

VOL 3 No 1 de 2019 de Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal, ISSN 2602-8220

Ganancias de peso vivo en novillas que pastan Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Ex Chiov) fertilizado con pollinaza (Live weight gains in heifers grazing Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, Ex Chiov) fertilized with poultry manure).

Cristian N. Arcos Álvarez¹; Paola J. Lascano Armas¹; Raúl V. Guevara Viera²; Alberto S. Atzori³; Elsa Molina Molina¹; Carlos S. Torres Inga²; Johnny F. Carmilema Asmal²; Guillermo V. Serpa García²; Angel J. Aguirre de Juana²; Jorge A. García Zumalacarregui²; Guillermo E. Guevara Viera²

¹**Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (UA-CAREN). Carrera de Medicina Veterinaria. Universidad Técnica de Cotopaxi. Panamericana Sur Km3 Latacunga, Cotopaxi, Ecuador, 13-34. Email: paola.lascano@utc.edu.ec y cristian.arcos@utc.edu.ec.**

²**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Cuenca, Campus Yanuncay, Cuenca, Azuay, República del Ecuador, Autor para correspondencia: rguevaraviera@yahoo.es**

³**Dipartimento di Agraria, University of Sassari, Viale Italia 39, Sassari 07100, Italy, Email: asatzori@uniss.it**

ID Número ORCID de Raúl Guevara Viera: 0000-0002-1834-3138

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto sobre el pastizal de Kikuyo y el crecimiento de vacas Holstein, de diferentes dosis de Pollinaza como abono orgánico. El trabajo fue realizado en un sistema lechero de 21,6 ha en la provincia de Cotopaxi en Ecuador, ubicado en los 2° 13' Norte y 78° 24' Oeste, a 2651 msnm. Las precipitaciones promedian 1103 mm/año y las temperaturas entre 14-21 ° C. La investigación comparó tres niveles de fertilización orgánica con pollinaza (0, 50 y 100 kg/ha/año, representados como F₀, F₅₀ y F₁₀₀) en pastizales de Kikuyo. Se utilizaron novillas de 210 kg de peso vivo y la concepción del trabajo fue como un sistema para generar animales listos para la reproducción. Los fertilizantes fueron aplicados manualmente en cada época para las dosis mayores. Se aplicó riego por aspersión en seca. Se utilizó el pastoreo racional para la entrega de dos franjas de pasto/día.

El tiempo de reposo fue de 21-28 días en todo el período. Se utilizó la suplementación con balanceados a razón de 1 kg/ por novilla/día. Se utilizó forraje de corte propio. Se determinó la composición botánica. Se determinaron cada las disponibilidades de materia seca con 10 marcos/ potrero y 30 observaciones de altura. Se midieron las ganancias medias de vaconas, su peso final y los gastos/vacona (\$). Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) a favor del tratamiento F100 y su población aumenta hasta el 93,7% y fue superior su producción de biomasa. Los incrementos de peso en vaconas fueron favorables al Tratamiento con F100. Los animales que pastorearon las pasturas más fertilizadas con Pollinaza mostraron mejores consumos de hierba y condición del pastizal, mayores ganancias de peso y pesos al final de la prueba que los animales que pastorearon las menos fertilizadas con pollinaza.

Palabras claves: reemplazos bovinos, pastoreo, abono, rendimiento del pasto, crecimiento de vaconas, gastos.

Abstract

The objective of the study was to evaluate the effect on the Kikuyo pasture and the growth of Holstein vaconas, of different doses of Pollinaza as organic fertilizer. The work was carried out in a dairy system of 21.6 ha in the province of Cotopaxi in Ecuador, located at 2 ° 13' North and 78 ° 24'W at 2651 masl. Rainfall averages 1103 mm / year and temperatures between 14-21 ° C. The research compared three levels of organic fertilization with pollinaza (0, 50 and 100 kg / ha / year, represented as F0, F50 and F100) in pastures of Kikuyo Heifers of 210 kg of live weight were used and the conception of the work was like a system to generate animals ready for reproduction. The fertilizers were applied manually in each season for the highest doses. Dry sprinkler irrigation was applied. Rational grazing was used for the delivery of two grass / day strips. The rest time was 21-28 days throughout the period. Balanced supplementation was used at a rate of 1 kg / per heifer / day. Own cut forage was used. The botanical composition was determined. The dry matter availabilities were determined with 10 frames per pasture and 30 height observations. The average vaconas gains, final weight and expenses / vacona (\$) were measured, differences were found ($p < 0.05$) in favor of the F100 treatment and its population increases to 93.7% and its biomass production was higher. . The weight increases in vaconas were favorable to the treatment with F100. The animals that pastured the most fertilized pastures with Pollinaza showed better consumption of grass and grassland condition,

greater weight gains and weights at the end of the test than the animals that grazed the less fertilized with pollinaza.

Key words: bovine replacements, grazing, fertilizer, grass yield, growth of heifers, expenses.

Introducción.

El pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es extendida en el trópico alto. Está adaptado a altitudes que alcanzan 2900 msnm, con excelentes rendimientos en forraje de buena calidad, poca exigencia de agua y fertilizantes Sin embargo, su persistencia y alta producción de biomasa se ve limitada durante el año, debido a la susceptibilidad a las heladas y a plagas y hongos (Lowe et al 2010) con un manejo óptimo de la fertilización y disminuir el uso de insumos agrícolas de acuerdo con las necesidades de la pradera, haciendo énfasis en el uso de asociación gramínea-leguminosa, lo cual trae efectos benéficos en la flora del pastizal.

El uso de fertilizantes nitrogenados se toma como referencia del impacto ambiental que puede determinar el tipo de pastura o sistema de manejo utilizado, debido a que se asocia el uso de dichos fertilizantes con la eutrofización de acuíferos superficiales (Whitehead, 1995; Cárdenas, 2003; Lowe et al., 2010; Correa, 2014).

En razón de lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto sobre el pastizal de Kikuyo y el crecimiento de vaconas Holstein, de diferentes dosis de Pollinaza como abono orgánico.

Materiales y métodos

El trabajo fue realizado desde Marzo del 2016 a Febrero del 2018 en un sistema lechero de 21,6 ha en la provincia de Cotopaxi en Ecuador, ubicado en los 2° 13' Norte y 78° 24' Oeste, a 2651 msnm. En la zona las precipitaciones años promediaron 1103 mm/año y las temperaturas anuales estuvieron entre 14-21 °C. Es una finca de ganado Holstein y que tiene un grado de innovación de tecnologías para la actividad lechera que lo califica como buen adoptador y en razón de estas características se pudo realizar la investigación, que comparó tres niveles de fertilización orgánica con pollinaza (0, 50 y 100 kg/ha/año, representados como F₀, F₅₀ y F₁₀₀ respectivamente por dos años) con respecto a pastizales de Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, *Ex Chiov*).

Se utilizaron novillas de 210 kg de peso vivo y la concepción del trabajo fue como un sistema para generar animales listos para la reproducción. La parte del balance, solo responde a los datos de novillas. La carga global promedio fue de 0,72 UA/ha en todo el período. Los

fertilizantes fueron aplicados manualmente, dividiendo la dosis en dos aplicaciones, una por época de lluvia y otra en seca para el tratamiento en cada época para las dosis mayores, en F₀ no se aplicaron fertilizantes en ambos años. Se aplicó riego por aspersion en seca. Se utilizó el manejo agrotécnico común a la zona, que consistió en redistribución manual del fertilización y pase de rozadora como corte de emparejamiento del pasto en su altura residual después de dos rotaciones al mismo potrero. Se utilizó el pastoreo racional Voisin para la ocupación por un día de los potreros y la entrega de dos franjas de pasto/día con cerca eléctrica móvil. El tiempo de reposo fue de 21-28 días en todo el período.

Se utilizó la suplementación con balanceados a razón de 1 kg/ por novilla/día Se utilizó forraje de corte de Ryegrass Italiano (*Lolium multiflorum*) + Avena-Vicia (Avena sativa+ Vicia), proveniente de áreas aparte del pastoreo y el mismo se ofreció a todos los tratamientos en una parte del periodo de menor crecimiento del pasto. Se hicieron determinaciones de la composición botánica (%) por el método de los pasos cada año desde el inicio del trabajo (Corbea y García Trujillo, 1982). Se determinaron cada dos rotaciones del mismo potrero/tratamiento las disponibilidades de materia seca (kg de materia seca/ha) con el método de bandera inglesa, cortando 10 marcos/ potrero y en paralelo se tomaron 30 observaciones de altura con regla graduada en cm. Se midieron las ganancias medias diarias de las vaconas, su peso final de la prueba y con la técnica de Luening (2010) se determinaron los gastos/vacona (\$) en la etapa evaluada.

Resultados y Discusión.

Se evaluó el efecto de la fertilización (Tabla 1) y se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) a favor del tratamiento F100 con respecto a los demás, ya que su población aumenta hasta el 93,7% con una variación del + 20% en unidades respecto a F₀ y entre + 7 y 10% con F50 respectivamente. Esta respuesta está relacionada con la contribución de nutrientes máximos a nivel de 100 kg / ha de estiércol de pollo y la explotación de elementos minerales y materia orgánica, su nivel de N₂ para aumentar la población y la producción de biomasa herbácea para efectos combinados de la fracción soluble de nitrógeno, fósforo, potasio y oligoelementos (Echeverri et al., 2010; Correa, 2012).

Esto, en efecto lógico concatenado, es responsable de las respuestas que se alcanzan en los índices relevantes, como el rendimiento de materia seca en las estaciones lluviosas y secas y

la altura de la temporada de lluvias (Tabla 2) con diferencias ($p < 0.05$) para los niveles de 50 y 100. Los kg / ha relativos a F0 y F50 no difieren. Los índices de altura y densidad en época de lluvias no se encontraron diferencias por sus valores según los tratamientos; Asimismo se reportaron diferencias ($p < 0.05$) para la densidad. La altura variable de la planta en la etapa fue mayor ($p < 0.05$) en F100, lo que indica una respuesta positiva del pasto Kikuyo a la aplicación de materia orgánica (Zapata et al., 2011; Correa, 2014).

Se debe enfatizar, que para el presente estudio los animales en pastoreo en la pradera con valores más altos de pollinaza fueron más eficientes frente a aquéllos de menor cantidad aplicada, lo que indica que en la primera hubo un mejor flujo del nitrógeno en el animal hacia la generación de tejido y ganancia de peso vivo (Penno, 1997; Bargo et al., 2002; Cheng et al., 2017). Kalscheur et al. (1999) reportaron valores de incremento de pesos que oscilaron entre 423,87 y 833,0 g/novilla/día al incrementarse las aplicaciones de abonos orgánicos al pastizal.

Tabla 1. Efecto de la fertilización en el rendimiento, altura, densidad del pastizal, utilización del pasto y composición botánica del pastizal en la etapa de evaluación.

| Mediciones en pasto | F ₀ | F ₅₀ | F ₁₀₀ | EE (±) | Sig | CV (%) |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|-----|--------|
| Rendimiento (kg MS/ha) | 1,60 ^b | 1,73 ^b | 2,11 ^a | 0,15 | * | 15,1 |
| Altura del pasto (cm) | 52 ^b | 56 ^b | 73 ^a | 2,7 | * | 9,3 |
| Densidad (kg/cm/ha) | 28,3 | 31,2 | 29,6 | 6,1 | NS | 13,4 |
| Kikuyo (%) | 71,2 ^b | 75,6 ^b | 93,7 ^a | 5,0 | * | 10,2 |
| Rye grass (%) | 11,6 ^a | 10,2 ^a | 3,3 ^b | 0,05 | * | 7,4 |
| Trébol (%) | 17,2 ^a | 14,2 ^a | 3,0 ^b | 0,03 | * | 15,2 |
| Utilización (%) del pasto | 66,1 ^a | 73,4 ^b | 79,2 ^c | 2,21 | * | 18,6 |

a, b, c letras distintas indican diferencias ($p < 0,05$) Duncan (1955)

Tabla 2. Ganancia media diaria, Peso logrado por vacona en la etapa y Gastos/vacona según los niveles de fertilización con pollinaza (kg/ha/a).

| Indicadores | F ₀ | F ₅₀ | F ₁₀₀ | ES | Sig | CV |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-----|------|
| Ganancia diaria (kg/vacona/día) | 0,686 ^a | 0,741 ^b | 0,803 ^c | 0,23 | * | 11,2 |
| Peso/ vacona(kg) | 286,2 ^a | 301,5 ^b | 328,3 ^c | 28,16 | * | 16,1 |
| Gastos/vacona(\$) | 43,52 ^a | 43,61 ^a | 43,58 ^a | 0,05 | NS | 9,5 |

a, b, c letras distintas indican diferencias ($p < 0,05$), Duncan (1955)

Estos resultados están vinculados a un aumento en el suministro de nutrientes a nivel de 100 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, así informan de este proceso otros autores en trabajos con Kikuyo y otros tipos de pastos (Echeverri et al., 2010; Zapata, 2011; Correa, 2014).

Penno (1997) ilustra aún más el anterior punto, al encontrar que el 20% de novillas criadas a tasas de crecimiento por debajo de 500 g/día, en comparación con novillas (vaconas) cuya ganancia está por encima de los pesos objetivo estaría menos preparada para el apareamiento, lo cual se reflejó en los resultados de nuestro trabajo con las novillas con acceso al pastizal de Kikuyo con 100 kg/ha de Pollinaza, reflejaron un peso vivo mayor con 328 kg en la etapa frente al control.

Handcock et al, (2015) informó que las novillas que pastan una mezcla de pastos de mejor calidad, con Kikuyo y Trébol blanco tuvieron ganancias menores a 0.75 kg /d en comparación a las novillas que pastan con abonos orgánicos con ganancias de 0,83 kg / d. En el estudio de Handcock et al. (2015) sobre el sward mixto en comparación con los pastos se atribuyeron a un mayor contenido de EM y PB, digestibilidad de la materia orgánica 78.4 vs 65.4% respectivamente. Otros estudios muestran que se han asignado mayores ganancias en novillas y ovejas a mayores aplicaciones de abonos orgánicos en diferentes pastizales por las especies presentes (Parish et al., 2012; Kenyon et al., 2010).

Esto es mayor de lo que ha sido reportado por Clifford et al., (2014) en ryegrass y menos que los resultados encontrados por Handcock et al., (2015). Los estudios utilizaron novillas lecheras de seis meses de edad. Sin embargo, el estudio de Clifford et al. (2014) reporta un menor aumento de peso vivo en el ryegrass (0.57 kg / d) que comprensiblemente sería más bajo debido a valores nutritivos más bajos y menor utilización del pasto.

Varios estudios y conferencias magistrales, han concluido que las novillas deben tener el 80-90% de su peso en el momento del parto y haber mantenido altos consumos en pastoreo de pastos con gran valor nutritivo (Holmes, 2006; NRC, 2010; DairyNZ, 2012; McNaughton y Lopdell, 2012; Roche et al., 2015), así La mayoría de las granjas lecheras en Nueva Zelanda como un buen ejemplo, apuntan a un puntaje de condición corporal de 5.0-5.5 en parto y 350 kg de peso vivo y eso depende de la edad y raza (DairyNZ, 2012). Un reciente informe y otros trabajos sugieren que hasta el 35% de las novillas lecheras de dos años de edad en NZ no logran alcanzar peso vivo objetivo para el nivel de apareamiento y esto se atribuyó en parte a los pobres pastos de menor calidad y bajo consumo y que al fertilizar con sus programas logran mejorar esta situación (Correa et al., 2013; McNaughton y Lopdell, 2012 y 2013; Pembleton et al., 2015).

Archbold et al. (2012); Berry et al. (2013) y Bryant et al. (2004) han demostrado que pesos vivos inferiores retrasan el inicio de la pubertad y que novillas con menor peso no tiene un ciclo de estro antes del inicio planificado de apareamiento. El comienzo de la pubertad se produce en general, al 43% del peso vivo maduro y esto demuestra esa edad en la pubertad está relacionada con la tasa de ganancia de ganancias logradas en la etapa, lo cual queda demostrado en el estudio.

Cárdenas (2003); Correa et al. (2007) y Pérez Infante (2010) concluyen que existen gramíneas ineficientes en el uso del nitrógeno aplicado y que la leguminosa ejerce un factor mejorante en el balance del nitrógeno en el suelo al asociar las gramíneas, reduciendo así la necesidad de fertilizante nitrogenado que deba aplicarse a la pradera y sugiere el empleo de abonos orgánicos.

Conclusiones

Los animales que pastorearon las pasturas más fertilizadas con Pollinaza mostraron mejores consumos de hierba y condición del pastizal, mayores ganancias de peso y pesos al final de la prueba que los animales que pastorearon las menos fertilizadas con pollinaza.

Conflicto de Intereses

No hubo conflicto de intereses entre el personal de la granja, donde se realizó el trabajo y la Investigación-desarrollo y en la escritura del mismo.

Agradecimientos

Al personal de responsable campo de la granja, que apoyó la investigación y que ofreció facilidades de acceso a la finca y a la información de su registro de producción y permitió los muestreos y recorridos por la misma de todos los participantes.

Referencias bibliográficas

- Archbold, H., Shalloo, L., Kennedy, E., Pierce, K. M. & Buckley, F. (2012). Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein-Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability. *Animal*, 6, 1143-1151.
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. (2002). Milk Response to Concentrate Supplementation of High Producing Dairy Cows Grazing at Two Pasture Allowances. *Journal of Dairy Science* 85(7): 1777-1792.
- Berry J. (2013). Growth of weaned Friesian bull calves on three different swards during summer. Honours Thesis (BAgrSci), Massey University, New Zealand.
- Bryant, J. R., Holmes, C. W., Lopez-Villalobos, N., McNaughton, L. R. Brookes, I. M., Verkerk, G.A. & Pryce, J. E. (2004). Use of breeding values for live weight to calculate individual live weight targets for dairy heifers. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 64, 118-121
- Cárdenas REA. (2003). Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío en Colombia, (tesis de

maestría), Bogotá, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Universidad Nacional de Colombia.

Cheng L, McCormick J, Hussein AN, Logan C, Pacheco D, Edwards GR. (2017). Live weight gain, urinary nitrogen excretion, and urination behaviour of dairy heifers grazing pasture, chicory and plantain. *The Journal of Agricultural Science*. (Cambridge). doi:10.1017/S0021859616001076.

Clark, C. E. F., Mcleod, K. L. M., Glassey, C. B., Gregorini, P., Costall, D. A., Betteridge, K. & Jago, J. G. (2010). Capturing urine while maintaining pasture intake, milk production, and animal welfare of dairy cows in early and late lactation. *Journal of Dairy Science*, 93, 2280–2286.

Clifford, R. P, Hickson, R. E., Martin, N. P. & Black, P. J. (2014). Growth rates of dairy heifers fed alternative feeds. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 74, 29-34

Corbea, L.A y 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, 1982.

Correa HJ, Pabón ML, Carulla JE. (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. *Lives. Res. Rural Develop.* 20(4): Article # 61.

Correa HJ. (2003). Simulación del metabolismo del nitrógeno en vacas lactantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16(3): 220-227.

Correa, H., Rodriguez, Y., Pabon, M., & Carrulla, J. (2012). Effect of offer level of Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) on production, milk quality and nitrogen balance in Holstein cows. *Livestock Research for Rural Development*, 11p.

DairyNZ. (2012). DairyNZ body condition scoring – The reference guide for New Zealand dairy farmers. Retrieved from http://www.dairynz.co.nz/media/443179/bcs_reference_guide.pdf

Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11: 1–42.

Echeverri J, Restrepo LF y 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, 2010.

Handcock, R. C., R. E. Hickson, & Back, P.J. (2015). The use of herb mix and lucern to increase growth rates of dairy heifers. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 75, 132-135.

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.

Kalscheur KF, Vandersall JH, Erdman RAA, Kohn RA, y Russek-Cohen E. (1999). Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid, and late lactation dairy cows. *Journal Dairy Science*. 82(3):545-554

Kenyon PR, Kemp PD, Stafford KJ, West DM, Morris ST, Greenwood PL.(2010). Can a herb and white clover mix improve the performance of multiple-bearing ewes and their lambs to weaning? *Animal Production Science*. 50:513–521.

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.

McNaughton L. R. & Lopdell, T. (2013). Effect of heifer live weight on calving pattern and milk production. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 73, 103-107

McNaughton, L. R., & Lopdell, J. T. (2012). Brief Communication: Are dairy heifers achieving liveweight targets? *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 72, 120-122.

National Research Council. (2010). The nutrient requirement of dairy cattle. 7th ed. Washington DC, National Academy Press, 381 p.

NRC. (2010). 'Nutrient requirements of dairy cattle.' 12th revised edn. (National Academy of Science: Washington, DC)

Parish, J. A., J. R. Parish, T. F. Best, & Saunders, J. R. (2012). Comparison of chicory and annual ryegrass for spring stocker of beef steers. *The Professional Animal Scientist*, 28, 579-587.

Pembleton, K. G., K. N. Tozer, G. R. Edwards, J. L. Jacobs, & Turner, L. R. (2015). Simple versus diverse pastures: opportunities and challenges in dairy systems. *Animal Production Science*, 55(7), 893-901.

Penno, J.W. (1997). Target liveweights for replacement heifers. pp. 72-80. *In: Ruakura Farmers' Conference* 49.

Pérez Infante, F. (2010). Ganadería eficiente, bases fundamentales. La Habana – Cuba, 254pp.

Roche, J. R., Dennis, N. A., Macdonald, K. A., Phyn, C. V. C., Amer, P. R., White, R. R. & Drackley, J. K. (2015). Growth targets and rearing strategies for replacement heifers in pasturebased systems: a review. *Animal Production Science*, 55, 902-915.

Whitehead DC. (1995). Grassland nitrogen. CAB International. Oxon, England. 396pp.

Zapata R, Osorio N, Berrío 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.

Recibido: 07/11/2018

Aceptado: 26/01/2019