para pastizales en Ecuador, pero la combinación con formas sintéticas de fertilizantes hoy en día no es clara para diferentes ecosistemas y en

muchas granjas lecheras en condiciones andinas no es una práctica común y por eso es muy importante, realizar ensayos entre diferentes fuentes y niveles (Cárdenas, 2011). Otra estrategia es la combinación de fertilizantes químicos con estiércol para mejorar la estabilidad de C y N, lo que aporta beneficios en las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y reduce el riesgo de lixiviación de nitratos.

La fertilización nitrogenada recomendada para Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) fluctúa entre 40 y 70 kg de nitrógeno por hectárea de pastizal (Estrada, 2001), lo que lleva a aplicar al menos 40 kg de nitrógeno / ha / año, cantidades que representan un alto costo en los programas de fertilización en los prados de Kikuyo y el riesgo involucrado de contaminar el medio ambiente (Echeverri *et al.*, 2010, Pérez *et al.*, 2011; Correa *et al.*, 2014). Debido a estas consideraciones, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de pollinaza, aplicados como fertilizante en las pasturas de Kikuyo en el rendimiento, la persistencia y calidad nutricional del pasto y el rendimiento de vacas lecheras en estos pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y características del sitio. Periodo experimental

El trabajo se realizó entre marzo de 2014 y febrero de 2016, en un sistema lechero de 21.6 ha en la provincia de Cotopaxi en Ecuador, ubicado a 2° y 78° sur y oeste, respectivamente, a 2651 msnm. En el área, el promedio de precipitaciones fue de 1103 mm / año y las temperaturas anuales estuvieron entre 14 y 21 °C. Es una granja ganadera de Vacas Holstein con ordeño mecanizado.

Tratamientos de fertilización orgánica y mineral del pastizal

Se compararon cuatro niveles de fertilización orgánica con estiércol de pollo (50, 100 y 150 kg / ha / año, representados como F50, F100 y F150 respectivamente durante dos años) con respecto a los pastizales Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, *Ex Chiov*) y unos cuarterones sin fertilizar (F0) como control. La carga animal global fue de 1.22 UA / ha para todos los tratamientos. El uso del estiércol de aves de corral (pollinaza) se basó en su composición mineral (Ag Professionals, 2013, modificado) para calcular los niveles de nitrógeno. Los fertilizantes se aplicaron manualmente en dos ocasiones, una en la

estación lluviosa y otra en la estación seca para el tratamiento de 50 kg / ha y dos veces en cada período para las dosis más altas, en F0 no se aplicaron fertilizantes orgánicos, solo los 50 kg de Urea/ha en ambos años, además se aplicaron 50 kg urea / ha en los otros tres tratamientos durante el año, aplicado en la estación lluviosa. El riego se aplicó en la estación seca.

Manejo del pastoreo y del pastizal. Uso de suplementos concentrados y forrajes de corte

El área se manejó con un rango de 21 a 25 vacas lecheras Holstein en pastoreo con 526 ± 12.3 kg de peso vivo. La duración promedio de la lactancia fue de 272 ± 9 días. El método de Pastoreo Racional Voisin (PRV) se aplicó con cerca eléctrica móvil. El bloque de pastos se estableció primero y luego se hizo la distribución al azar de los tratamientos dentro de cada bloque. El tiempo de descanso del pasto fue de 25-33 días en todos los tratamientos con 6 franjas de pastoreo por tratamiento que fueron las réplicas y se asumieron como el factor de bloqueo, dos de las cuales/tratamiento se manejaron bajo corte para obtener excedentes de forraje, el que se suministró a otros bovinos de la granja, para no crear efectos nutricionales confundidos no deseados en los animales de ordeño. La suplementación con concentrado se usó a razón de 0.46 kg /vaca a partir del quinto kg de leche producida/vaca/día.

Mediciones para la determinación de indicadores de la respuesta del pasto y del animal

Las determinaciones de la composición botánica (%) de la pastura se realizaron por el método de los pasos, todos los años desde el inicio del trabajo (Corbea y García Trujillo, 1982). Cada dos rotaciones del mismo potrero / tratamiento, se determinaron los rendimientos de materia seca (kg de materia seca / ha) con el método de la bandera inglesa y el corte y pesaje del forraje contenido en diez marcos de 0.5 m^2 / franja de pastoreo y paralelamente, se tomaron 30 observaciones de altura con regla graduada en cm. Se tomaron tres muestras cada dos rotaciones en los potreros, para determinar la materia seca (%), la proteína bruta y la fibra cruda (g/kg de materia seca) de acuerdo con AOAC (2000). Se calculó la densidad del pasto en kg de materia seca / ha / cm, al dividir el rendimiento por altura del pasto. Las mediciones de producción de leche (kg/vaca/d) en cada vaca, se tomaron al tercer día de ocupación en cada réplica de cada tratamiento, luego de que los dos primeros días se consideraron de adaptación, para reducir el efecto residual del tratamiento anterior.

Modelo lineal. Diseño experimental. Análisis de resultados y prueba de significación

Los datos se sometieron a análisis de varianza simple con el programa SSPS 11.0 y la prueba de Duncan

(1955) en un diseño de bloques al azar para las mediciones del pastizal y de los animales. Como fue señalado las franjas de los diferentes tratamientos fueron el factor de bloqueo. Se presenta el modelo lineal que se aplicó en el experimento. Las variables de las mediciones en los pastos se analizaron con un diseño de bloques al azar con el modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_{ijk} + B_{ijkl} + e_{ijkl}$$

Dónde: Y_{ijkl} = Variable respuesta, μ = Media general, T = Efecto de Tratamientos, B = Bloques, e = Término residual.

Cálculo de costos del kg de leche/vaca/día

Los costos por kg de leche /vaca /d, se determinaron por el método de Luening (2010), se consideraron para los cálculos de costos, diferentes elementos como gastos totales de vaca, alimentos para todos los rebaños, aplicaciones de pollinaza, terapia veterinaria, gastos en diésel y lubricantes, gastos en operaciones de maquinaria, salario personal, cercas eléctricas y gastos de operación del equipo de ordeño mecanizado y otros costos generales menores en la granja.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Persistencia y rendimiento de los pastizales en respuesta a los niveles de fertilización. Altura y Densidad del pasto

La persistencia de los pastizales en las respuestas a los niveles de fertilizantes (Tabla 1), indicó diferencias significativas ($p < 0.05$) a favor del tratamiento F150 con respecto a los demás, ya que su población aumentó hasta 83% con una variación de + 20% en unidades, respecto de F0 y de + 7 y + 10% en comparación con F50 y F100 respectivamente. Esta respuesta está vinculada a la contribución de nutrientes máximos al nivel de 150 kg / ha de pollinaza y a la mayor acumulación de materia orgánica con su nivel de N_2 para aumentar la población del pasto y la producción de biomasa herbácea por los efectos combinados de la fracción soluble de nitrógeno, fósforo, potasio y oligoelementos (Echeverri *et al.*, 2010; Correa *et al.*, 2014).

De acuerdo con Tozer *et al.* (2003) el manejo de las pasturas con adecuados períodos de rotación, ocupación y aplicaciones de fertilización según la relación nutricional suelo-pasto, influye positivamente en el desempeño de la finca y tiene determinación en un grado importante sobre el retorno económico y los posibles menores costos en un sistema de alimentación basado en pastoreo. En este sentido Fulkerson y Lowe, (2003); Correa *et al.* (2008a); García *et al.* (2014) indican que el pasto Kikuyo es bien conocido por su

Tabla 1. Efectos de diferentes tasas de fertilización con Pollinaza en la persistencia de los pastizales (%) dos años después de iniciar el experimento.

Indicador	F0	F50	F100	F150	ES (\pm)	Sig.	C.V
Kikuyo	63 ^c	73 ^b	76 ^b	83 ^a	2.1	**	5.1
Otras gramíneas	10	12	7	6	0.8	NS	9.3
Trébol	3	6	10	8	1.5	NS	7.2
Otras leguminosas	3	4	2	2	0.05	NS	6.0
Malezas	14 ^a	2 ^c	5 ^b	1 ^c	0.3	*	6.3
Despoblación	7	3	--	--	--	--	4.9

a, b, c, superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$), Duncan (1955).

alto potencial de rendimiento con medios insumos nutricionales, excelente respuesta a la fertilidad y al agua, resistencia al pisoteo, a la compactación y persistencia, para todo lo cual le ayuda un denso sistema radicular que puede alcanzar $>2\text{m}$ de profundidad (Nie *et al.*, 2008).

Estos aspectos entendemos fueron determinantes en la mayor respuesta del pasto Kikuyo en F150, que como fue informado, incrementó sensiblemente su población respecto a la no aplicación de fertilizantes en F0. En este caso, los cambios nutricionales en el pasto en relación al aumento de los contenidos de nitrógeno y otros minerales como Ca y P y su incremento poblacional, se implementan mediante el aumento de fertilizantes aplicados al pastizal, cuestión que se ha reportado en diferentes trabajos en Sudáfrica, Cuba, Nueva Zelanda y Colombia (Botha *et al.*, 2008; Pérez Infante, 2010; Villalobos *et al.*, 2015; Bryant *et al.*, 2013; Correa *et al.*, 2012). El mayor suministro de nutrientes a un nivel de 150 kg / ha / año, favorece una mayor tasa de ocurrencia de procesos fisiológicos a partir de la fotosíntesis y la producción de carbohidratos simples, estructurales y proteínas y su acumulación en la planta, como se demostró en estudios de Echeverri *et al.* (2010); Zapata (2011) y Correa (2014).

Lo anterior, es un efecto lógico, concatenado y responsable de las respuestas que se alcanzan en los índices relevantes, como el rendimiento de materia seca en las estaciones lluviosas y seca, y la altura de la temporada de lluvia (Tabla 2) con diferencias ($p < 0.05$) para los niveles 100 y 150 kg / ha en relación con F0 y F50 que no difieren entre sí. En los índices de altura y densidad en la estación lluviosa no encontraron diferencias por sus valores según los tratamientos; Así mismo, se informaron diferencias ($p < 0.05$) para la densidad en la estación seca. La altura variable de la planta en la temporada de lluvias fue mayor ($p < 0.05$) en F150, lo que indica una respuesta positiva del pasto Kikuyo a la aplicación de materia orgánica (Zapata *et al.*, 2011; Correa *et al.*, 2014). El rendimiento de forraje reportado en este trabajo es similar al reportado en el trabajo de Heredia-Nava *et al.* (2007) quienes

reportaron valores de crecimiento de 71.7 kg MS/día en pasto Kikuyo, que para 25-30 días de rebrote indica rendimientos entre 1800 a 2160 kg ms/ha.

Composición química del pasto

Con respecto a la composición química (Tabla 3), se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) para F150 con porcentajes más altos de MS en estaciones lluviosas y secas con respecto a los tratamientos restantes y también se registraron efectos para este tratamiento ($p < 0.05$) para la proteína bruta en relación con el resto en lluvia, con los niveles más bajos en F0 y más altos en F150. Estos resultados, están vinculados a un mayor suministro de nutrientes a un nivel de 150 kg/ha/año, lo que favorece la aparición de procesos fisiológicos a partir de la fotosíntesis y la producción de carbohidratos simples y estructurales y su acumulación en la planta, independientemente del reducido nivel de oxígeno en el aire a más de 2500 msnm, según informan otros autores (Echeverri *et al.*, 2010; Zapata, 2011; Correa, 2014), lo que explica que el pasto Kikuyo es una planta adaptada a las tierras altas de los trópicos. Los resultados en las tasas de proteína bruta en la estación seca y de fibra bruta en ambas estaciones no reflejaron diferencias significativas para estos nutrientes.

En otras investigaciones realizadas por Correa *et al.* (2008a) a los 30 días de corte, obtuvieron un valor de 178 g/kg de PB de materia seca, superiores a los encontrados en esta investigación, con 126 g/kg de MS en cuanto a proteína del Kikuyo en lluvia y 102 g/kg de MS en la época de seca, que se debe a mejor nutrición del pasto en el estudio de Correa *et al.* (2008) y también menores por esta misma razón, a los reportes de García *et al.* (2014) en Australia y a los trabajos de Hernández-Ortega *et al.* (2011) y de Celis-Álvarez *et al.* (2016) quienes reportan resultados de PB de 189 g/kg MS y 179 g/kg MS respectivamente y a los otros trabajos se reportan mayores contenidos de proteína cruda, tal es el caso de los reportados por Kennedy *et al.* (2005) y Macdonald *et al.* (2008), quienes reportan resultados de 236 g/kg MS y 223 g/kg MS respectivamente. Plata-Reyes *et al.* (2018) reportaron valores de 213 g/kg MS para praderas de Kikuyo,

similar a lo reportado por Caro y Correa *et al.* (2004) en Colombia que indicaron un contenido de proteína bruta de 215 g/kg MS para rebrote de Kikuyo de 32 días y 166 para rebrote de 58 días. Este contenido de PB en el pasto en el nivel F150 en lluvia, está por encima del nivel de 12 % de este nutriente en el pasto, que requieren vacas de mediano potencial para mantener una producción de leche superior a 10 kg/vaca/d. En el periodo seco, la suplementación con balanceado pudo ayudar para completar los requerimientos y alcanzar las producciones obtenidas en el año.

Rendimiento en Producción de leche por vaca y por ha. Contenidos de Proteína y de Grasa de la leche. Costos del kg de leche producida

El Kikuyo es capaz de mantener una oferta de pasto con calidad nutricional suficiente 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/vaca/d en este tipo de pasto y

también los reportes para el trópico alto de Australia de Fulkerson *et al.* (2013) que indican producciones superiores a 13 kg/vaca/d cuando vacas lecheras pastan en áreas de Kikuyo. García *et al.* (2014) reportan respuestas superiores a cargas más altas 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/vaca/d (Reeves, 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/vaca/d como se reportan en los estudios de Granzin, (2003 y 2005) y Fulkerson *et al.* (2010), 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

Tabla 2. Efecto de los niveles de Pollinaza en la disponibilidad (t ms / ha / rotación), altura (cm) y densidad de pasto (kg / cm / ha) en el experimento.

Indicadores	F0	F50	F100	F150	ES (±)	Sig.	CV (%)
Rendimientos en Lluvia	1.60 ^b	1.73 ^b	2.11 ^a	2.54 ^a	0.15	*	15.1
Rendimientos en Seca	0.78 ^b	0.82 ^b	1.55 ^a	1.76 ^a	0.91	*	12.6
Altura en Lluvia	52 ^b	56 ^b	73 ^a	78 ^a	2.7	*	9.3
Altura en Seca	36	42	45	49	8.5	NS	16.2
Densidad en Lluvia	28.3	31.2	29.6	32.8	6.1	NS	13.4
Densidad en Seca	21.2 ^b	19.6 ^b	33.7 ^a	35.5 ^a	5.0	*	10.2

^{a, b, c.} superíndices distintos indican diferencias significativas (p<0.05), Duncan (1955).

Tabla 3. Efectos de los niveles de Pollinaza (kg/ha/a) en los porcentajes de materia seca (%), y en los contenidos de proteína bruta y fibra bruta (g/kg de ms) del pastizal en cada tratamiento.

Indicadores	F0	F50	F100	F150	E.S (±)	Sig.	VC (%)
Materia seca (Lluvia)	23.1 ^c	22.7 ^c	26.2 ^b	28.5 ^a	0.35	*	11.6
Materia seca (Seca)	28.6 ^b	26.3 ^b	27.5 ^b	30.8 ^a	0.18	*	14.1
(Proteína Bruta) (Lluvia)	72.0 ^c	83.0 ^c	105.1 ^b	126.0 ^a	0.04	*	13.7
(Proteína Bruta) (Seca)	88.0	91.0	98.0	102.0	0.03	NS	19.2
(Fibra Bruta) (Lluvia)	276.0	272.0	281.0	284.0	0.19	NS	16.8
(Fibra Bruta) (Seca)	268.0	276.0	278.0	273.0	0.32	NS	14.3

^{a, b, c.} superíndices distintos indican diferencias significativas (p<0.05), Duncan (1955).

varios estudios, explicó el 73 % de la variación en la producción de leche/vaca. En ese mismo trabajo, un análisis de regresión lineal reportó un incremento en la producción de leche de 1.37 kg por cada kg de consumo de hierba, que pueden afectarse por variaciones del peso vivo y la etapa de lactancia entre las vacas, pero indican que con media-baja suplementación, las producciones pueden ser mayores a 20 kg/vaca/d y que no se afectó el consumo de la dieta y la digestibilidad del Kikuyo y la dieta completa (Fulkerson *et al.*, 2010; Holmes, 2006; Comerón, 2012; Beauchemin *et al.*, 2014), lo confirman en sus diferentes estudios con y sin fertilización y con baja suplementación de balanceados entre diferentes pasturas.

En cuanto al rendimiento de leche, los resultados obtenidos en este trabajo, son menores a los reportados en otras partes del mundo, por ejemplo, Granzin y Dryden (2005) reportan rendimientos entre 16 y 20.7 kg leche/vaca/d en lactación tardía o temprana en Australia con pastoreo de Kikuyo y con diversos tipos de suplementación. Es interesante notar que no hubo ningún efecto hacia mayor rendimiento de las praderas de clima templado, en las cuales generalmente se reportan mayores rendimientos de leche de vacas en pastoreo, sobre todo en praderas de Ryegrass, como los reportes de Bryant *et al.* (2013) en Nueva Zelanda que reportaron rendimientos de 21.2 kg leche/vaca/d.

La respuesta en producción de leche/vaca/d y por ha/d, fue mayor ($p < 0.05$) para F150, con valores respectivos de 13.7 ± 2.18 y $16.6 \text{ kg} \pm 1.61$ respecto a los otros tratamientos (Tabla 4), incluso los valores calculados de producción por ha/año en este tratamiento, tienen un equivalente de más de 2000 kg con diferencia biológica del control. Estos resultados son consistentes con los valores obtenidos en escenarios de granjas lecheras en la región, tanto en Ecuador como en Colombia, y por Patiño, Angamarca, Guevara, Narváez, Guevara, Ortuño, Caranguis y Faicán (2020) reportan excelentes respuestas en los rendimientos de leche por vaca y por hectárea para granjas lecheras en Ecuador. Los resultados en las respuestas de producción de leche, se vincularon con los atributos

del pasto como la altura y el rendimiento y en este caso, coincide con una gran interacción entre la producción de materia seca, la altura para el consumo de forraje, su densidad, su utilización y la producción de leche, que es positiva en coincidencia con otros estudios (Pérez Prieto *et al.*, 2012; Fulkerson *et al.*, 2013; Correa, 2014).

El efecto de la fertilización, aquí se expresó en un aumento de la materia seca y un aumento en la producción de leche como resultado de una mejora en el consumo del pasto, derivado de una mayor selección de las partes más hojosas como efectos directos sobre el rendimiento de la leche ya conocido (Cárdenas, 2011; Edwards *et al.*, 2013; Correa *et al.*, 2018). Los experimentos en Australia y Colombia para condiciones de zonas tropicales altas por encima de 1000 metros, donde Kikuyo tiene predominio en los pastizales de varios sistemas ganaderos, indican rendimientos por vaca / d con valores entre 11 y 17 kg de leche con diferentes niveles de fertilización mineral y mineral-orgánica combinadas y con utilizaciones por encima del 50 % del pasto en oferta (Fulkerson *et al.*, 2013; Carulla *et al.*, 2014; Correa, 2014; Correa *et al.*, 2018b).

El aumento en el suministro de forraje por la fertilización de estiércol de aves, favorece la ingesta de materia seca y, por lo tanto, la producción de leche por vaca y su composición en proteínas y grasa (Herrero, 2000; Pérez Prieto *et al.*, 2012; Carulla *et al.*, 2014; García *et al.*, 2014), el patrón de comportamiento de estos componentes puede ser pequeño y poco variable, debido a que las fermentaciones ruminales tienen un patrón de ácidos grasos acético-lácticos en estas dietas con predominio de pasturas muy similares y con cierto nivel de equilibrio, por lo tanto, durante los dos años estudiados, el % de grasa de leche promedió 37.6 ± 0.32 , y la proteína de leche promedió 30.5 ± 0.19 y cualquier aumento de cierta magnitud, solo es posible con grandes cambios en la nutrición y el manejo. Los cambios nutricionales en el pasto, que pueden influir en la composición nutritiva de la leche, no son consistentes con el aumento de fertilizantes y solo reportan diferencias no significativas menores en los

Tabla 4. Producción de leche por vaca/día, por ha/día, por ha/año (kg), Grasa y Proteína de la leche (g/kg ms) y Costo de la leche (USD/kg) para los tratamientos con Pollinaza (kg/ha/y) en el experimento.

Indicadores	F0	F50	F100	F150	ES(±)	Sig.	CV
Leche/ vaca /día	9.3 ^a	12.1 ^b	12.3 ^b	13.7 ^c	0.23	*	11.2
Leche/ ha/día	11.4 ^a	14.8 ^b	15.0 ^b	16.6 ^c	0.39	*	15.3
Leche/ ha/año	3086	4015	4280	5546	28.16	--	---
Grasa de la leche	35.2 ^a	36.11 ^a	35.8 ^a	35.5 ^a	0.05	NS	9.5
Proteína de la leche	32.1 ^a	32.5 ^a	32.9 ^a	32.6 ^a	0.11	NS	10.2
Costo de la leche	0.29	0.26	0.27	0.21	---	---	---

^{a, b, c}, superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$), Duncan (1955).

contenidos (Botha *et al.*, 2008; Pérez Infante, 2010; Bryant *et al.*, 2013; Correa *et al.*, 2012; Villalobos *et al.*, 2015).

Un mayor consumo de pastos y de producción láctea como respuesta, son acordes al potencial animal, al aprovechamiento de la calidad de los pastos con mejores condiciones para la cosecha de hierba y que pueden, en forma estable, alcanzar entre 10-18 kg de leche/vaca/d, con mínima suplementación (Cowan, 2005; Holmes, 2006; Pulido *et al.*, 2010). En los índices de producción, y de acuerdo a las características de estos sistemas basados en especies como Kikuyo y en menor nivel asociaciones de Ryegrass-Trébol blanco y aplicaciones cercanas a 40 kg/ha/año de N₂, los valores de rendimiento por vaca y por ha/año, son acordes a los reportados para las condiciones de la zona sur de la sierra, con cifras muy similares a los reportes de Patiño *et al.* (2020). García *et al.* (2014) indican que para los sistemas lecheros sostenidos por pasturas de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) la disponibilidad del pasto y su conversión a productos lácteos, tiene una relación cerrada con la rentabilidad de estos sistemas y el mantener esa productividad alta implica siempre cambios en el manejo y nivel de insumos que entran al pastizal y el complemento con otros alimentos.

Correa *et al.* (2008a, 2008b) en Colombia y García *et al.* (2014) para Australia, discuten los positivos y negativos atributos de sistemas de producción animal con pastizales de Kikuyo, indican que el bajo contenido de materia seca en pasturas destinadas al pastoreo limitan el consumo de MS, también abarcan los detalles que tienen que ver con diferentes manejos necesarios para alcanzar ganancias productivas en el futuro, asociadas a su rendimiento de materia seca, utilización, valor nutritivo, consumo y rendimiento lechero/vaca y por área, aquí influyen la variación entre vacas por su consumo voluntario en cada nivel de fertilización y la prolongada edad de plantas dentro de potreros, que pueden alcanzar alturas mayores por no haber sido consumidas en varias rotaciones, debido al efecto desestimulante del consumo por la deposición de heces y hasta por el fertilizante esparcido en la superficie del pasto, que reporta olores desagradables (Hodgson, 1990; Holmes, 2006; Milera *et al.*, 2013; Fulkerson *et al.*, 2013). En un estudio realizado por Villalobos *et al.*, (2013), se observó que en las épocas en que la producción de biomasa aumenta, el aprovechamiento tiende a disminuir, esto puede deberse a que las fincas no realizan ajustes en la carga animal en pastoreo durante el año, por lo que los animales tienen una mayor cantidad de materia seca disponible, lo que provoca la presencia de material remanente para los pastoreos sucesivos.

Los contenidos de proteína y grasa de la leche, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por

la norma oficial ecuatoriana. Los resultados de proteína en leche son similares a los trabajos de varios autores como Ruiz-Albarrán *et al.* (2012), Macoon *et al.* (2011) y Celis-Alvarez *et al.* (2017), quienes reportaron 30.1, 30.4 y 32.1 g de proteína bruta en leche/kg, respectivamente. En cuanto al contenido de grasa en leche, los resultados se encuentran por encima a los informados por autores como Bernal-Martínez *et al.* (2007) y Celis-Alvarez *et al.* (2017), quienes reportan valores de 33.6 g/kg y 32.6 g/kg respectivamente, y similares a lo reportado por Granzin y Dryden (2005) para vacas en pastoreo de Kikuyo en Australia. Los costos menores del kg de leche en el tratamiento F150, son acordes con los hallados en otros trabajos y una consecuencia del incremento de los rendimientos lecheros en ese tratamiento (Granzin y Dryden, 2005; Fulkerson *et al.*, 2010; García *et al.*, 2014).

En condiciones de pastoreo se producen interacciones entre las plantas y el animal, las cuales influyen cuantitativa y cualitativamente en el consumo de nutrientes (Gutiérrez *et al.*, 2005). Las características estructurales y químicas del pasto, la composición botánica y las prácticas de manejo, regulan el consumo y el comportamiento animal (Pérez Infante, 2010). Es necesario conocer cuánto consume el animal de los alimentos suministrados, esto es fundamental en el manejo de los sistemas de producción al pastoreo, pues establece la disponibilidad de nutrientes para la producción animal (Estrada *et al.*, 2014), en razón de estos criterios se pueden explicar los resultados encontrados en este trabajo, que aunque no se presentaron resultados de utilización de la hierba por sus rendimientos ni por su altura antes y después de la utilización por las vacas, los valores de rendimiento y altura y densidad son adecuados como expresiones físicas de ofertas de materia seca para sostener una producción superior en el nivel más alto de fertilización con pollinaza, como ocurrió en otros trabajos con fertilizantes de diverso origen aplicados a este y otros tipos de pastizales (Pérez Infante, 2010; Fulkerson, 2013; García *et al.*, 2014; Patiño *et al.*, 2020).

CONCLUSIONES

El aporte de 150 kg de pollinaza + 50 kg / N₂ / ha de urea como fertilizante, influyó en una mayor ingesta de nutrientes y fue decisivo para el aumento de la persistencia de los pastizales, de su rendimiento y la calidad nutricional con efectos directos sobre la mejora de la respuesta láctea y los costos reducidos / kilogramo de leche.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo brindado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca (DIUC) por sus apoyos para las funciones de investigación en el

experimento. También a las autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, en Azuay, Ecuador por su apoyo para las acciones del mismo. Agradecemos a las autoridades de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, por los vínculos de trabajo de I+D y Extensión con esa granja y a sus propietarios por facilitar el acceso a la misma y el aporte con información de sus registros de producción de leche, de manejo de la granja y de datos para los análisis económicos.

Financiamiento. Proyecto "Evaluación de la eficiencia técnica de la producción de leche en la sierra ecuatoriana", código DIUC_XVI_2018_36, de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, Ecuador.

Conflicto de intereses. No existe conflicto de interés entre los integrantes del equipo de trabajo, que condujo el estudio.

Cumplimiento de estándares de ética. Se cumplió con las normas de bioéticas correspondientes al trabajo directo con ganaderos productores de leche en cuanto se refiere al manejo de la granja y de la información de sus registros, siempre consultando con ellos que información pudiera tener una presentación y ser publicada en un artículo científico y estuvieron de acuerdo los ganaderos en que se manejara la investigación de ese modo y para su provecho y el de la comunidad ganadera del entorno.

Disponibilidad de datos. Los datos del trabajo, pueden obtenerse enviando un correo al autor para correspondencia: Ing. Raúl V. Guevara Viera, PhD, Correo: rguevaraviera@yahoo.es

REFERENCIAS

- Ag Professional. 2013. Nutrient availability and value of poultry litter, Ag Professional, December 22.
- AOAC. 2000. Association of Official Analytical Chemist. Arlington: AOAC International, pp 22, 2000.
- Arango, J., Cardona, F.A., López, A., Correa, G., Echeverry, J. 2017. Variación de caracteres morfológicos del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto de Antioquia. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 12:44-52.
- Ataroff, M., Naranjo, M.E. 2009. Interception of water by pastures of *Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov, and *Melinis minutiflora* Beauv. Agroforestry Meteorology, 149: 1616:1620.
- Barros, T., Quaassdorff, M.A.A., Aguerre, M. J., Olmos-Colmenero, J.J., Bertics, S.J., Crump, P.M. and Wattiaux, M.A. 2017. Effects of dietary crude protein concentration on late-lactation, dairy cow performance and indicators of nitrogen utilization. Journal of Dairy Science. 100: 5434–5448. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11917>
- Barton, L., Wan, G.G.Y., Buck, R.P., Colmer, T.D., 2009. Does N fertilizer regime influence N leaching and quality of different-aged turf grass (*Pennisetum clandestinum*) stands? Plant and Soil 2009; 316:81-96.
- Botha, P., Meeske, R., & Snyman, H. 2008. Kikuyo over-sown with ryegrass and clover: grazing capacity, milk production and milk composition. African Journal of Range Forage Science, 25(3), pp 103–110. doi:10.2989/ajrf.2008.25.3.2.599
- Bryant, R. H., Dalley, D. E., Gibbs, J., & Edwards, G. R. 2013. Effect of grazing management on herbage protein concentration, milk production and nitrogen excretion of dairy cows in mid-lactation. Grass and Forage Science, 69(1), 644–654. <https://doi.org/10.1111/gfs.12088>.
- Bryant, R. H., Dalley, D.E, Gibbs, J. and Edwards, G.R. 2013. Effect of grazing management on herbage protein concentration, milk production and nitrogen excretion of dairy cows in mid-lactation. Grass and Forage Science. 69: 644–654. doi: 10.1111/gfs.12088.
- Cárdenas, C.A., Rocha, C., Delgado, J.M. 2011. Productividad y preferencia de forraje de vacas lecheras pastoreando un sistema silvopastoril intensivo de la zona alta Andina de Roncesvalles, Tolima. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 4:29-35.
- Caro, F., Correa, H.J. 2006. Digestibilidad posruminal aparente de la materia seca, la proteína cruda y cuatro macrominerales en el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cosechado a dos edades de rebrote. Livestock Research for Rural Development, 18, Article #143. <http://www.lrrd.org/lrrd18/10/caro18143.htm>
- Carulla, J.E., Pabón Martha., Vargas, J.J. 2012. "Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. En: España Archivos De Zootecnia ISSN: 0004-0592 ed: Universidad De Córdoba, España v.61 fascículo. R p.51 – 66.
- Carulla, J.E., Vázquez, J.C., Ortega, E., Pérez, R.A., Isaza, P., Suarez, M.C. 2012. Effect of

- mastitis on milk composition in dairy herds of the Sabana de Bogotá, Colombia. In: Proceedings of the National Mastitis Counsel 51st Annual Meeting, January 22-24, in St. Pete Beach, Florida. USA.
- Carulla, J.E., Ortega, E. 2016. Sistemas de producción lechera en Colombia: retos y oportunidades. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 24: 83-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6801863>
- Celis-Álvarez, M. D., López-González, F., Martínez -García, C.G., Estrada-Flores, J.G., Arriaga-Jordán, C.M. 2016. Oat and ryegrass silage for small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. Tropical Animal Health and Production. 48: 1129-1134. doi 10.1007/s11250-016-1063-0.
- Comerón, E.A. 2007. Eficiencia productiva de los sistemas lecheros en zonas templadas (con especial referencia a América Latina y a Argentina). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 15:141-143. IntA-CC 22-2300.
- Corbea, L.A., García Trujillo, R. 1982. Métodos para determinar composición botánica y rendimiento de pastos y forrajes. Folleto de Cursos de Posgrado. EEPFIH, 36 pp, Matanzas, Cuba.
- Correa, H.J., Pabón, M.L., Carulla, J.E. 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 Reserarch for Rural Development. 20(4): 61. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/3/corr18043.htm>
- Correa, H.J., Pabón, M.L., Carulla, J.E. 2008. Valor nutricional de 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 and Rural Development. 20(4):1-55 <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/3/corr18043.htm>
- Correa, H.J., Pabón, M.L., Sánchez, M.Y., Carulla, J.E. 2018^a. Efecto del nivel de suplementación sobre el uso de nitrógeno, el volumen y la calidad de la leche en vacas Holstein de primer y segundo tercio de lactancia en el trópico alto de Antioquia. Livestock Research and Rural Development 2011; 23:77. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/corr23077.htm>
- Correa, H.J., Rodríguez, Y.G., Pabón, M.L., Carulla, J.E. 2018^b. 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, 2012; 24:204. URL: <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/corr24204.htm>
- Rodríguez, Y.G, Pabón, M.L., Carulla, J.E. 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. Volume 24, Article #204*. Retrieved February 18, 2021, from <http://www.lrrd.org/lrrd24/11/corr24204.htm>
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11: 1-42.
- Echeverri, J., Restrepo, L.F., Parra, J. 2010. Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*) bajo dos metodologías de fertilización. Revista lasallista de investigación. 7(2): 94-100. <http://www.redalyc.org/articulo.oaid=69519014011>
- Edwards, G.R., Bryant, R.H., Smith, N., Hague, H., Taylor, S., Ferris, A., Farrell, L. 2015. Milk production and urination behaviour of dairy cows grazing diverse and simple pastures. New Zealand Society of Animal Production, 75, 79-83.
- Enriquez, D., Egan, M., Gilliland, T., Lynch, M., Hennessy, D. 2014. Grass-only and grass-white clover (*Trifolium repens* L.) swards: dairy cow production. *Grassland Science in Europe*, 19, 789-791.
- Espinoza-Ortega, A., Espinosa-Ayala, E., Bastida-López, J., Castañeda-Martínez, T., Arriaga-Jordán, C.M. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of Central Mexico: technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture*. 43: 241-256. doi: <https://doi.org/10.1017/S0014479706004613>
- Fonseca, C., Balocchi, O., Keim, J.P., Rodríguez, C. 2016. Efecto de la frecuencia de defoliación en el rendimiento y composición nutricional

- de *Pennisetum clandestinum* Hochst ex Chiov. *Revista Agro Sur* 2016; 44:67-76.
- Fulkerson, W.J., Nandra, K.S., Clark, C.F., 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*; 103:85-94.
- Fulkerson, B., Griffiths, N., Sinclair, K., Beale, P. 2010. Milk production from kikuyu grass based pastures. Primefacts for profitable, adaptive and sustainable primary industries. Prime fact 1068, 13p. https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0012/359949/Milk-production-from-kikuyu-grass-based-pastures.pdf
- García, S.C., Islam, M.R., Clark, C.E.F. and Martin, P.M. 2014. Kikuyu-based pasture for dairy production: a review. *Crop and Pasture Science*. 65: 787–797. doi:10.1071/CP13414.
- Granzin, B.C., Dryden, G.M. 2005. Monensin supplementation of lactating cows feed tropical grasses and cane molasses or grain. *Animal Feed Science and Technology*; 120:1-16.
- Hernández-Mendo, O., Pérez-Pérez, J., Martínez-Hernández, P.A., Herrera-Haro, J.G., Mendoza-Martínez, G.D. and Hernández-Garay, A. 2000. Pastoreo de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochts.) por borregos en crecimiento a diferentes asignaciones de forraje. *Agrociencia* 34 (2): 127-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30234202>.
- Herrero, M., Fawcett, R and Dent. J.B. 2000. Modelling the growth and utilisation of kikuyu grass (*Cenchrus clandestinum*) under grazing. 2. Model validation and analysis of management practices, *Agricultural systems*. 65: 99-111. doi: 10.1016/s0308-521x(00)00029-9
- Herrero, M., Fawcett, R.H., Silveira, V., Busqué, J., Bernués, A., et al. 2000. Modelling the growth and utilization of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) under grazing. 1. Model definition and parametrization, *Agricultural systems*; 65:73-97.
- Holmes, C.W. 2006. Seminario de trabajo sobre el sistema de producción de leche pastoril en Nueva Zelanda. Buenos Aires, Argentina, noviembre 11-18. *Boletín de Industria Animal*, 3-7.2006.
- Joyce, J.P. 2012. Nutritive value of kikuyu grass. *New Zealand Journal of Agricultural Research*; 17:197-202.
- Kennedy, E., O'Donovan, M., Murphy, J.P., Delaby, L. and O'Mara, F. 2005. Effects of grass pasture and concentrate-based feeding systems for spring-calving dairy cows in early spring on performance during lactation. *Grass and Forage Science*. 60: 310-318. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2005.00481.x>.
- Khumalo, T.P. 2015. Genetic identification of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) cultivars by RAPD and ISST techniques. Tesis MSc., University of KwaZulu-Natal, Durban, 54p.
- López-González, F., Estrada-Flores, J.G., Avilés-Nova, F., Yong-Ángel, G., Hernández-Morales, P., Martínez-Loperena, R., Pedraza-Beltrán, P.E. and Castelán-Ortega, O.A. 2010. Agronomic evaluation and chemical composition of African star grass (*Cynodon plectostachyus*) in the southern Region of the State of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 1-9. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93913074017>.
- Lowe, K., Bowdler, T., Sinclair, K. 2010. Phenotypic and genotypic variations within populations of Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) in Australia. *Tropical Grasslands*, 44 (2), 84-94.
- Luening, R.A. 2010. Guía Técnica Lechera, Estados Unidos. Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional de Agricultura (Estados Unidos, Instituto Babcock para Investigación y Desarrollo Internacional de Agricultura) 96p.
- Macdonald, K. A, Penno, J.W., Lancaster, J.A.S. and Roche, J.R. 2008. Effect of Stocking Rate on Pasture Production, Milk Production, and Reproduction of Dairy Cows in Pasture-Based Systems. *Journal of Dairy Sciences*. 91: 2151-2163. doi:10.3168/jds.2007-0630.
- Macon, B., Solleberger, L.E., Staples, C.R, Portier, K.M., Fike, J.H. and Moorell, J.E. 2011. Grazing management and supplementation effects on forage and dairy cow performance on cool-season pastures in the south eastern United States. *Journal of Dairy Sciences*. 94: 3949–3959. doi: 10.3168/jds.2010-3947.
- Marais, J.P. 2001. Factors affecting the nutritive value of kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) — a review. *Tropical Grasslands*. 35: 65–84.
- Martínez, L.R., Rojas, M.A., Vázquez, C., Espinoza, A., Estrada, J.G. y Castelán, O.A. 2007.

- Determinación de la calidad fisicoquímica de la leche cruda producida en sistemas campesinos en dos regiones del Estado de México. *Revista Veterinaria de México*. 38: 395-407.
<https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2007/vm074b.pdf>.
- Martínez-García, C., Rayas-Amor, A., Anaya-Ortega, J.P., Martínez-Castañeda, F.E., Espinoza-Ortega, A., Prospero-Bernal, F. and Arriaga-Jordán C. M. 2015. Performance of small-scale dairy farms in the highlands of central Mexico during the dry season under traditional feeding strategies. *Tropical Animal Health and Production*. 47: 331-337. DOI 10.1007/s11250-014-0724-0.
- Mejía-Taborda, A.C., Ochoa-Ochoa, R., Medina-Sierra, M. 2014. Effect of different doses of compound fertilizer on the quality of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). *Pastos forrajes*. 37:31-37.
- Miyasaka, S.C., Hansen, J.D., Fukumoto, G.K. 2007. Resistance to yellow sugarcane aphid: Screening kikuyu and other grasses. *Crop Protection*; 26:503-510.
- Mojica, J.E., Castro, E., León, J.M., Cárdenas, E.A., Pabón, M.L., *et al.* 2009. Efecto de la oferta de pasto kikuyo y ensilaje de avena sobre la producción y calidad composicional de la leche bovina. *Revista Corpoica*; 10(1):81-90.
- Orskov, E.R. 2005. Ciclo de conferencias de nutrición de rumiantes en la Universidad de Camagüey, Cuba. 26pp.
- Parra, A.S., Menjivar, J.C., Alava, C.A., Gómez, H.F. 2010. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y azufre sobre la recuperación de una pradera degradada de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst) en Nariño, Colombia. En: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, editor, XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo, Santo Domingo, p 1-10.
- Patiño Puma, P.A., Angamarca Padilla, M.A., Guevara Viera, R.A., Narváez Terán, J.A., Guevara Viera, G.E., Ortuño Barba, C.L., Carangui Quintuña, A.B., Faicán Faicán, R.P., Lascano Armas, P.J., Arcos Álvarez, C.N. 2020. Rendimiento lechero de vacas en pastizales con diferentes especies pratenses, rendimiento, estructura, Calidad y utilización. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, Vol. 4 No 2 de 2020, ISSN 2602-8220, Latindex
- Peña, A.J., Arce, B.A., Ayarza, M.A., Lascano, C.E. 2010. Simulación de requerimientos hídricos de pasturas en un escenario de cambios climáticos generados con análisis espectral singular. *Acta Agronómica*, 2010; 59:1-8.
- Pérez Infante, F. 2010. Ganadería eficiente, bases fundamentales. La Habana – Cuba, 254pp.
- Pérez-Prieto, L. A., Peyraud, J.L., & Delagarde, R. 2011. Pasture intake, milk production and grazing behavior of dairy cows grazing low-mass pastures at three daily allowances in winter. *Livestock Science*, 137(1-3), 151–160. doi 10.1016/j.livsci.2010.10.013
- Plata-Reyes, D.A., Morales-Almaraz, E., Martínez-García, C.G., Flores-Calvete, G., López-González, F., Prospero-Bernal, F., Valdez-Ruiz, C.L., Zamora-Juárez, Y.G. and Arriaga-Jordán, C.M. 2018. Milk production and fatty acid profile of dairy cows grazing four grass species pastures during the rainy season in small-scale dairy systems in the highlands of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 50: 1797-1805. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1621-8>.
- Reeves, M., Fulkerson, W.J. and Kellaway, R.C. 1996. Production responses of dairy cows grazing well-managed kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures to energy and protein supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36, 763–770
- Ruiz-Albarrán, M., Balocchi, A.O., Mirela, N., Wittwer, F. and Rubén, G. P. 2012. Effect of increasing pasture allowance and grass silage on animal performance, grazing behaviour and rumen fermentation parameters of dairy cows in early lactation during autumn. *Livestock Science*. 150: 407–413. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.03.005>. [acceso: 08 de marzo de 2018] URL: <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>
- Soto, Claudia y Valencia, Alexander y Galvis, Rubén D y Correa, Héctor J y (2005), "Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*)."
Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol. 18, núm.1, pp.17-26 [Consultado: 18 de Febrero de 2021]. ISSN: 0120-0690. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2950/295022952003>
- Villalobos, L., Arce, J., Wing Ching, R. 2015. 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* 37(2): 91-103.
- Zapata, R., Osorio, N., Berrio, C. y Sotelo, M. 2011. Evaluación de los riesgos agronómico, ambiental y sanitario derivados de la aplicación directa de los biosólidos para el cultivo de pastos en un agroecosistema de vocación lechera del Norte de Antioquia. *Revista EPM*. 2011; 4: 8-38.