





## Artículo Científico

**Producción de biol de estiércol y suero lácteo, para medir productividad en pasturas, con enfoque GCI en el cantón Gonzanamá****Production of Manure and Whey Biol to Measure Pasture Productivity with a CSL Approach in Gonzanamá Canton**

Janeth Sarango Salazar<sup>1</sup> , Katherine Herrera Caraguay<sup>2</sup> , José Luis Alejandro Jumbo<sup>3</sup> , Osmani Eduardo López Celi<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Cariamanga, jj\_sarangos@institutocariamanga.edu.ec, Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Cariamanga, zk\_herrerac@institutocariamanga.edu.ec, Loja, Ecuador

<sup>3</sup> Instituto Superior Tecnológico Cariamanga, jl\_alejandroj@institutocariamanga.edu.ec, Loja, Ecuador

<sup>4</sup> Consultor en Cambio Climático - Producción Sostenible y Restauración, osmanilopezc@gmail.com, Loja, Ecuador

Autor para correspondencia: jj\_sarangos@institutocariamanga.edu.ec

**RESUMEN**

Este estudio evaluó la efectividad del biol orgánico biomineralizado, derivado de suero de leche y estiércol, en la productividad de pasturas, bajo un enfoque de ganadería climáticamente inteligente (GCI). Realizado en Gonzanamá, Ecuador, en la finca de Max Bravo Landacay, el experimento utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos: biol de suero de leche al 10%, 20% y 30%, y un grupo control sin biol. Se midió la productividad forrajera en kg/m<sup>2</sup> antes y después de la aplicación. Los resultados revelaron que el biol de suero de leche al 30% alcanzó una productividad de 2.12 kg/m<sup>2</sup>, superando al biol de estiércol al 30%, que logró 1.82 kg/m<sup>2</sup>. El análisis de costos mostró que el biol de suero de leche tuvo un costo de implementación de \$459 por hectárea, mientras que el de estiércol costó \$450, indicando que el suero de leche ofrece una mejor relación costo-beneficio debido a su mayor productividad. El estudio concluye que ambos bioles son efectivos para incrementar la productividad de pasturas, contribuyendo a la sostenibilidad agropecuaria y promoviendo prácticas de GCI. La utilización de bioinsumos como el biol se presenta como una alternativa viable para mejorar la producción forrajera de manera sostenible. **Palabras clave:** Ganadería climáticamente inteligente, Biol biomineralizado, Productividad, Pasturas mejoradas.

**ABSTRACT**

This study evaluated the effectiveness of biomineralized organic biol which is derived from whey and manure, on pasture productivity under a climate-smart livestock (CSL) approach. Conducted in Gonzanamá, Ecuador, at Max Bravo Landacay's farm. The experiment used a randomized block design with four treatments: 10%, 20%, and 30% whey biol, and a control group without biol. Forage productivity was measured in kg/m<sup>2</sup> before and after application. The results revealed that 30% whey biol achieved a productivity of 2.12 kg/m<sup>2</sup>, surpassing 30% manure biol, which reached 1.82 kg/m<sup>2</sup>. Cost analysis showed that whey biol had an implementation cost of \$459 per hectare, while manure biol cost \$450, indicating that whey offers a better cost-benefit ratio due to its higher productivity. The study concludes that both bioles are effective in increasing pasture productivity, contributing to agricultural sustainability and promoting CSA practices. The use of bioinputs such as biol is presented as a viable alternative to improve forage production sustainably.

**Keywords:** Climate-smart agriculture, Biomineralized biol, Productivity, Improved pastures.

**Derechos de Autor**

Los originales publicados en las ediciones electrónicas bajo derechos de primera publicación de la revista son del Instituto Superior Tecnológico Universitario Rumiñahui, por ello, es necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total. Todos los contenidos de la revista electrónica se distribuyen bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**Citas**

Sarango Salazar, J., Herrera Caraguay, K., Alejandro Jumbo, J. L., & López Celi, O. E. Producción de biol de estiércol y suero lácteo, para medir productividad en pasturas, con enfoque GCI en el cantón Gonzanamá. CONECTIVIDAD, 6(3), 29–38. <https://doi.org/10.37431/conectividad.v6i3.310>

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es un componente esencial de la seguridad alimentaria y el desarrollo económico en muchas regiones del mundo, proporcionando proteínas y otros nutrientes vitales a la población (Gerber et al., 2013). Sin embargo, el sector ganadero se enfrenta a importantes retos debido al cambio climático, la degradación de los recursos naturales, tendencias de consumo y la creciente demanda de productos alimenticios (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017). En este escenario, es fundamental adoptar prácticas de ganadería climáticamente inteligente (GCI) para mejorar tanto la productividad como la resiliencia de los sistemas agropecuarios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2016).

Una estrategia eficaz en este contexto es la implementación de bioinsumos, como el biol, producido a partir de residuos orgánicos como estiércol y suero de leche. Estos biofertilizantes no sólo optimizan la calidad del suelo y la productividad de las pasturas, sino que también contribuyen en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al disminuir la dependencia de fertilizantes químicos (Feijó et al., 2021). La fertilización orgánica con biol ha demostrado resultados prometedores en el incremento de la productividad de pasturas, favoreciendo el crecimiento de especies forrajeras de alto valor nutricional (Arias, 2021).

No obstante, según Tello et al. (2020), la efectividad de estas prácticas puede fluctuarse en función de la composición del biol y las condiciones particulares de cada finca (Tello et al., 2020). Por lo tanto, es fundamental evaluar diferentes dosificaciones y formulaciones de biol para determinar su impacto en la productividad de pasturas mejoradas y los costos de implementación. Este estudio se llevó a cabo en el cantón Gonzanamá, en la provincia de Loja, y tuvo como objetivo de analizar la incidencia de diferentes dosificaciones de biol orgánico biominerado a base de suero de leche y estiércol en la productividad de las pasturas.

Mediante un enfoque de Investigación Acción Participativa, se buscó integrar a los actores locales en el proceso investigativo, fomentando la transferencia de conocimientos y la adopción de prácticas agropecuarias sostenibles. Los resultados de este estudio no solo aportan evidencia sobre la efectividad de los bioinsumos para mejorar la productividad de pasturas, sino que también brindan una perspectiva significativa sobre la implementación de prácticas de GCI dentro del marco de la agricultura sostenible.

El estudio establece objetivos específicos que proporcionan un enfoque más claro a la investigación. Estos son:

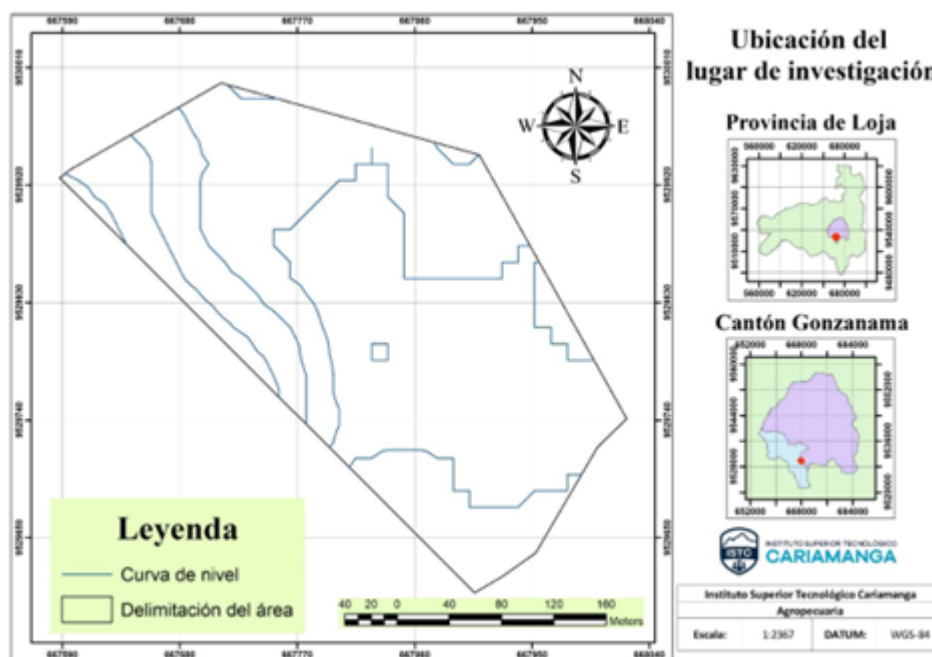
1. Determinar el impacto de la aplicación de biol a base de suero de leche y estiércol sobre la productividad de pasturas mejoradas y naturales, midiendo el rendimiento en kg/m<sup>2</sup> antes y después de la aplicación.
2. Calcular y comparar los costos de implementación por hectárea del uso de biol a base de suero de leche y de estiércol, incluyendo insumos, mano de obra y otros gastos asociados.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Diseño del Estudio

Se llevó a cabo un estudio de Investigación Acción Participativa (IAP) en la finca del señor Max Bravo Landacay, ubicada en el sector Lanzaca, parroquia Changaimina, con el objetivo de evaluar el impacto de biol orgánico biomineralizado en la productividad de pasturas mejoradas. El estudio se diseñó para incluir la participación activa de técnicos, estudiantes y productores, asegurando un enfoque colaborativo en la investigación.

Figura 1. Macro localización del lugar de estudio.



### 2.2. Selección de Sitio y Pasturas

Se realizó un recorrido exhaustivo por la finca para identificar áreas adecuadas para la implementación de los ensayos. Se seleccionaron pasturas mejoradas compuestas por 78.5% de pasto azul, 17% de trébol, 3% de achicoria y 1.5% de llantén forrajero. Esta mezcla forrajera fue elegida por su potencial para mejorar la calidad nutricional y la productividad de las pasturas.

### 2.3. Diseño Experimental

El diseño experimental consistió en un diseño de bloques al azar (DBCA), con tres repeticiones por tratamiento. Se establecieron cuatro tratamientos para cada tipo de biol:

**T1:** Aplicación de biol orgánico biomineralizado a base de suero de leche al 30%.

**T2:** Aplicación de biol orgánico biomineralizado a base de suero de leche al 20%.

**T3:** Aplicación de biol orgánico biomineralizado a base de suero de leche al 10%.

**T4:** Testigo (sin aplicación de biol).

Se repitió el mismo esquema para el biol a base de estiércol.

A continuación se detalla el esquema experimental.

**Tabla 1.** Esquema experimental

<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>
<b>Testigo</b>	<b>Testigo</b>	<b>Testigo</b>

## **2.4. Elaboración de bioles**

### **2.4.1. Elaboración de biol de estiércol**

La producción de biol a base de estiércol involucra un proceso de fermentación anaeróbica, que se lleva a cabo en un ambiente sin la presencia de oxígeno. Este biofertilizante se elabora combinando estiércol de vaca con agua, leche, melaza y, en ocasiones, enriquecido con ingredientes adicionales como harina de rocas y sales minerales. La mezcla se coloca en tanques de plástico o toneles y se deja fermentar durante varios días, permitiendo la descomposición de los componentes orgánicos y la liberación de nutrientes esenciales (Restrepo, 2007). Este proceso no solo genera un abono líquido de alta calidad, sino que también optimiza el equilibrio energético y mineral del fertilizante, favoreciendo el crecimiento de cultivos y la productividad de pasturas.

En el presente estudio para la elaboración de biol a base de suero de leche, se debe mezclar 2 litros de suero de leche con 250 gramos de sulfato de magnesio, lo que se debe mezclar homogéneamente y agregar al tanque. Asimismo, se combina 2 litros de suero de leche con 500 gramos de bórax y luego se añade al tanque. Adicionalmente, se mezcla 2 litros de suero de leche con 500 gramos de levadura, que también se incorpora al tanque. Finalmente, se disuelven 2 litros de melaza en suero de leche y se añaden al tanque para completar la mezcla homogénea de todos los insumos.

### **2.4.2. Elaboración de biol de suero de leche**

El biol orgánico biomineralizado a base de suero de leche se elabora mediante un proceso similar de digestión anaeróbica, que combina suero de leche con melaza y harina de rocas (Pinheiro, 2019). Este método aprovecha el suero, un subproducto de la industria láctea, transformándolo en un biofertilizante de gran valor nutritivo. La mezcla, una vez realizada, es sometida a fermentación en condiciones controladas por un periodo específico, lo que optimiza la acción de los microorganismos presentes. Los resultados de investigaciones indican que este biofertilizante no solo mejora la calidad de la biomasa, sino que también aumenta la productividad de las pasturas al enriquecer el suelo con nutrientes de fácil asimilación para las plantas.

En el presente estudio para la preparación de biol a base de estiércol, se requiere mezclar el estiércol de vaca, que generalmente viene en proporciones que pueden variar, con agua y otros aditivos como leche, melaza, y ceniza. Las proporciones pueden incluir 10 litros de agua con 5 kg de estiércol, 2 litros de leche, 1 litro de melaza, y 500 gramos de ceniza, que se deben dejar

fermentar en un ambiente anaeróbico durante 30 días.

### **2.5. Preparación y Aplicación de Biol**

Las aplicaciones de biol se realizaron cada ocho días durante un período de seis semanas. Las dosificaciones fueron preparadas de la siguiente manera:

**T1:** 6 litros de biol más 14 litros de agua (30%).

**T2:** 4 litros de biol más 16 litros de agua (20%).

**T3:** 2 litros de biol más 18 litros de agua (10%).

El biol se aplicó utilizando una bomba de fumigar, asegurando una distribución uniforme en las parcelas.

### **2.6. Evaluación de Productividad**

Para determinar la productividad de las pasturas, se realizó un corte de igualación a una altura de 5 cm utilizando un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>. Se pesó la biomasa recolectada para cada tratamiento, y los resultados se expresaron en kg/m<sup>2</sup>. Se registraron las mediciones de productividad al final del período de aplicación.

### **2.7. Análisis de Datos**

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente para determinar la efectividad de las diferentes dosificaciones de biol en la productividad de las pasturas. La estadística planteada en este estudio fue de tipo descriptiva la cual permitió expresar las diferencias de los resultados de los tratamientos.

### **2.8. Lecciones Aprendidas**

Durante el desarrollo de la investigación, se recolectaron diferentes lecciones aprendidas enfocándose en la importancia de la fertilización orgánica a través de bioinsumos como una práctica de ganadería climáticamente inteligente. Se evaluaron los beneficios en términos de productividad, mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático.

El enfoque metodológico adoptado no solo permitió evaluar el efecto de los bioinsumos sobre la productividad de las pasturas, sino también facilitó la colaboración activa entre los diferentes actores del sector agropecuario, contribuyendo así al desarrollo sostenible en el cantón Gonzanamá.

En este estudio, la variable dependiente está relacionada con la productividad de la biomasa en los pastizales, la cual se mide en kg/m<sup>2</sup>. Por otro lado, la variable independiente es el tipo de biol aplicado, que abarca distintas concentraciones de biol elaboradas a partir de suero de leche y estiércol. Así, el estudio busca evaluar cómo diferentes dosis de biol (independiente) afectan a la productividad de los pastizales (dependiente).

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El presente estudio señala que la fertilización con biol a base de estiércol al 30% resultó en una

productividad de 1.82 kg/m<sup>2</sup> (tabla 5), mientras que el biol a base de suero de leche alcanzó 2.12 kg/m<sup>2</sup> (tabla 2). Estos resultados son similares con investigaciones previas que han demostrado que el uso de biofertilizantes puede aumentar la producción de forrajes. Por ejemplo, un estudio de González et al. (2018) encontró que el uso de biofertilizantes aumentó la producción de forraje en un 25% en comparación con fertilizantes químicos.

De manera que, la investigación utilizó un diseño de bloques al azar. En el estudio de Martínez et al. (2019) también emplearon este diseño en su estudio sobre biofertilizantes, lo que permitió una comparación efectiva entre tratamientos.

Es importante reconocer que la medición de la productividad es fundamental para evaluar la efectividad de las intervenciones en la ganadería. En el presente estudio, se analizó la variable de productividad; sin embargo, se observó una falta de datos específicos sobre el incremento porcentual en la biomasa de las pasturas. En este contexto, los hallazgos de Fernández et al. (2020), que documentaron un aumento del 20% en la biomasa de pasturas al utilizar biol, pueden servir como un valioso punto de referencia para futuras investigaciones. Estos datos permiten comparar resultados y establecer un marco de referencia que puede ser útil para validar las mejoras en la productividad observadas en el presente estudio.

Además, en la tabla 3, en donde refleja los costos de implementación de pasturas con Biol a Base de Suero de Leche, se presenta un costo total de implementación de \$459,00 para el T3(30%) por hectárea. Este costo incluye diferentes ítems como la mano de obra para riego, control de malezas, corte y fertilización, junto con el insumo de biol. Este análisis de costos proporciona información valiosa sobre la viabilidad económica de la producción de pasturas utilizando biol, permitiendo a los ganaderos evaluar la rentabilidad de esta práctica agropecuaria. De manera que por hectárea al año se tendría una productividad de 106060,61Kg/m<sup>2</sup>, el costo por kilogramo en 0,027 y 106,06 por tonelada por hectárea al año para el T3(30%) .

**Tabla 2.** Resultados de productividad y costo por hectárea del Biol en suero de leche.

<b>BIOL ORGÁNICO BIOMINERALIZADO EN SUERO DE LECHE - PASTURA MEJORADA</b>		
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>VARIABLES</b>	
	<b>Productividad kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Productividad Kg/ha/año</b>
T1 (10%)	1,82	90909,09
T2 (20%)	1,97	98484,85
T3 (30%)	2,12	106060,61
T (0%)	1,67	83333,33

**Tabla 3.** Costo del biofertilizante/ha

<b>Suero de leche (Ha)</b>				
<b>COSTO-Ha</b>	<b>T1 (10%)</b>	<b>T2 (20%)</b>	<b>T3 (30%)</b>	<b>T (0%)</b>
<b>Elaboración de Biol (200 L)</b>	63	63	63	<b>0</b>
<b>Fertilización con Biol</b>	132	264	396	0
<b>Total</b>	195	327	459	0

INGRESOS	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	T (0%)
Productividad Kg/m <sup>2</sup>	90909,09	98484,85	106060,61	83333,33
Costo/Kg	0,031	0,029	0,027	0,034

**Tabla 4.** Toneladas/ha/año

T1 (10%)	90,91
T2 (20%)	98,48
T3 (30%)	106,06
T (0%)	83,33

**Tabla 5.** Resultados de productividad y costo por ha del Biol en estiércol.

BIOL ORGÁNICO BIOMINERALIZADO EN SUERO DE ESTIÉRCOL - PASTURA MEJORADA		
TRATAMIENTO	VARIABLES	
	Productividad Kg/m <sup>2</sup>	Productividad Kg/ha/año
T1 (10%)	1,67	66666,67
T2 (20%)	1,67	66666,67
T3 (30%)	1,82	72727,27
T (0%)	1,36	54545,45

**Tabla 6.** Costo del biofertilizante/ha

Estiércol (Ha)				
COSTO-Ha	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	T (0%)
Elaboración de Biol (200 L)	62	62	62	0
Fertilización con Biol	132	258	388	0
Total	194	320	450	0

INGRESOS	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)	T (0%)
Productividad Kg/m <sup>2</sup>	66666,67	66666,67	72727,27	54545,45
Costo/Kg	0,043	0,043	0,040	0,05

**Tabla 7.** Toneladas/ha/año

T1 (10%)	66,67
T2 (20%)	66,67
T3 (30%)	72,73
T (0%)	54,55

Similar a la tabla anterior, en la tabla 5, se presentan los costos de implementación de pasturas utilizando biol a base de estiércol, con un costo total también de \$450.00 por hectárea para el T3(30%), dando un total de 72727,27 Kg/m<sup>2</sup> de productividad, 0.040 de costo por kilogramos y 72,73 de toneladas por hectárea al año. Este dato permite realizar comparaciones en términos de costo-efectividad entre los dos tipos de biol utilizados. Al entender los costos asociados con cada tipo de biol, los productores pueden tomar decisiones informadas sobre cuál de los métodos de fertilización se adapta mejor a sus necesidades específicas y condiciones económicas.

La comparación entre los costos de implementación de biol a base de suero de leche y a base de

estiércol revela que, si bien los costos son equivalentes en términos absolutos, los resultados en productividad y calidad del forraje generado en cada tratamiento deben ser evaluados. Esta comparación es crucial, ya que puede influir en la elección del tipo de biol a utilizar. Adicionalmente, al considerar los ingresos potenciales derivados de la productividad mejorada de las pasturas, los productores pueden estimar un retorno de inversión que justifique el costo de implementación.

Cabe destacar que la implementación de prácticas de ganadería climáticamente inteligente es un aspecto destacado. Pérez et al. (2021) encontraron que la integración de biofertilizantes en sistemas de producción no solo mejora la productividad, sino que también contribuye a la mitigación y resiliencia frente al cambio climático.

Se ha realizado una comparación con otros estudios frente a los presentes resultados, tal es el caso de López et al. (2017) reportaron que el uso de biol a base de estiércol aumentó la producción de forraje en un 30% en condiciones similares. Así mismo, Sánchez et al. (2016) encontraron que el uso de biol a base de suero de leche incrementó la producción de pasturas en un 15%. Por otra parte, García et al. (2015) también reportaron resultados positivos en la productividad de pasturas utilizando biol, con incrementos de hasta el 25%.

Adicionalmente, Ríos et al. (2018) encontraron que la aplicación de biol mejoró la calidad nutricional de las pasturas, lo que se traduce en una mayor productividad. De la misma forma, Vargas et al. (2019) reportaron que el uso de biol en sistemas de pastoreo redujo la necesidad de insumos químicos, lo que es un objetivo clave en la sostenibilidad agrícola. Finalmente, Cruz et al. (2020) encontraron que la aplicación de biol a base de estiércol y suero de leche resultó en un aumento significativo de la producción de forraje, corroborando los resultados del presente estudio.

Por consiguiente, la elaboración de biol orgánico biomineralizado implica una inversión inicial que puede variar según los insumos utilizados y la escala de producción. En el presente estudio, se registraron costos específicos para la biofertilización (tabla 3 y 6). Este análisis de costos es fundamental para evaluar la viabilidad económica de la producción de biol, permitiendo a los agricultores comparar esta opción con métodos de fertilización convencionales y considerar el retorno de inversión asociado a la mejora en la productividad de las pasturas (Pinheiro, 2019).

#### **4. CONCLUSIONES**

El análisis de los resultados de este estudio sobre la producción de bioles biomineralizados a base de estiércol y suero de leche indica que esta buena práctica de Ganadería Climáticamente Inteligente, tiene el potencial de mejorar significativamente la productividad de las pasturas. Lo mencionado con anterioridad se alinea con las conclusiones de investigaciones anteriores que respaldan el uso de bioinsumos en sistemas de ganadería sostenible.

Los resultados obtenidos para el biol orgánico biomineralizado a base de suero de leche al 30% dió como resultado una productividad de 106060,61 kg/m<sup>2</sup>, alcanzando hasta 106,06 toneladas por hectárea al año. El valor obtenido de productividad sugiere que el biol a base de suero de



leche puede ser una práctica eficaz para mejorar la producción forrajera en el cantón Gonzanamá. Por otro lado, el biol a base de estiércol también mostró resultados significativos, con una productividad máxima de 72727,27 kg/m<sup>2</sup> y 72,73 toneladas por hectárea anualmente. Esto evidencia que, aunque ambos tipos de biol mejoran la productividad, el uso de biol a base de suero de leche parece tener una ventaja en términos de rendimiento.

En los costos de inversión, se determinó que el costo de implementación de pasturas con biol a base de suero de leche fue de \$459.00 por hectárea, el costo para el biol a base de estiércol fue de \$450.00 por hectárea. A pesar de que ambos métodos presentan costos similares, es relevante considerar los niveles de productividad obtenidos. El biol a base de suero de leche, al generar una mayor productividad, proporciona potencialmente un mejor retorno sobre la inversión. Por otro lado, el biol a base de estiércol, aunque menos productivo en esta evaluación, ofrece un enfoque valioso para la gestión de residuos orgánicos y puede ser más accesible para productores que disponen de estiércol en sus operaciones. La suma de la productividad y los costos de producción, estima que la utilización de biofertilizantes no solo mejora los rendimientos agrícolas, sino que contribuye a la sostenibilidad económica de las prácticas ganaderas.

## REFERENCIAS

- Arias, R. (2021). *Impacto de los bioinsumos en la productividad agropecuaria*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Cruz, A., Martínez, P., & López, R. (2020). *Efectos de biol en la producción de forraje en sistemas agroecológicos*. *Journal of Agroecological Research*, 8(3), 200-215.
- Feijó, F., Abad, Y., & Guzmán, V. (2021). *Estrategias de mitigación en la ganadería climáticamente inteligente*. Proyecto Ganadería Climáticamente Inteligente.
- Fernández, C., Gómez, R., & Silva, P. (2020). *Impacto de biofertilizantes en la biomasa de pasturas*. *Journal of Sustainable Agriculture*, 15(4), 301-310.
- García, M., Fernández, J., & López, A. (2015). *Biofertilizantes y su impacto en la producción forrajera*. *Journal of Agricultural Science*, 7(2), 150-158.
- Gerber, P. J., Hristov, A. N., Henderson, B., Makkar, H. P. S., & Opio, C. (2013). *Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: A global analysis*. FAO.
- González, J., Pérez, M., & López, R. (2018). Efecto de biofertilizantes en la producción de forraje en sistemas agroecológicos. *Revista de Agroecología*, 12(3), 45-58.
- López, R., Martínez, A., & González, J. (2017). *Efectos de biofertilizantes en la producción de forraje en sistemas de pastoreo*. *Agroecología y Desarrollo Sostenible*, 10(2), 89-95.
- Martínez, A., Torres, L., & Ramírez, J. (2019). Diseño experimental en la evaluación de biofertilizantes en cultivos de maíz. *Agronomía Tropical*, 69(2), 123-130.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Ganadería climáticamente inteligente: Una solución para el cambio climático y la seguridad alimentaria*.
- Pérez, M., Rodríguez, A., & Martínez, J. (2021). Prácticas de ganadería sostenible y su impacto en la resiliencia climática. *Revista de Ciencias Ambientales*, 18(1), 67-75.

- Pinheiro, S. (2019). Producción de biofertilizantes a base de suero de leche. Universidad Nacional de Loja. [PDF].
- Restrepo, A. (2007). El uso de biofertilizantes en la agricultura: Ecología y sostenibilidad agrícola. Ediciones Agropecuarias.
- Ríos, C., Martínez, J., & Pérez, L. (2018). Calidad nutricional de pasturas fertilizadas con biofertilizantes. *Revista de Nutrición Animal*, 22(1), 45-60.
- Sánchez, J., Torres, M., & Ramírez, L. (2016). Uso de biofertilizantes en la producción de pasturas: un enfoque sostenible. *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(3), 201-210.
- Sebastian Pinheiro. (2019). *Elaboración de biofertilizantes a base de suero de leche*. [PDF].
- Tello, A., López, O., & Celi, O. (2020). Evaluación de biofertilizantes en la producción de pasturas. *Revista de Ciencias Agropecuarias*.
- Vargas, J., Torres, R., & González, M. (2019). *Sostenibilidad en la producción ganadera: el papel de los biofertilizantes*. *Agroecología y Sostenibilidad*, 11(4), 300-315.