



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**BIOL A BASE DE CONTENIDO RUMINAL Y SU  
EFICIENCIA EN EL CULTIVO DE BROCOLI (*Brassica  
oleracea*).**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

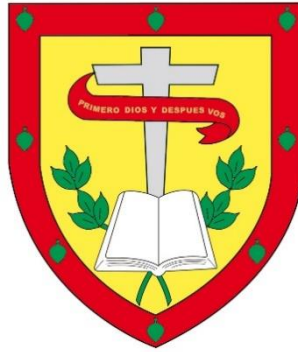
**AUTOR: JOSÉ MIGUEL LOJA ORDOÑEZ**

**DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ ROJAS PHD.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**BIOLA BASE DE CONTENIDO RUMINAL Y SU  
EFICIENCIA EN EL CULTIVO DE BRÓCOLI (*Brassica  
oleracea*).**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR: JOSÉ MIGUEL LOJA ORDOÑEZ**

**DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS GONZÁLEZ ROJAS PHD.**

**CUENCA - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



## Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**José Miguel Loja Ordoñez** portador de la cédula de ciudadanía N° **0105627129**. Declaro ser el autor de la obra: "**Biol a base de contenido ruminal y su eficiencia en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea*).**", sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **27 de agosto de 2024**

**José Miguel Loja Ordoñez**  
C.I. 0105627129

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **José Miguel Loja Ordoñez**, bajo mi supervisión.



Firmado  
digitalmente por  
JUAN CARLOS  
GONZALEZ  
ROJAS  
Fecha: 2024.08.19  
08:33:54 -05'00'

---

Juan Carlos González Rojas

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

En la trayectoria de cada individuo existen personas cruciales. Quiero dedicar este logro a mi familia, pues sin ellos no habría sido posible culminarlo. A mis hijos, quienes representan mi mayor motivación para ser un ejemplo de perseverancia y superación, llenando mi corazón de alegría y felicidad, y animándome a mejorar cada día. A mi esposa, quien comparte conmigo cada una de mis experiencias, tanto las alegrías como las tristezas, y quien ha sido mi apoyo constante a lo largo de este camino.

José Miguel Loja Ordoñez

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero comenzar expresando mi sincero agradecimiento a Dios por ser mi guía y fuente de inspiración en cada paso de mi vida, especialmente en el camino hacia el establecimiento y logro de metas significativas. Agradezco profundamente a la Universidad Católica de Cuenca por brindarme la oportunidad de formar parte de su comunidad educativa. Los docentes de esta institución han jugado un papel fundamental al compartir conmigo sus vastos conocimientos y orientarme en cada etapa de mi proceso de aprendizaje. Su dedicación y compromiso han enriquecido mi desarrollo académico y personal de manera invaluable.

El Dr. Juan Carlos González ha sido una figura clave como director de este trabajo académico. Con su reconocida experiencia en metodología de investigación, ha guiado cada fase del proyecto con sabiduría y paciencia. Su profundo conocimiento ha asegurado la rigurosidad y la precisión de los métodos empleados, garantizando la calidad y la integridad de los resultados obtenidos. Además de supervisar el trabajo investigativo, ha sido fundamental en la resolución de desafíos metodológicos y en la interpretación precisa de los hallazgos, demostrando un compromiso inquebrantable con la excelencia académica.

El liderazgo del Dr. González ha creado un ambiente de aprendizaje colaborativo y enriquecedor, que ha permitido que este proyecto alcance su culminación con éxito. Cada expresión de gratitud hacia quienes han contribuido directa e indirectamente a este logro refleja mi profunda apreciación por su apoyo, dedicación y confianza. Este trabajo no habría sido posible sin la orientación y el respaldo de personas como él y de instituciones comprometidas con la formación integral de sus estudiantes. Estoy lleno de gratitud por las oportunidades brindadas y por el aprendizaje invaluable adquirido durante este trayecto, que indudablemente marcará mi camino hacia el futuro.

José Miguel Loja Ordoñez

## Índice

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad .....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
RESUMEN.....	10
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
OBJETIVOS .....	14
2.1 Objetivo General .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
2.3 Hipótesis .....	14
MARCO TEÓRICO .....	15
1.1. Contaminación ambiental.....	15
1.2. Contaminación ambiental por uso de agroquímicos .....	15
1.3. Residuos orgánicos.....	15
1.4. Tipos de residuos orgánicos.....	16
1.5. Contenido ruminal .....	18
1.6. Cavidad ruminal .....	18
1.7. Microorganismos ruminales.....	19
1.8. Residuos foliares.....	20
1.9. Abonos orgánicos .....	21
1.10. Características de los abonos orgánicos y sus beneficios para el suelo .....	22
1.11. Biol .....	23
1.12. Funciones del biol.....	24
1.13. Ventajas del biol .....	24
1.14. Insumos básicos para la fabricación de biol.....	25
1.15. Cultivo de brócoli .....	27
1.16. Planta de brócoli.....	27
1.17. Requerimientos de clima .....	27
1.18. Requerimiento nutricional del cultivo de brócoli .....	28
1.19. La cosecha .....	28
1.20. La post cosecha .....	28
1.21. Bio estimulante comercial.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS .....	31

1.22.	Ubicación y descripción del campo experimental.....	31
1.23.	Materiales y equipos.....	31
1.24.	Insumos para elaborar el Biol .....	32
1.25.	Metodología.....	32
1.26.	Proceso de elaboración del biol .....	33
1.27.	Análisis físico químico del biol .....	34
1.28.	Metodología para evaluar la eficiencia del Biol en el cultivo de Brócoli .....	35
1.29.	Preparación del terreno .....	35
1.30.	Obtención del material Vegetal .....	36
1.31.	Siembra del material vegetal .....	36
1.32.	Labores culturales .....	37
1.33.	Control fitosanitario.....	37
1.34.	Desarrollo del experimento.....	37
1.35.	Variables Independientes.....	38
1.36.	Variables dependientes.....	38
1.37.	Tratamientos.....	39
1.38.	Diseño experimental .....	40
1.39.	Análisis estadístico .....	40
	RESULTADOS.....	41
1.40.	Análisis físico químico del biol a base de contenido ruminal .....	41
1.41.	Variable de respuesta altura de la planta del brócoli .....	41
1.41.1.	Altura de la planta a las 4 semanas después del trasplante (SDT).....	41
1.41.2.	Altura de la planta a las 8 SDT .....	42
1.41.3.	Altura de la planta a las 12 SDT .....	42
1.42.	Peso fresco de la pella .....	43
1.42.1.	Peso fresco de la pella a las 8 SDT .....	43
1.42.2.	Peso fresco de la pella a las 12 SDT.....	43
1.43.	Área foliar .....	44
1.43.1.	Área foliar de la planta a las 12 SDT .....	44
	DISCUSIÓN.....	46
1.44.	Biol a base de contenido ruminal .....	46
1.45.	Eficacia del biol en la altura de las plantas .....	46
1.46.	Impacto en el área foliar .....	47
1.47.	Peso fresco de la pella .....	48
	CONCLUSION.....	49

RECOMENDACIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	52
ANEXOS .....	60
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INTITUCIONAL .....	64

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de un biol elaborado a partir del contenido ruminal del camal municipal de Cañar, en crecimiento y desarrollo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*). El proceso experimental se desarrolló en dos etapas: primero, la elaboración del biol y el análisis de sus características físico-químicas; segundo, la evaluación del efecto del biol en el rendimiento del brócoli. Para ello, se llevó a cabo un experimento con un diseño completamente al azar, evaluando concentraciones de biol al 4% (T2), 8% (T3) y 12% (T4), un Bioestimulante comercial (T1) y un control (T0). Las variables de respuesta incluyeron la altura de la planta a las 4, 8 y 12 semanas después del trasplante (SDT), el área foliar y el peso fresco de la pella. Los resultados indicaron que todas las dosis en sus distintas concentraciones de biol a base de contenido ruminal y el Bioestimulante comercial incrementaron la altura de las plantas y el área foliar del brócoli en comparación con el control. El tratamiento T3 incrementó significativamente el peso fresco de la pella a las 8 y 12 semanas después del trasplante. En conclusión, el biol a base de contenido ruminal tiene un potencial prometedor para mejorar el crecimiento y rendimiento del brócoli (*Brassica oleracea*). Para futuras investigaciones, se recomienda complementar este tipo de estudios con un análisis foliar que permita conocer la capacidad de la planta para absorber los nutrientes disponibles tanto del suelo como a través de las aplicaciones foliares.

**Palabras clave:** Fertilizantes orgánicos, fertilizantes químicos, contenido ruminal, microorganismos benéficos.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of a biol produced from the ruminal content of the municipal slaughterhouse in Cañar on the growth and development of broccoli (*Brassica oleracea*). The experimental process was carried out in two stages: first, the production of the biol and the analysis of its physical and chemical characteristics; second, the assessment of the biol's impact on broccoli yield. To achieve this, an experiment was conducted using a completely randomized design, evaluating biol concentrations of 4% (T2), 8% (T3), and 12% (T4), a commercial bio-stimulant (T1), and a control group (T0). The response variables included plant height at 4, 8, and 12 weeks after transplanting (WFT), leaf area, and fresh weight of the broccoli heads. The results indicated that all doses of ruminal content-based biol at various concentrations and the commercial bio-stimulant increased the broccoli's plant height and leaf area compared to the control group. The T3 treatment significantly increased the fresh weight of the heads at 8 and 12 weeks after transplanting. In conclusion, ruminal content-based biol has promising potential to enhance the growth and yield of broccoli (*Brassica oleracea*). For future research, it is recommended to complement such studies with a foliar analysis to understand the plant's ability to absorb nutrients available from both the soil and foliar applications.

**Keywords:** Organic fertilizers, chemical fertilizers, rumen content, beneficial microorganisms.

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas agrícolas pueden alterar la calidad del suelo, especialmente cuando la resiliencia del suelo es insuficiente para volver a su estado original tras la intervención. Cuando estas alteraciones se acercan a los límites de tolerancia del suelo, emergen factores que limitan la producción (Orjuela, 2017). Una de las prácticas agrícolas que impacta negativamente en la calidad del suelo es el uso indiscriminado de fertilizantes químicos (Roitbarg, 2021).

La agricultura convencional emplea fertilizantes químicos solubles con el fin de aumentar los rendimientos de los cultivos. Sin embargo, la aplicación excesiva de estos ha causado contaminación de aguas subterráneas, degradación del suelo y ecosistemas, desequilibrios biológicos y una disminución de la biodiversidad (González, 2019). Factores que originan la pérdida de la calidad del suelo a largo plazo, debido a que elevan los niveles de acidez o alcalinidad, condiciones que no solo afectan a los microorganismos beneficiosos del suelo, sino también interfieren en la capacidad de absorción de otros nutrientes esenciales para desarrollo adecuado de las plantas, llevando a una infertilidad progresiva del suelo (Vasquez , Alvarez , Iglesias , & Castillo , 2020)

Otro efecto negativo del uso excesivo de fertilizantes químicos es la salinidad del suelo, definido como el aumento de la concentración de sales solubles en el mismo. Estas sales pueden incluir cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos de varios elementos como sodio, calcio, magnesio y potasio (Flores, Flores, & Torres, 2020). La salinidad del suelo es una medida importante para evaluar su calidad, porque puede afectar significativamente la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes y en consecuencia limitando la productividad (Noellemeyer, y otros, 2021) Además, ha exacerbado la proliferación de plagas y enfermedades, dificultando su control.

Por otra parte, la generación y gestión de residuos constituyen un problema global evidente en los mataderos y las industrias cárnicas (Castells, 2012). Estos lugares generan grandes volúmenes de desperdicios, como el contenido ruminal de bovinos, que a menudo se descartan de manera inapropiada. Durante los últimos 20 años, el camal municipal de Cañar ha sido responsable del sacrificio de bovinos, ovinos, porcinos y caprinos. El proceso de sacrificio incluye etapas como el aislamiento, turbación, ejecución, sangrado, degollación, desmembramiento de extremidades y cabeza, desollado, eviscerado, lavado y división de la canal, sin embargo, las instalaciones carecen de una cadena de frío, lo que implica que los productos se despachan inmediatamente después de cada proceso (Nuñez & Lino, 2024).

El contenido ruminal es filtra en tanques perforados para separar la parte sólida de la líquida. La parte sólida es acumulada en un área del camal hasta alcanzar una cantidad suficiente para ser transportada a un relleno sanitario, mientras que la parte líquida se vierte en el alcantarillado local y finalmente desemboca en cuerpos de agua cercanos (Castells, 2012). Para enfrentar esta problemática, es crucial implementar estrategias que aprovechen el contenido ruminal generado en el camal municipal del Cantón Cañar tras el sacrificio de bovinos.

Una opción ecológica, ambientalmente amigable y sostenible para la producción agrícola es la elaboración de un fertilizante orgánico a base de este contenido ruminal, conocido como Biol. Los fertilizantes orgánicos son reconocidos por sus beneficios para mejorar las características físico, químicas y biológicas del suelo y fomentar una producción agrícola libre de productos químicos, ofreciendo así una solución que reduce el impacto ambiental de estos desechos y cumple con la legislación ambiental ecuatoriana (Quintana, 2017).

Por otro lado, Félix et al., (2018) destacan los beneficios de los abonos orgánicos en la salud del suelo y los cultivos, así como su capacidad para reducir el impacto ambiental. Peñafiel y Ticona (2015), desarrollaron un biofertilizante a base de estiércol bovino, subrayando su viabilidad como fuente de nutrientes en la agricultura. Rosales (2014) tasó el efecto del compost y biol orgánico en el cultivo de brócoli, observando mejoras en el crecimiento y desarrollo, aunque sin un incremento significativo en el rendimiento.

Es importante destacar que los insumos necesarios para la elaboración del biol son accesibles y económicos al considerarse como desechos (Salvador , Alcaide , Sanchez , & Salvador , 2005), lo cual hace que esta propuesta sea viable desde un punto de vista económico y pueda ser replicada en otros cantones como un modelo para el manejo de residuos o como base para desarrollar sistemas similares. Esto podría contribuir significativamente a mejorar la calidad ambiental en otras localidades, promoviendo el bienestar y la salud de sus habitantes. Este estudio pretende contribuir a este campo evaluando la eficacia de estos abonos en el crecimiento, producción y calidad del brócoli.

## OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de un biol a base de contenido ruminal proveniente del camal municipal del Cantón Cañar, en el desarrollo del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*).

### 2.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físico-químicas de un biol elaborado a partir de residuos orgánicos provenientes del camal municipal del Cantón Cañar.
- Determinar el efecto del biol elaborado a partir de contenido ruminal en los parámetros productivos del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*).

### 2.3 Hipótesis

Se pueden elaborar bioles a partir de los residuos orgánicos procedentes del camal municipal del cantón Cañar, y obtener efectos positivos en el cultivo y producción del brócoli (*Brassica oleracea*).

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Contaminación ambiental**

Para iniciar este apartado, es fundamental comprender qué es la contaminación. Peñaloza, (2012) expresa que la contaminación se refiere a la alteración perjudicial de las condiciones normales de un ambiente debido a la presencia de elementos externos, ya sean biológicos, químicos o físicos. La contaminación no solo es un problema ambiental, sino también una crisis social y ética que exige una respuesta urgente y comprometida por parte de todos (Reyes Gil, Galván, & Aguiar, 2005).

En este sentido, resulta fundamental enfatizar la responsabilidad individual y colectiva en la lucha contra la contaminación. Cada persona, como parte integral de la sociedad, tiene el poder de contribuir a la construcción de un futuro más sostenible (Castillo, 2012).

### **1.2. Contaminación ambiental por uso de agroquímicos**

La producción de alimentos utiliza diversas tecnologías agrícolas que a menudo generan conflictos entre el medioambiente y la agricultura. Las sustancias agroquímicas siempre impactan el entorno en diversos grados. Entre los problemas derivados del uso de agroquímicos y pesticidas se encuentran la eliminación de microorganismos benéficos, polinizadores y controladores naturales (Vargas F. , 2005; Carreño, Vásque, & Vásquez, 2019).

Sin embargo, Chaves et al., (2013) señala que la magnitud de contaminación que se puede ocasionar al ecosistema dependerá de las propiedades físico-químicas de los agroquímicos, de las características del suelo, condiciones del clima. Los pesticidas de manera general afectan el suelo disminuyendo la actividad de las enzimas generando reacciones bioquímicas como la mineralización de la materia orgánica, la nitrificación, la amonificación y las reacciones redox y meta-génesis (Guzman & Alonso, 2007).

### **1.3. Residuos orgánicos**

Se denomina residuos orgánicos a todo aquello que sea de origen animal o vegetal, derivado de la agroindustria, empresas pecuarias, mercados, etc. de entre ellos se pueden destacar para el propósito de la presente investigación los principales residuos de tipo orgánico que se obtiene en los centros de faenamiento el contenido ruminal y sangre (Ríos & Ramírez, 2012).

Además, es importante destacar que estos residuos se descomponen de manera natural y tienen la capacidad de descomponerse o degradarse rápidamente, transformándose en otros tipos de materia orgánica. (Sanchez & Rojas, 2016). Es decir, son elementos que se integran con facilidad en la naturaleza sin producir una contaminación muy relevante.

Por su parte Bruno, Grenoville, y Cittadini, (2020) definen a los residuos orgánicos como “Todo material derivado de especies de flora o fauna que es susceptible a la descomposición por microorganismos, así como restos, sobrantes o productos de desecho de cualquier organismo, puede ser clasificado como tal”. Entre estos residuos encontramos cáscaras de frutas y verduras, restos de comida, café molido, bolsitas de té, pasto seco, hojas caídas, estiércol de animales, entre otros.

En definitiva, los residuos orgánicos, provenientes de diversas fuentes como la agroindustria, la ganadería, los mercados y los centros de faenamiento, representan un importante desafío para la gestión ambiental. Sin embargo, es crucial recordar que estos residuos poseen un alto potencial para ser valorizados y reintegrados a los ciclos naturales, evitando así su impacto negativo en el medio ambiente (Vargas & Perez , 2018).

#### **1.4. Tipos de residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos poseen la capacidad de biodegradarse, es decir, de descomponerse de forma natural gracias a la acción de microorganismos. Esta característica única los convierte en elementos clave para la sostenibilidad ambiental, ya que abre la puerta a diversas estrategias de manejo que no solo mitigan su impacto ambiental, sino que también generan productos de gran valor (Jaramillo & Zapata, 2008). Existen diversas clasificaciones de residuos como se detalla en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Categorización de los residuos orgánicos según su origen.

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Restos de comida</b>	Se les conoce como biorresiduos domésticos, que son aquellos residuos orgánicos generados durante la preparación de alimentos en el hogar.
<b>Excretas de animales</b>	Son restos del metabolismo de los alimentos consumidos por los animales
<b>Restos de podas y jardín</b>	Se generan durante los servicios de mantenimiento y poda en parques y jardines. Estos residuos, que ocupan un gran volumen, pero tienen un peso relativamente bajo, están compuestos principalmente por ramas, partes leñosas y follajes, incluyendo una gran cantidad de hojas.

Fuente: (Sanchez & Rojas, 2016).

Por su parte Agüero & Terry, (2014), los clasifica según los procesos que son necesarios previa a la aplicación en el suelo, como se describe en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Clasificación de los residuos orgánicos según los procesos que son necesarios previa a la aplicación en el suelo.

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Residuos frescos</b>	Material que no ha sufrido ningún proceso de degradación.
<b>Residuos bien descompuestos</b>	Materiales que han experimentado una modificación significativa y presentan una alta concentración de componentes más estables.
<b>Materiales orgánicos de residuos de cosecha y abonos verdes</b>	Materiales cuyo uso mejora las propiedades físicas y la fertilidad química del suelo, promoviendo también su conservación y optimizando la utilización de fertilizantes químicos.

Fuente: (Agüero & Terry, 2014).

La categorización de los residuos orgánicos según su procedencia y los procesos de tratamiento previos a su aplicación en el suelo permite comprender mejor su naturaleza y las diversas estrategias de manejo que pueden ser aplicadas. Esta clasificación es fundamental para optimizar su gestión, maximizando su valorización y minimizando su impacto ambiental (Ramos , 2005). Es importante destacar que la correcta clasificación en la fuente es el primer paso para una gestión eficiente. Separar los de los inorgánicos admite dirigirlos hacia los procesos de valorización adecuados, evitando su disposición en vertederos donde generan gases de efecto invernadero y contaminan el suelo y las aguas (Agüero & Terry, 2014).

### **1.5. Contenido ruminal**

Conocido como contenido ruminal o ruminaza, este material se obtiene del ganado bovino tras el sacrificio. Se trata de una mezcla no asimilada de materiales fibrosos como celulosa, hemicelulosa, almidón y pectina, derivados de forrajes y alimentos concentrados. Este subproducto tiene una consistencia de papilla espesa, un color amarillo verdoso y un olor característicamente fuerte y desagradable cuando está fresco. Además, contiene una variedad de flora y fauna microbiana, así como productos de la fermentación ruminal (Rios & Ramirez, 2012).

Según Acevedo y Buitrago (2008), el contenido ruminal es el material que permanece en el primer estómago del bovino al momento del sacrificio, constituido por todo aquello que no ha sido digerido por completo. Este subproducto, conocido también como "ruminaza", ha sido históricamente descartado en ríos y vertederos, causando significativos daños ambientales debido a su alta carga orgánica.

El contenido ruminal, por tanto, representa un desafío ambiental considerable debido a su composición y características físicas. A pesar de contener nutrientes valiosos, su disposición inadecuada puede generar problemas significativos para el ecosistema y la salud pública. La gestión adecuada de este residuo se ha convertido en una preocupación creciente, con esfuerzos dirigidos hacia prácticas de manejo ambientalmente responsables y tecnologías de tratamiento que minimicen su impacto negativo (Alaba, 2013).

### **1.6. Cavidad ruminal**

El rumen, también conocido como cavidad ruminal, es el compartimento más grande y voluminoso del sistema digestivo de los rumiantes, que incluye además el retículo, el omaso y el abomaso. Situado en el flanco izquierdo de la cavidad abdominal, el rumen está dividido por pilares o tabiques en cuatro sacos distintos. Ocupa aproximadamente el 75 % del aparato digestivo y tiene una capacidad de entre 100 y 200 litros en una vaca adulta. Esta gran

capacidad es crucial para mantener los alimentos el tiempo necesario para una adecuada fermentación y absorción de nutrientes (Rios & Ramirez, 2012).

### 1.7. Microorganismos ruminales

El ecosistema ruminal está formado por una diversidad de microorganismos, incluyendo bacterias, protozoarios, hongos anaeróbicos, micoplasmas y bacteriófagos. Estos organismos interactúan de manera compleja para llevar a cabo el proceso de fermentación. El ambiente ruminal se caracteriza por un pH de aproximadamente 6 a 6,5 y una temperatura de 38 a 40 °C. En el contenido ruminal, se pueden encontrar alrededor de 10 billones de bacterias por gramo, con más de doscientas especies distintas presentes (Rodríguez, Sosa, & Rodríguez, 2007).

Las bacterias juegan un papel crucial en la degradación de nutrientes alimenticios. Entre ellas se encuentran cocos, bacilos, vibrios y espirilos. Estas bacterias son esenciales para el proceso de fermentación, ya que son responsables de descomponer la celulosa, hemicelulosa, almidón, pectina, grasas y aceites presentes en los alimentos (Sosa, Galindo, & Bocourt, 2007). A continuación, en la Tabla 3 se muestra la clasificación de las especies de bacterias según el sustrato (*Celulolíticas*, *Hemicelulolíticas* y *Amilolíticas*).

**Tabla 3.** Clasificación por géneros y especies de bacterias según su afinidad por el tipo de sustrato presente en la cavidad ruminal.

<b><i>Celulolíticas</i></b>	<b><i>Hemicelulolíticas</i></b>	<b><i>Amilolíticas</i></b>
<b><i>Fibrobacter succinogenes</i></b>	<i>Ruminococcus spp.</i>	<i>Streptococcus bovis</i>
<b><i>Ruminococcus flavefaciens</i></b>	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	<i>Succinomonas amilolítica</i>
<b><i>Ruminococcus albus</i></b>	<i>Bacteroides ruminicola</i>	<i>Bacteroides amylophilus</i>
<b><i>Proteolíticas</i></b>	<b><i>Metanogénicas</i></b>	<b><i>Lipolíticas</i></b>
<b><i>Prevotella spp.</i></b>	<i>Methanobrevibacter ruminantium</i>	<i>Anaerovibrio lipolytica</i>
<b><i>Selenomonas ruminantium</i></b>	<i>Methanobacterium formicicum</i>	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>
<b><i>Eubacterium spp.</i></b>	<i>Metanomicrobium mobile</i>	<i>Treponema bryantii</i>
<b><i>Butyrivibrio fibrisolvens</i></b>		<i>Eubacterium spp.</i>

Fuente: (Sosa, Galindo, & Bocourt, 2007).

Los protozoos son microorganismos unicelulares con núcleo diferenciado. Dentro del rumen, se encuentran aproximadamente veinte especies en altas concentraciones, aunque su población es menor en número en comparación con las bacterias (Sosa, Galindo, & Bocourt, 2007). Además, los protozoos desempeñan un papel importante en la degradación de celulosa, hemicelulosa, almidón y proteínas. Específicamente, realizan una actividad amilolítica al descomponer el almidón. (Rodríguez, Sosa, & Rodríguez, 2007). En la Tabla 4 se puede observar los géneros y especies de protozoos basados en la afinidad del sustrato que degradan.

**Tabla 4.** Clasificación de los géneros de protozoos basados en la afinidad del sustrato que degradan.

<b><i>Celulolíticas</i></b>	<b><i>Amilolíticas</i></b>	<b><i>Proteolíticas</i></b>
<b><i>Polyplastron</i></b>	<b><i>Entodinium</i></b>	<b><i>Entodiniumn</i></b>
<b><i>Eudiplodinium</i></b>		<b><i>Eudiplodinium</i></b>
<b><i>Epidinium</i></b>		

Fuente: (Rodríguez, Sosa, & Rodríguez, 2007).

Otro grupo de microorganismos presentes en el contenido ruminal son los hongos. Según (Rodríguez, Sosa, & Rodríguez, 2007), estos hongos son organismos heterótrofos que tienen la capacidad enzimática para debilitar e hidrolizar las paredes celulares compuestas de celulosa y xilano en los alimentos, una acción que posteriormente es complementada por las bacterias.

Es relevante destacar que algunos hongos muestran una mayor eficiencia en la digestión de polisacáridos estructurales en comparación con las bacterias celulolíticas. Los géneros de hongos presentes en la cavidad ruminal son *Neocallimastix*, *Piromyces*, *Orpinomyces*, *Caecomyces*, *Sphaeromyces* y *Cyllamyces*. (Sosa, Galindo, & Bocourt, 2007).

### **1.8. Residuos foliares**

Estos residuos se originan de la acumulación de excrementos sólidos y líquidos en las explotaciones agropecuarias. Uno de los principales objetivos de los investigadores es utilizar estos desechos de manera eficiente, evitando impactos negativos en el medio ambiente (Barragan, 2018).

La calidad y cantidad de residuos foliares son fundamentales para la dieta de los rumiantes. Los residuos foliares, que incluyen las partes no digeridas o parcialmente digeridas de las

hojas y otros tejidos vegetales, son una fuente vital de nutrientes. Las plantas más altas y saludables tienden a producir más hojas y material vegetal, proporcionando así más nutrientes esenciales para los animales. La altura promedio de las plantas, por lo tanto, es un indicador importante de la cantidad de residuos foliares que pueden contribuir a la alimentación de los rumiantes (Cilloniz & Guardia , 2014). El impacto de los residuos foliares en la nutrición animal no puede subestimarse. Una vez descompuestos en el rumen, estos residuos liberan nutrientes como carbohidratos, proteínas y ácidos grasos de cadena corta, que son esenciales para la salud y productividad de los rumiantes (Romero, 2024).

### **1.9. Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son compuestos formados por residuos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo para mejorar sus propiedades físicas, biológicas y químicas. Estos abonos pueden incluir residuos de cultivos que permanecen en el campo después de la cosecha. (Agüero & Terry, 2014).

Por su parte la Asociación Española de Fabricantes de Agro nutrientes – AFEA define a los abonos orgánicos como “residuos provenientes de origen animal o vegetal que contienen uno o más elementos nutritivos (Campos, 2023). En esencia, los abonos orgánicos ofrecen una solución sostenible, eficiente y ecológica para fertilizar los suelos, favoreciendo una agricultura más responsable. No solo benefician a las plantas, sino que también apoyan la salud del suelo y ayudan a preservar el ecosistema.

### 1.10. Características de los abonos orgánicos y sus beneficios para el suelo

Los abonos orgánicos mejoran la fertilidad del suelo al actuar sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas, como se detalla en la siguiente Tabla 5.

**Tabla 5.** Propiedades de los abonos orgánicos y sus beneficios en el suelo.

Propiedad	Efecto	Beneficios
<b>Físics</b>	Temperatura: El color oscuro del abono absorbe más calor solar, calentando el suelo y facilitando la absorción de nutrientes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos más cálidos en climas fríos.</li> <li>- Mayor disponibilidad de nutrientes.</li> <li>- Mejor crecimiento vegetal.</li> </ul>
	Estructura: El abono orgánico mejora la estructura del suelo al hacerlo más suelto en suelos arcillosos y más firme en suelos arenosos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejor drenaje y aireación del suelo.</li> <li>- Reducción de la erosión.</li> <li>- Mayor capacidad de retención de agua.</li> </ul>
	Drenaje y aireación: El abono orgánico aumenta la porosidad del suelo, mejorando su drenaje y aireación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduce el riesgo de enfermedades fúngicas.</li> <li>- Promueve el desarrollo de raíces fuertes y saludables.</li> <li>- Aumenta la absorción de nutrientes.</li> </ul>
	Erosión: los residuos de origen orgánico reducen la erosión hídrica y eólica del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimiza la pérdida de suelo fértil.</li> <li>- Mantiene la productividad del suelo a largo plazo.</li> <li>- Protege la calidad del agua.</li> </ul>
<b>Químicas</b>	Retención de agua: El abono orgánico aumenta la capacidad del suelo para retener agua, haciéndola más disponible para las plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduce la necesidad de riego.</li> <li>- Aumenta la resistencia de las plantas al estrés hídrico.</li> <li>- Mejora el rendimiento de los cultivos.</li> </ul>
	pH: El abono orgánico aumenta el poder tampón del suelo, reduciendo las fluctuaciones de pH.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos más estables y productivos.</li> <li>- Mayor disponibilidad de nutrientes.</li> <li>- Mejor crecimiento vegetal.</li> </ul>

---

Fertilidad: El abono orgánico aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, incrementando su fertilidad.

- Mayor fertilidad del suelo.
- Mejor nutrición vegetal.
- Reducción del uso de fertilizantes químicos.

Actividad microbiana: El abono orgánico mejora la aireación y oxigenación del suelo, lo que favorece la actividad radicular y la actividad de los

- Mayor absorción de agua y nutrientes.
- Plantas más vigorosas y resistentes.
- Aumento del rendimiento de los cultivos.

### **Biológicas**

microorganismos.

Fuente de energía: El abono orgánico suministra energía a los microorganismos del suelo, promoviendo su proliferación y actividad.

- Mayor fertilidad del suelo.
- Mejor estructura y función del suelo

---

Fuente: (Arévalo & Castellano, 2009).

### **1.11. Biol**

El abono biol, también conocido como biofertilizante, es un fertilizante líquido elaborado a partir de restos vegetales, microorganismos, estiércol y otros materiales orgánicos. Su aplicación en los cultivos tiene como objetivo principal aportar nutrientes esenciales para el desarrollo óptimo de las plantas (Peralta, Juscamaita, & Meza, 2016).

Ramos y Terry, (2014), indican que la producción de biol es generalmente económica y sencilla, ya que no requiere insumos complejos ni maquinaria especializada. El biol se compone de dos partes: la primera es la fracción sólida, conocida como biosol, que se obtiene de la limpieza del biodigestor donde se produce el biol; la segunda es la fracción líquida, que está lista para su aplicación.

El abono biol se posiciona como una alternativa eficaz y sostenible para la nutrición de las plantas, ofreciendo múltiples beneficios que impactan positivamente en su crecimiento, desarrollo y productividad. Su alto contenido nutricional, su capacidad para estimular la actividad microbiana y su bajo impacto ambiental lo convierten en una herramienta valiosa para la agricultura moderna (Gonzales & Zuñiga, 2013).

### 1.12. Funciones del biol

Según (Chaves-Bedoya, Ortíz-Moreno, & Ortiz-Rojas, 2013), mencionan diversas funciones que cumple el biol entre las cuales se destacan:

- Revitalizar permanentemente a la planta, es decir darle resistencia ante las plagas y enfermedades que pudieran afectarla o causar algún deterioro.
- Asegurar una alta fertilidad del suelo y un proceso de producción limpio, dado que los alimentos obtenidos son completamente libres de insumos químicos.
- Potencializar la producción en los cultivos.
- Fermentación de la celulosa y hemicelulosa, los microorganismos en el rumen descomponen los componentes de la pared celular de las plantas, como la celulosa y la hemicelulosa, a través de la fermentación. Los microorganismos en el rumen sintetizan proteínas a partir de los aminoácidos presentes en la dieta.

### 1.13. Ventajas del biol

El abono biol se presenta como una herramienta valiosa para la agricultura sostenible, ofreciendo una amplia gama de beneficios que impactan positivamente en la fertilidad del suelo, el crecimiento de las plantas, el rendimiento de los cultivos y la salud del medio ambiente. Tras la revisión teórica de diversos autores y tomando en cuenta datos del y el manual de biol elaborado por Sistema Biobolsa se ha construido el Tabla 6, misma que resume las ventajas y desventajas del biol.

**Tabla 6.** Beneficios e inconvenientes del biol.

<b>BNEFICIOS</b>	<b>INCONVENIENTES</b>
Los ingredientes requeridos para su producción están ampliamente disponibles en tanto en zonas urbanas como rurales.	Requiere de un periodo de tiempo considerable para que cumpla con las características requeridas necesarias.
Los insumos son variables pudiendo acoplarse a los presupuestos de los agricultores	Es necesario espacios físicos amplios para su fabricacion.
Incrementa la actividad microbiana del suelo	Se requieren procesos de envasado y por ende envases.
Coadyuva a la actividad fisiológica de la planta	Los niveles de frío extremo retardan o impide la fermentación.

---

Es un abono orgánico que no tiene efectos contaminantes sobre el suelo, el agua, el aire ni los productos agrícolas.

Es económico y puede ser producido en la misma parcela utilizando recursos locales.

Aumenta la producción de los cultivos hasta en un 30 % sin necesidad de utilizar fertilizantes químicos.

Se puede producir en cualquier terreno donde se acumulen residuos agrícolas, desde el nivel del mar hasta altitudes de 3,600 metros sobre el nivel del mar o más, dependiendo de las condiciones de temperatura.

---

Fuente: (Felix , Sañudo , Rojo , Ruiz , & Portugal , 2008), (Chaves-Bedoya, Ortíz-Moreno, & Ortiz-Rojas, 2013), (Sistema Biobolsa, 2018).

#### **1.14. Insumos básicos para la fabricación de biol**

Existen diversos sustratos de origen animal y vegetal que pueden utilizarse para la elaboración de biol. Para que el proceso sea tanto económico como altamente energético, es esencial aprovechar residuos que, a menudo por desconocimiento, se desechan o se tratan de manera inadecuada. Los residuos animales, como el contenido ruminal o el estiércol, son comúnmente utilizados en la producción de biol. Por otro lado, los desechos vegetales presentan desventajas, tales como la falta de bacterias iniciales y una descomposición más lenta y compleja. (Peralta, Juscamaita, & Meza, 2016).

Para la preparación del biol no existe una receta exacta a seguir, pero el insumo básico es el estiércol, para cantidades que se usan fluctúan entre el 25% al 50% del volumen a preparar. Además, se utilizan materiales tales como: restos vegetales, leche o suero de leche, melaza, levadura, ceniza y agua (Restrepo, 2001). A continuación, en la Tabla 7 se presentan los componentes necesarios para la preparación de este fertilizante, sus principales beneficios, y un ejemplo de las cantidades requeridas de cada uno para producir 150 litros de biol.

**Tabla 7.** Materia prima para la elaboración de biol.

---

<b>Materia prima</b>	<b>Principales aportes</b>	<b>Cantidad para elaborar 150 L</b>
----------------------	----------------------------	-------------------------------------

---

---

<b>Rumen o estiércol</b>	Su función principal es suministrar los componentes vivos esenciales para que la fermentación del biol tenga lugar.	50 kilogramos
<b>Restos vegetales</b>	Optimiza las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos.	5 kilogramos
<b>Melaza</b>	Es la principal fuente de energía para la elaboración de abonos orgánicos, estimulando la actividad microbiológica. También es rica en potasio, calcio y magnesio.	3 kilogramos
<b>Leche o suero de leche</b>	Su función es reactivar el biol preparado de manera similar a la melaza, proporcionando vitaminas, proteínas, grasas y aminoácidos que favorecen la formación de otros compuestos orgánicos.	2 litros
<b>Levadura</b>	Son hongos microscópicos unicelulares que son esenciales para el proceso de descomposición. Generan sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, que estimulan la división celular.	200 gramos
<b>Ceniza o carbón</b>	Mejora las propiedades físicas del suelo al promover una mejor aireación y facilitar la absorción de humedad y calor.	3 kilogramos
<b>Agua</b>	Facilita la creación de condiciones óptimas para el desarrollo y la reproducción de microorganismos durante la fermentación.	140 a 160 Litros

---

Fuente: (Restrepo, 2001), (Jiménez J. , 2012), (Román, 2020).

Es importante destacar que usar el estiércol animal y otros insumos orgánicos como el rumen en calidad de fertilizante se reducen costos a los productores de manera notable, permiten solventar problemas de fertilidad, mejoran la capacidad de retención de agua favoreciendo el desarrollo de las plantas y la obtención de frutos. utilizados para la elaboración de biol (Jiménez J. , 2012).

Además, la calidad del sustrato es un factor crucial en la elaboración del biol, ya que determina la calidad del biofertilizante resultante. La composición del sustrato, en términos de grasas, proteínas, hidratos de carbono y nutrientes, influye directamente en la calidad del biol. Dentro del biodigestor, las bacterias necesitan estos nutrientes y grasas proporcionados por la biomasa para su crecimiento y desarrollo. (Román, 2020).

### 1.15. Cultivo de brócoli

El cultivo de brócoli comienza con la producción de plántulas en un semillero antes de su trasplante al campo abierto (Gabriel, Crespo , & Danial, 2013). Según (Arellano, 2020), se requieren entre 250 y 300 gramos de semillas por hectárea. Las plántulas deben tener de tres a cuatro hojas completamente desarrolladas, medir entre 12 y 15 cm de altura y presentar un buen desarrollo radicular antes del trasplante. Es fundamental evitar el trasplante de plántulas demasiado desarrolladas, ya que esto puede causar una formación temprana de inflorescencias y afectar la calidad del producto (Xiu, 2018).

Además, es esencial considerar la adecuada preparación del suelo y el control de malezas para optimizar la producción. (Rosales, 2014) recomienda distancias entre surcos de 0.7 a 1.00 m y entre plantas de 0.4 a 0.5 m, dependiendo del cultivar. Las condiciones ideales para el cultivo de brócoli incluyen zonas húmedas montañosas bajas con clima templado.

### 1.16. Planta de brócoli

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) pertenece a la familia Brassicaceae, que antes se conocía como Crucíferas. Su nombre proviene del latín "brachium," que significa rama, en alusión a la forma ramificada de sus cabezuelas florales. (Vargas , Vargas, & Moya , 2019). Originario del Mediterráneo Oriental y Asia, el brócoli se introdujo en Europa durante la época romana bajo el nombre de col de Siria, extendiéndose posteriormente a América desde el siglo XVI. Esta planta se caracteriza por desarrollar una inflorescencia central rodeada de flores más pequeñas, con inflorescencias que a menudo adoptan una forma cónica y flores maduras que son pequeñas y poseen cuatro pétalos amarillos. Las hojas del brócoli son lobuladas, con pecíolos alargados y un color verde grisáceo, con lóbulos profundos y textura ondulada. Su fruto es una silicua que contiene semillas redondas de color rosa (Vargas , Vargas, & Moya , 2019).

En cuanto a su clasificación científica, el brócoli se encuentra dentro del Reino Plantae, la División *Angiospermae*, la Clase *Dicotiledóneas Magnoliopsida*, el Orden *Rhodaless* y la Familia *Brassicaceae*. Su género es *Brassica* y su especie es *Oleracea*. Esta clasificación botánica subraya su relación con otras plantas crucíferas y su posición dentro de la taxonomía de las plantas con flores (Ñacato & Valencia , 2016)

### 1.17. Requerimientos de clima

Para el cultivo de brócoli, la temperatura óptima está entre 13 y 15°C. La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la maduración ocurre a una temperatura promedio mensual

de aproximadamente 15°C. Se requiere una precipitación anual de entre 800 y 1,200 mm, y se recomienda cultivar el brócoli a altitudes de entre 2,600 y 3,000 metros sobre el nivel del mar. La humedad relativa ideal debe ser al menos del 70%, siendo preferible un 80%. Además, el brócoli prospera en condiciones de fotoperíodo neutro. (Arellano, 2020).

### 1.18. Requerimiento nutricional del cultivo de brócoli

El cultivo de brócoli requiere entre 150 y 250 kg de nitrógeno (N) por hectárea, 140 kg de fósforo (P) por hectárea y entre 200 y 300 kg de potasio (K) por hectárea. En condiciones climáticas ideales, con una temperatura de 18°C y una humedad relativa del 95%, la demanda de nitrógeno es la mayor, mientras que el requerimiento de fósforo es menor en comparación con los otros nutrientes. Para producir una tonelada de brócoli, se extrae aproximadamente 12.7 kg de N, 1.5 kg de P y 12.5 kg de K/hectárea (Escobar, 2021). Según Calvache, (2023) si se cuenta con análisis de suelo las recomendaciones de fertilización para el cultivo del brócoli son las que se detalla en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Recomendación de fertilización para el cultivo del Brócoli.

Análisis de suelo	N	P2O5	K2O	S	Mg
	Kg/ha				
Bajo	250	200	200	40	100
Medio	120	120	140	30	70
Alto	100	60	80	20	40

Fuente: (Calvache, 2023).

### 1.19. La cosecha

La cosecha del brócoli se efectúa en el periodo cuando los botones están completamente cerrados, crecen de manera uniforme y tienen un color verde brillante. La cabeza central debe ser compacta y las ramas deben estar bien unidas. El período ideal para la cosecha, en condiciones óptimas de calidad, es de aproximadamente dos días, tras los cuales la calidad comienza a deteriorarse rápidamente. No obstante, el proceso de cosecha puede extenderse por más de cuatro semanas, permitiendo varias recolecciones que incrementan considerablemente el rendimiento total. (Arellano, 2020).

### 1.20. La post cosecha

Después de la cosecha, las cabezas de brócoli deben ser manipuladas con cuidado para mantener su calidad. (Maldonado, Ramirez, Mendez, & Perez, 2017), recomiendan recolectarlas por la mañana para evitar la deshidratación. Es esencial luego mantener las

inflorescencias en un ambiente de alta humedad y baja temperatura para reducir la tasa de respiración y prolongar su vida útil. Se aconseja pre-enfriarlas de inmediato, sumergiéndolas en agua fría o aplicando hielo sobre las canastillas, y almacenarlas a 0°C con una humedad relativa del 90% al 95% para conservar su calidad durante el almacenamiento y el transporte. (Maldonado, Ramirez, Mendez, & Perez, 2017).

### 1.21. Bio estimulante comercial

Se consultó a productores locales y casas agrícolas para seleccionar el bioestimulante comercial más adecuado para la investigación. Tras recibir recomendaciones, se optó por "Evergreen", un bioestimulante de uso foliar ampliamente reconocido en el cultivo de hortalizas. Fabricado en los EE.UU. por AGRIPAC, este producto se describe como un complejo nutricional sistémico. Según las recomendaciones técnicas, se sugiere aplicar 1 litro por hectárea.

Evergreen es una formulación equilibrada y soluble en agua que contiene un complejo de 22 nutrientes esenciales. Gracias a su acción sistémica, estos nutrientes se distribuyen eficientemente a través del sistema vascular de la planta. Evergreen proporciona nitrógeno, fósforo, potasio, micronutrientes, algas, vitaminas y ácidos húmicos. (AGRIPAC , 2024).

**Tabla 9. Composición química del bio estimulante “Evergreen”**

Elemento nutricional	Cantidad (%) peso/volumen
Nitrógeno (N)	7.77 % p/v
Fosforo (P)	9.98 % p/v
Potasio (K)	8.33 % p/v
Manganeso (Mn)	0.01 % p/v
Zinc	0.01 % p/v
Ácidos húmicos	0.59 % p/v
	Hormonas (ppm)
Auxinas	5.20 ppm
Giberelinas	0.36 ppm
Citoquininas	210 ppm

(AGRIPAC , 2024)

Este bioestimulante es altamente versátil y adecuado para diversos tipos de cultivos, como hortalizas, cultivos en línea, extensivos, frutales y nogales. Evergreen funciona como un fertilizante foliar y ofrece un complejo nutricional equilibrado con acción sistémica. Contiene 22 nutrientes esenciales, que incluyen macronutrientes, micronutrientes, vitaminas y extractos de plantas naturales, los cuales son rápidamente absorbidos por los tejidos vegetales. (AGRIPAC , 2024).

Evergreen incorpora ácido húmico de alta calidad, obtenido de leonardita, que actúa como acondicionador del suelo y quelante natural. Este ácido húmico facilita la mezcla de Evergreen con otros productos agrícolas comunes. Sus componentes no solo mejoran el desarrollo de los tejidos tratados, sino que también incrementan la productividad de los cultivos. (AGRIPAC , 2024).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.22. Ubicación y descripción del campo experimental

La investigación se realiza en la cabecera cantonal del Cantón Cañar, situada a 3160 metros sobre el nivel del mar en el noreste de la provincia del Cañar. Esta zona presenta condiciones climáticas específicas con una temperatura media de aproximadamente 11.8 °C. Las coordenadas exactas del sitio son 2° 33' 38.2" S de latitud y 78° 56.364" W de longitud, como se indica en la Figura 1.

El Cantón Cañar se caracteriza por un clima de montaña frío, influenciado por su elevada altitud y cercanía a la línea ecuatorial. Estas condiciones climáticas son adecuadas para cultivos de clima frío como papas, mellocos y brócoli, los cuales requieren temperaturas específicas para su crecimiento óptimo. La altitud elevada del sitio no solo afecta las condiciones climáticas, sino también aspectos como la radiación solar, la humedad relativa y la disponibilidad de agua, todos cruciales para la producción agrícola.

**Figura 1.** Ubicación del sitio de experimentación.



*Fuente: Google maps*

### 1.23. Materiales y equipos

La Tabla 9 muestra los materiales y equipos empleados en esta investigación. Es crucial destacar que todos estos elementos cumplen con normativas y estándares de calidad, garantizando la precisión y confiabilidad de los datos recopilados.

**Tabla 10.** Materiales y equipos usados en la investigación.

	<b>Oficina</b>	<b>Campo</b>	<b>Biológicos</b>
<b>Materiales</b>	Computadora	Motocultor	Plántulas de brócoli
	Impresora	Azadón	Rumen
	Cámara fotográfica	Rastrillo	Biol
	Celular	Bomba de fumigar	
	Calculadora	Balanza	
		Cintas métricas	

Realizado por: José Loja.

#### 1.24. Insumos para elaborar el Biol

En la tabla 10 se detalla los insumos requeridos para la elaboración del Biol que se usó en la presente investigación.

**Tabla 11.** Insumos para la elaboración de biol.

	<b>Insumos del biol.</b>	<b>Concentración (%)</b>
<b>Insumos</b>	Suero de leche	70%
	Polvo de roca	2%
	Contenido ruminal	5%
	Melaza	20%
	Levadura	3%

Realizado por: José Loja.

#### 1.25. Metodología

Para llevar a cabo la investigación y alcanzar los objetivos propuestos, es fundamental seleccionar un enfoque metodológico adecuado. En este caso, se ha optado por una investigación experimental de campo con un enfoque cuantitativo y cualitativo descriptivo, centrado en la elaboración del Biol. El proceso experimental se divide en dos etapas claves:

La primera etapa consiste en la elaboración del Biol a partir del contenido ruminal en el Cantón Cañar, específicamente en la Parroquia Cañar, sector Isa Vieja, seguido del análisis de sus características físico-químicas.

En la segunda etapa, se busca determinar el efecto del Biol y un bioestimulante comercial en el rendimiento del brócoli. Para ello, se llevó a cabo un experimento utilizando un diseño completamente al azar, evaluando concentraciones del Biol al 4%, 8% y 12%, un Bioestimulante y un tratamiento control (sin fuente nutritiva).

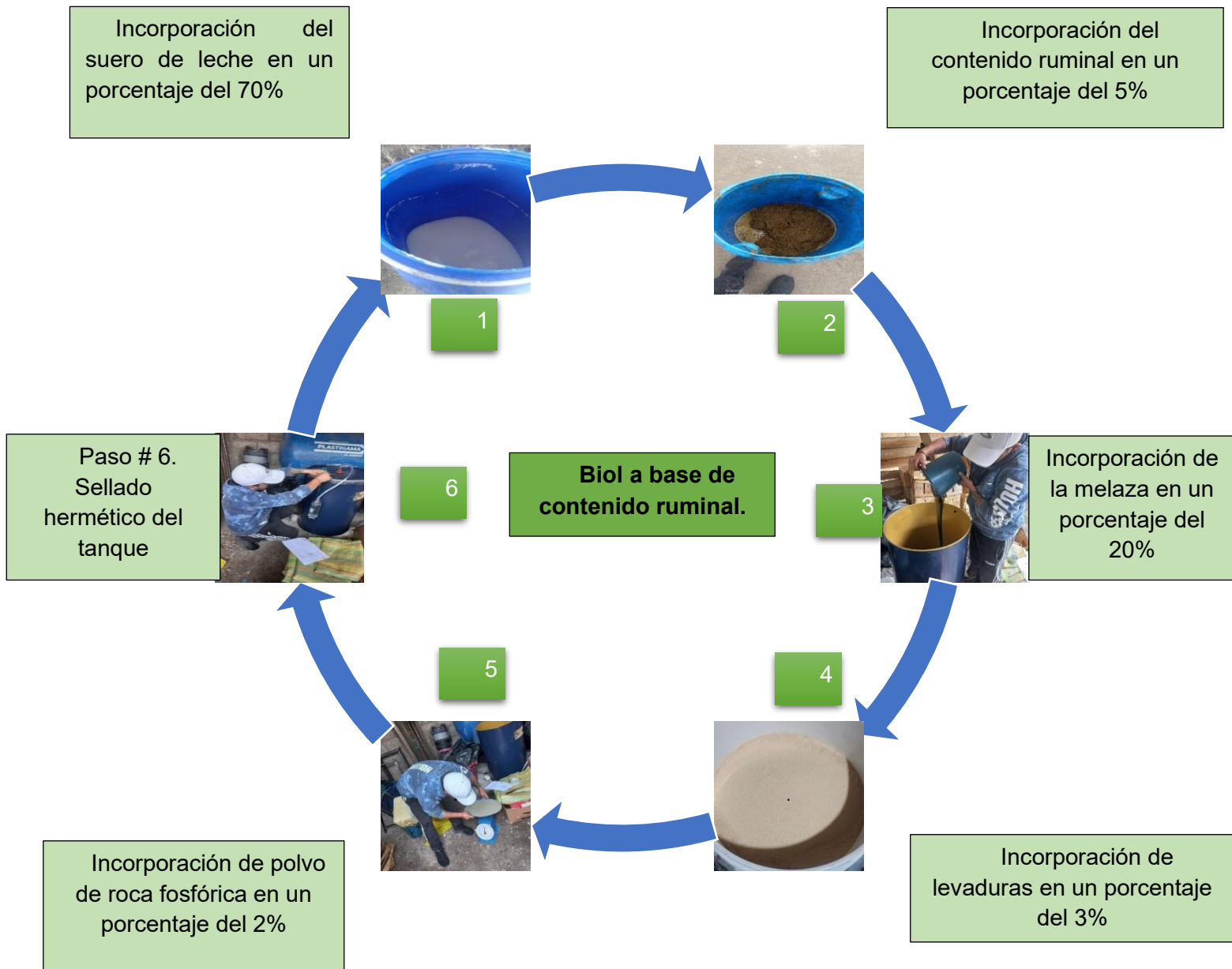
### **1.26. Proceso de elaboración del biol**

Para asegurar la correcta elaboración del biol a base de contenido ruminal, siguiendo las recomendaciones del experto brasileño Restrepo (2007) y del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019), se utilizó un tanque de plástico con capacidad de 200 litros.

En el tanque se mezclaron todos los componentes necesarios en las proporciones especificadas: se comenzó con el suero de leche, utilizando el 70% de la mezcla total, es decir, 140 litros de suero de leche. Luego se añadió el contenido ruminal en un 5%, equivalente a 10 kg. A continuación, se incorporó la melaza en un 20%, lo que equivale a 40 litros. Posteriormente, se añadió el polvo de roca fosfórica en un 2%, es decir, 4 kg, seguido de 6 litros de levadura, que representa un 3% del total.

Una vez agregados todos los ingredientes en las proporciones adecuadas y en el orden establecido, se mezclaron cuidadosamente para asegurar una homogeneidad completa, evitando la formación de grumos o aglomeraciones de ingredientes mal incorporados. Después de completar la mezcla en el tanque de 200 litros, se procedió a sellarlo herméticamente para evitar fugas de aire y garantizar un proceso de fermentación correcto, asegurando así que los insumos reaccionen adecuadamente dentro del tanque (Figura 3).

**Figura 2.** Proceso de elaboración de biol a base de contenido ruminal.



Realizado por: José Loja.

### 1.27. Análisis físico químico del biol

Tras la cosecha del biol, se permitió que reposara para estabilizarse. Luego, se recolectaron muestras en botellas de 500 ml, previamente limpias y esterilizadas, y se enviaron al laboratorio para su análisis físico-químico. En total, se enviaron 4 muestras, cada una en una botella etiquetada con la fecha de elaboración y la fecha de cosecha.

### 1.28. Metodología para evaluar la eficiencia del Biol en el cultivo de Brócoli

La investigación Experimental se desarrolló en la provincia del Cañar, específicamente en la parroquia Cañar, sector de Iza Vieja, con una temperatura promedio de 11.3 °C, fotoperiodo 12 h luz /12 horas oscuridad. Las parcelas destinadas al cultivo del brócoli abarcaron aproximadamente 24 m<sup>2</sup>, con cultivo anterior de hortalizas.

**Figura 3.** Ubicación del sitio de experimentación.



Realizado por: José Loja.

Antes de comenzar el cultivo, se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 20 cm y se enviaron al laboratorio del INIAP, ubicado en la Panamericana Guarumales Méndez, cerca del cantón Gualaceo. Este análisis físico-químico del suelo brindó información esencial sobre los niveles de nutrientes disponibles (Tabla 11).

**Tabla 12.** Resultados del análisis de suelo realizad previo a la siembra.

Ph	ppm			Meq/100 mL			Ppm			Meq/100mL	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Bases			
6.6	20.70M	124.70A	2.15 A	21.70 <sup>a</sup>	7.62A	4.9M	5.5M	14.0B	7.1M	31.47	2.85M	3.54M	13.64M

Fuente: INIAP – Centro experimental Gualaceo

### 1.29. Preparación del terreno

La preparación del suelo en la parcela experimental incluyó labores como arado, remoción del suelo, eliminación de malezas, rastrillado para nivelar la superficie y ajuste del sistema de riego para asegurar un suministro eficiente de agua durante todo el ciclo de cultivo. Además, se diseñaron las camas de siembra según las especificaciones requeridas, incluyendo la distancia entre surcos y plantas (Figura 5).

**Figura 4.** Preparación del suelo mediante labores agrícolas.



Realizado por: José Loja.

### **1.30. Obtención del material Vegetal**

Para asegurar la calidad de las plántulas de brócoli utilizadas en el experimento, se adquirieron en el centro agropecuario "La Yunta", reconocido por su confiabilidad y ubicado en el cantón Cañar, bajo la dirección del señor Wilson Fajardo. La variedad de brócoli seleccionada fue la Italica, ampliamente reconocida y disponible en supermercados por su forma compacta de esfera, resistencia al frío y sabor suave y agradable.

**Figura 5.** Plántulas de brócoli de la casa comercial la yunta” del cantón Cañar.



Realizado por: José Loja.

### **1.31. Siembra del material vegetal**

Durante la siembra, se realizó por la tarde para evitar la exposición directa al sol y se utilizaron estacas para hacer los hoyos necesarios donde se colocarían las plántulas, asegurando su cubierta con tierra sin dañarlas. La distancia entre cada planta fue de 30 cm

entre filas y 30 cm entre hileras. Finalmente, se aplicó riego con aspersores hasta que el suelo este en capacidad de campo, utilizando una bomba de fumigar con capacidad de 20 litros.

**Figura 6.** Siembra de las plántulas de brócoli una vez preparado el terreno.



Realizado por: José Loja.

### **1.32. Labores culturales**

Las labores agrícolas como deshierbe, riego, control fitosanitario se realizaron en fechas específicas como se detalladas en el anexo 1. Este calendario sirvió como guía para asegurar que cada tarea se llevara a cabo en el momento adecuado según las condiciones ambientales y las necesidades del cultivo de brócoli.

### **1.33. Control fitosanitario**

Trascurrido cuatro días después del trasplante se procedió a realizar controles fitosanitarios para asegurar el desarrollo saludable de las plantas. Se aplicó el molusquicida Molux para controlar las babosas. El fungicida Topas para prevenir enfermedades fúngicas. Estas prácticas fueron fundamentales para mantener un ambiente óptimo del cultivo, reduciendo los riesgos asociados con plagas y enfermedades y permitiendo que las plantas de brócoli crecieran de manera saludable, alcanzando su máximo potencial de rendimiento

### **1.34. Desarrollo del experimento**

Para la fase de experimentación, se llevó a cabo el siguiente procedimiento. Transcurrido 7 días después del trasplante se inició con la primera aplicación del Biol a base de contenido ruminal, en diferentes concentraciones del 4, 8 y 12%, además se aplicó un Bioestimulante comercial (EVERGREEN) de la casa comercial "AGRIPAC" que sirvió de control positivo y un control negativo (sin aplicación de fuente nutritiva). Las aplicaciones se realizaron periódicas cada 7 días durante un lapso de 12 semanas. La misma se realizó con una bomba de fumigar de mochila con capacidad de 20 litros, la aplicación fue dirigida al área

foliar, hasta que la planta esté completamente cubierta del fertilizante, el modo de aplicación fue en drench debido a que ayuda a que el fertilizante cubra toda el área que se requiere alcanzar.

### 1.35. Variables Independientes

Tres concentraciones de biol a base de contenido ruminal (4, 8 y 12%).

Bio estimulante comercial (EVERGREEN) de la casa comercial "AGRIPAC". (anexo 12)

### 1.36. Variables dependientes

**Altura de las plantas a las 4, 8 y 12 semanas después del trasplante:** Se registró la altura total alcanzada de 10 plantas escogidas al azar a las 4, 8 y 12 semanas después del trasplante, en cada una de las unidades experimentales. La medición de la planta se llevó a cabo de manera sistemática utilizando una regla graduada, como se muestra en la Figura 19. Este proceso se realizó semanalmente para registrar el crecimiento y desarrollo de las plantas de brócoli a lo largo del ciclo de cultivo (Figura 8).

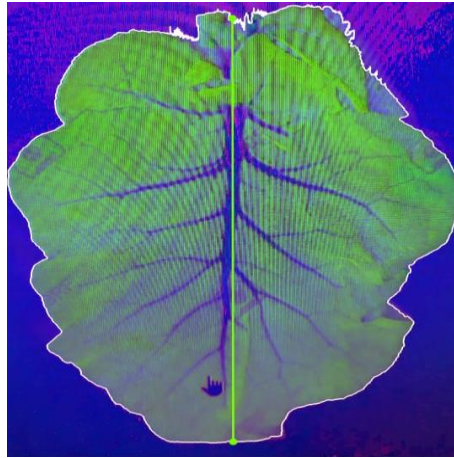
**Figura 7.** Medición del largo de la planta de brócoli, tomando como punto de partida la base del tallo que esta sobre la superficie del suelo y como punto final el ápice de la hoja más alta.



Realizado por: José Loja.

**Área foliar a las 12 semanas después del trasplante:** Para evaluar esta variable de respuesta se tomaron dos hojas maduras en perfectas condiciones morfológicas por planta de una muestra de 3 plantas por tratamiento. Cada hoja de brócoli se escaneo usando un escan gratuito (camScanner), y se calculó geoméricamente el área foliar con ayuda de un software gratuito LeafArea. Se trabajó con muestras destructivas (Figura 9)

**Figura 8.** Cálculo del área foliar de plantas de brócoli al momento que la pella alcanzó su madurez comercial, con ayuda de software gratuito LeafArea y aplicación de uso libre que realizan el cálculo del área foliar mediante el análisis geométrico de la hoja.



Realizado por: José Loja.

**Peso fresco de la pella:** se registró el peso de la pella o cabeza una vez este haya alcanzado su madurez comercial, inmediatamente después de la cosecha para evitar pérdida por deshidratación, como se muestra en la Figura 10

**Figura 9.** Pesaje de la pella en campo una vez cosechada y retirada las hojas y parte del tallo, tratando de mantener solo la parte comercial en lo que se refiere al producto de consumo del cultivo de brócoli.



Realizado por: José Loja.

### 1.37. Tratamientos

Los tratamientos en este estudio se centraron en la aplicación de diferentes concentraciones de biol a base de contenido ruminal, a continuación, se describe cada uno de los tratamientos (Tabla 12):

**Tabla 13.** Materia prima para la elaboración de biol.

tratamientos	descripción
tratamiento 1 (t1)	Bio estimulante comercial
tratamiento 2 (t2)	4% (0.8 litros de biol)
tratamiento 3 (t3)	8% (1.6 litros de biol)
tratamiento 4 (t4)	12% (2.4 litros de biol)
tratamiento 0 (t0)	sin fertilización

Realizado por: José Loja.

### 1.38. Diseño experimental

Los tratamientos se asignaron según un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones experimentales para minimizar variaciones y garantizar la robustez estadística de los resultados obtenidos. El tratamiento 0 (T0) se estableció como control, sin aplicación de ningún abono orgánico, mientras que el tratamiento T1 consistió en un Bioestimulante comercial. Los tratamientos T2, T3 y T4 consistieron en biol ruminal en concentraciones del 8%, 4% y 12%, respectivamente. Cada unidad experimental consistió en una cama de 80 cm de ancho por 2 metros de largo, con 21 plantas de brócoli sembradas a una distancia de 30 cm entre hileras y plantas. En total, se emplearon 315 plantas de brócoli (21 plantas por cama x 15 unidades experimentales). La distribución y disposición de los tratamientos se detallan en la Tabla 13, que orientó la ejecución y recolección de datos a lo largo del estudio.

**Tabla 14.** Diseño de los tratamientos y repeticiones.

Repetición 1	T0	T1	T2	T4	T3
Repetición 2	T3	T4	T2	T1	T0
Repetición 3	T2	T3	T4	T0	T1

Realizado por: José Loja

### 1.39. Análisis estadístico

Todos los datos fueron analizados con el software estadístico R, V. 4.1.3 (R Core Team, 2022). Se trabajó con un modelo completamente al azar (DCA), las diferencias entre los tratamientos se evaluaron con un nivel de significación de 0,05. Normalidad y homogeneidad se comprobaron con las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Las comparaciones por pares se realizaron mediante la prueba HSD Tukey.

## RESULTADOS

### 1.40. Análisis físico químico del biol a base de contenido ruminal

El análisis evidenció las determinaciones físico químico, tales como: pH, conductividad eléctrica (C.E), principales macro y micronutrientes para las plantas, entre otros parámetros (Tabla14). El Biol elaborado presentó mayor cantidad de Nitratos (NO<sub>3</sub>) 83.42 ppm que Amonio (NH<sub>4</sub>) 46.19 ppm, aportando un total de 129.61 ppm de Nitrógeno (N). Además, presentó niveles altos de Potasio (K) 2337.39 mg/L, Fosforo (P) 91.5 mg/L, Calcio (Ca) 790.4 mg/L, Magnesio (Mg) 285 mg/L y Azufre (SO<sub>4</sub>) 1125.20 mg/L. Niveles altos de micronutrientes como: Hierro (Fe) 60 mg/L, Manganeso (Mn) 1.05 mg/L y Sodio (Na) 32.5. Nivel medio de Boro (B) 2.59 mg/L y Niveles bajos de Zinc (Zn) 1.05 y Cobre (Co) 0.07 mg/L.

**Tabla 15.** Resultados de análisis físico químico del biol a base de contenido ruminal elaborado para el cultivo del brócoli.

pH 4.2 Ac	NH <sub>4</sub> ppm	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	K ppm	Ca ppm
	46.19	83.42	91.50	1.05	0.07	60.0	1.05	2.59	2337.39	790.4
Mg ppm	Na ppm			C.E. mmho	SO <sub>4</sub> ppm				RAS	
285	747.5			10.89	32.5				5.77	

Fuente: Agrobiolab-grupo clínica agrícola

Nota: ppm=mg/L

E=exceso; A= alto; M= medio; B=bajo.

### 1.41. Variable de respuesta altura de la planta del brócoli

#### 1.41.1. Altura de la planta a las 4 semanas después del trasplante (SDT)

Los datos de la variable de respuesta altura de la planta a las 4 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad (normalidad  $p= 0.2624$  y homogeneidad de varianza  $p= 0.05$ ).

El análisis de varianza (ANOVA) (Anexo 2) demostró que al menos uno de los grupos de tratamiento difiere significativamente de los demás ( $p=0.00113$ ). Según la prueba de comparación múltiple de Tukey. los tratamientos T1, T2, T3 y T4 no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí para la variable de respuesta altura de planta a las 4 SDT. Las medias registradas para estos tratamientos fueron de 11.13, 11.25, 11.48 y 11.30 cm,

respectivamente. Sin embargo, estos tratamientos sí diferenciaron significativamente del tratamiento control (T0), que evidenció la menor altura con una media de 10.49 cm (Tabla 15).

#### 1.41.2. Altura de la planta a las 8 SDT

Los datos de la variable de respuesta altura de la planta a las 8 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad ( $p= 0.3$ ) y homogeneidad de varianza ( $p= 0.3$ ). El ANOVA (Anexo 3) muestra que no se puede afirmar con baja probabilidad de error que al menos una de las medias de los tratamientos difiere estadísticamente de las demás ( $p=0.36$ ). Registrando alturas de 14.38 cm con el T0, 15.22 cm con el T1, 15.05 cm con el T2, 15.20 cm con el T3 y 15.09 cm con el T4, no registrando diferencia estadística significativa entre si (Tabla 15).

#### 1.41.3. Altura de la planta a las 12 SDT

Los datos de la variable de respuesta altura de la planta a las 12 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad ( $p= 0.2$ ) y homogeneidad de varianza ( $p= 0.6$ ). El ANOVA realizado, cuyos resultados se encuentran detallados en el Anexo 4, demostró de manera concluyente que al menos uno de los grupos de tratamiento presenta diferencias significativas en comparación con los demás grupos evaluados ( $p= 0.0011$ ).

Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí, para la variable de respuesta Altura de las plantas de brócoli a las 12 SDT, registrando medias de 19.23, 19.07, 19.33 y 19.07 cm respectivamente. Sin embargo, estos tratamientos se diferencian claramente del tratamiento control (T0), que evidenció la menor altura con una media de 17.50 cm (Tabla15).

**Tabla 16.** Altura de las plantas de brócoli a las 4, 8 y 12 semanas después del trasplante, en respuesta a la aplicación de tres concentraciones de Biol ruminal y un Bioestimulante.

Tratamientos	Altura cm- 4 SDT	Altura cm- 8 SDT	Altura cm – 12 SDT
Tratamiento 1	11.13 <b>a</b>	15,22 <b>a</b>	19,23 <b>a</b>
Tratamiento 2	11,25 <b>a</b>	15,05 <b>a</b>	19,07 <b>a</b>
Tratamiento 3	11,48 <b>a</b>	15,20 <b>a</b>	19,33 <b>a</b>
Tratamiento 4	11,30 <b>a</b>	15,09 <b>a</b>	19,07 <b>a</b>
Tratamiento 0 (control)	10,49 <b>b</b>	14,38 <b>a</b>	17,50 <b>b</b>

Realizado por José Loja.

## **1.42. Peso fresco de la pella**

### **1.42.1. Peso fresco de la pella a las 8 SDT**

Los datos de la variable de respuesta a peso de la pella a las 8 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad (normalidad  $p= 0.49$  y homogeneidad de varianza  $p= 0.43$ ). El análisis de varianza (ANOVA) (Anexo 8) demostró que al menos uno de los grupos de tratamiento difiere significativamente de los demás ( $p=0.00012$ ).

La prueba de comparación múltiple de Tukey evidenció la existencia de tres grupos distintos de medias. El primer grupo, que presentó las mayores medias de peso fresco de la pella de brócoli, incluyó al tratamiento T3, con 706.62 g, seguido del tratamiento T4, con 680.36 g, sin diferencias significativas entre ellos, pero difiriendo estadísticamente de los demás grupos. El segundo grupo comprendió los tratamientos T4 y T2, con medias de 680.36 g y 642.73 g, respectivamente, sin diferencias estadísticas significativas entre estas medias, pero diferenciándose del primer y tercer grupo. El tercer grupo estuvo conformado por los tratamientos T2, T1 y T0, con medias de 642.73 g, 637.90 g y 614.75 g, consecutivamente, representando los menores pesos frescos de la pella de brócoli (Tabla 16).

### **1.42.2. Peso fresco de la pella a las 12 SDT**

Los datos de la variable de respuesta a peso de la pella a las 12 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad (normalidad  $p= 0.18$  y homogeneidad de varianza  $p= 0.063$ ). El análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se encuentran detallados en el Anexo 6, demostró de manera concluyente que al menos uno de los grupos de tratamiento presenta diferencias significativas en comparación con los demás grupos evaluados ( $p= 6.33e-08$ ).

El mayor peso fresco de la pella de brócoli se consiguió con el T3, con una media de 783.54 g. Seguido del tratamiento T4, que logró una media de 757.28 g. Es importante señalar que, aunque ambos tratamientos T3 y T4 no exhibieron altos valores de peso fresco, presentando diferencias estadísticas significativas entre sí, indicando que el tratamiento T3 superó al T4 en términos de rendimiento. En una posición intermedia se encuentran los tratamientos T2 y T1, que mostraron medias de 719.65 g y 714.82 g, consecutivamente, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre sí. Finalmente, el tratamiento con el menor peso fresco de la pella fue el T0, que registró una media de 691.67 g (Tabla 16).

**Tabla 17.** Peso fresco de la pella de la planta de brócoli a las 8 y 12 semanas después del trasplante (SDT).

Tratamientos	Peso fresco de la pella a los 8 SDT (g)	Peso fresco de la pella a los 12 SDT (g)
Tratamiento 1	637.90 <b>c</b>	714.82 <b>c</b>
Tratamiento 2	642.73 <b>bc</b>	719.65 <b>c</b>
Tratamiento 3	706.62 <b>a</b>	783.54 <b>a</b>
Tratamiento 4	680.36 <b>ab</b>	757.28 <b>b</b>
Tratamiento 0 (control)	614.75 <b>c</b>	691.67 <b>d</b>

Realizado por José Loja.

### 1.43. Área foliar

#### 1.43.1. Área foliar de la planta a las 12 SDT

Los datos de la variable de respuesta área foliar a las 12 SDT no presentaron desviaciones severas de los supuestos de normalidad ( $p= 0.93$ ) y homogeneidad de varianza ( $p= 0.75$ ). El análisis de varianza (ANOVA) (Anexo 7) demostró que al menos uno de los grupos de tratamiento difiere significativamente de los demás ( $p=0.00259$ ).

Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 no mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí, para la variable Área foliar, registrando medias de 265.10 mm<sup>2</sup>, 267.71 mm<sup>2</sup>, 276.72 mm<sup>2</sup>, 263.11 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, estos tratamientos se diferencian claramente del tratamiento control (T0), que evidenció el menor Área foliar con una media de 244.19 mm<sup>2</sup> (Tabla17).

**Tabla 18.** Área foliar de las hojas de la planta de brócoli a las 12 semanas.

---

Tratamientos	Área folia 12 SDT (mm <sup>2</sup> )
Tratamiento 1	265.10 <b>a</b>
Tratamiento 2	267.71 <b>a</b>
Tratamiento 3	276.72 <b>a</b>
Tratamiento 4	263.11 <b>a</b>
Tratamiento 0 (control)	244.19 <b>b</b>

---

Realizado por: José Loja

## DISCUSIÓN

El presente estudio sobre la aplicación de biol derivado del contenido ruminal en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) ha mostrado resultados prometedores, que justifican su comparación con investigaciones similares en el ámbito de los biofertilizantes, fertilizantes orgánicos y químicos, así como en la agricultura sostenible.

### 1.44. Biol a base de contenido ruminal

Los resultados de los análisis físico químicos de nuestro biol a base de contenido ruminal, concuerdan con lo reportado por Pérez et al., (2018) quienes elaboraron fertilizantes orgánicos (Bioles) a partir de estiércoles vacuno, cunícola y ovino en diferentes concentraciones y reportan que los bioles producidos a partir de estiércol Ovino al 100% presenta altos niveles de macronutrientes como N-P-K, comparables a los reportados en esta investigación. De igual manera, lo investigado por Salazar (2019) indica que los resultados de los análisis químicos del biol elaborado a partir de contenido ruminal del camal frío de Riobamba, este biol muestra un pH ligeramente ácido y niveles moderadamente altos de nitrógeno y potasio en comparación con el promedio de otros bioles, cuyos resultados están documentados en sus fichas técnicas y reportados en su investigación

Esto sugiere que, para una correcta elaboración del biol, es crucial controlar una serie de parámetros y llevar a cabo un proceso que se debe documentar y mejorar continuamente. Solo así se podrán alcanzar resultados estandarizados, comparando estos resultados con los de bioles registrados y con un uso comprobado en campo para replicar su eficiencia.

### 1.45. Eficacia del biol en la altura de las plantas

Nuestros resultados indican que las tres concentraciones de biol (4, 8, 12%) y el Bioestimulante incrementaron la altura de planta de brócoli en comparación con el tratamiento control (sin fuente nutritiva). Estos hallazgos son consistentes con los de Márquez y otro (2014), quienes observaron un incremento significativo en la altura y el diámetro del tallo en plantas de tomate variedad saladette (tomate Cherry) tratadas con biofertilizantes a base de estiércol bovino. Por otro lado, estos mismos autores indican que, a concentraciones altas de biol bovino mejoraron los resultados obtenidos, resultados que no concuerdan con los nuestros ya que concentraciones de 8 y 12% de biol se comporta igual que la concentración del 4%. Lo que sugiere que la eficacia puede variar según el tipo de cultivo y la composición específica del biofertilizante.

De manera similar, el estudio de Siura et al., (2009), titulado “Efecto del biol y la rotación con abono verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de espinaca (*Spinacia oleracea*) bajo cultivo orgánico”, indica que la aplicación de biol en concentraciones elevadas resultó en aumentos en la altura de las plantas en comparación con el testigo. No obstante, es importante destacar que los altos niveles de concentración de bioles orgánicos en aplicaciones foliares no garantizan necesariamente mejoras en la altura, peso o rendimiento de las plantas, lo que sugiere que la eficacia del biol puede ser variable y dependiente de múltiples factores (Blanco & Arragan, 2020).

#### **1.46. Impacto en el área foliar**

En esta investigación las diferentes concentraciones de biol a base de contenido ruminal y el Bioestimulante incremento el área foliar de las plantas de brócoli en comparación con el tratamiento control. Estos resultados, concuerdan con en el estudio de (Hernandez , Gutierrez, Serrato , Gonzales , & Garcia , 2022), quienes reportaron un incremento significativo en el área foliar de plantas de lechuga tratadas con biofertilizantes. Este hallazgo se alinea con el estudio de Acosta et al., (2013), quienes indican que los fertilizantes orgánicos mejoraron significativamente la eficiencia en el uso de nitrógeno frente a los fertilizantes químicos, en cultivo de maíz. Condición que permitiría un mayor crecimiento y desarrollo de los vegetales como resultado de una mayor área foliar.

Rosales, (2014) apoya aún más nuestros resultados con su investigación “Aplicación de compost y biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Legacy)”, quien consigue mayor área foliar con la aplicación de biol al 10% en comparación con el tratamiento control (sin fuente nutritiva), concomitante a los resultados obtenidos en esta investigación. De igual manera, Coronado, (2015) muestra que la aplicación de dos Bio estimulantes orgánicos en diferentes concentraciones no incidieron estadísticamente entre sí para la variable área foliar. Por su parte Noé (2020), en su investigación indica que la aplicación de un bio estimulante orgánico incremento el área foliar de las plantas con respecto al control. Esta variabilidad en los resultados puede deberse a la existencia y disponibilidad de nutrientes en el sustrato, si el suelo tiene alta cantidad de nutrientes disponibles la aplicación exógena de fertilizantes no incrementa significativa la producción, en cambio sí se trabaja con suelos pobres, la aplicación del biol o cualquier fuente nutritiva incrementara significativamente el rendimiento.

### **1.47. Peso fresco de la pella**

Nuestros resultados revelan que el mayor peso promedio de la pella se consiguió con el T3, un hallazgo consistente con el estudio de Armijo et al., (2023), quienes reportaron un incremento significativo en el rendimiento de cultivos de maíz tratados con biofertilizantes a base de residuos agrícolas. Estos estudios sugieren que los biofertilizantes pueden mejorar la productividad de los cultivos, aunque los mecanismos específicos pueden variar según el tipo de cultivo y la composición del biofertilizante. Además, Rodríguez y Haro (2014) sugiere que los bioles pueden ser una alternativa válida y ecológica para nutrir los cultivos durante su ciclo de producción.

En nuestro estudio, el tratamiento con biol (especialmente T3) mostró resultados superiores en varios parámetros en comparación con el fertilizante químico comercial (T1). Esto coincide con los hallazgos de Olivares et al., (2012) quienes, al comparar biofertilizantes con fertilizantes químicos en cultivos de tomate, concluyeron que los biofertilizantes pueden ser una alternativa viable y más sostenible frente a los fertilizantes químicos convencionales. Además, el uso de Biofertilizantes incrementa la actividad microbiana del suelo y por ende las plantas son más resistentes a enfermedades (Echeverry , Garnica, Garcia, & Ceron , 2020). Ambos estudios resaltan el potencial de los biofertilizantes para mejorar no solo el rendimiento de los cultivos, sino también la salud general del agroecosistema.

Aunque nuestra investigación se centró en un ciclo de cultivo, es crucial considerar los efectos a largo plazo de los fertilizantes orgánicos frente a los químicos. En este contexto, el trabajo de Domingo et al., (2016), sobre el uso continuo de compost en cultivos de hortalizas demostró una mejora sostenida en la fertilidad del suelo y la actividad microbiana a lo largo de varios años. Esto sugiere que los beneficios del uso de fertilizantes orgánicos, como el biol, podrían acumularse con el tiempo, ofreciendo ventajas adicionales a largo plazo.

## CONCLUSION

Basado en los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que:

El biol derivado de contenido ruminal destaca por su alta concentración de macronutrientes esenciales y secundarios, como: Nitrógeno (129.5 ppm), Fósforo (91.5 ppm), Potasio (2,337.51 ppm), Calcio (790.4 ppm), Magnesio (285 ppm) y Azufre (18,000 ppm), entre otros micronutrientes. Esto sugiere que es una fuente rica en nutrientes, con un gran potencial para ser utilizado como una alternativa sostenible a los fertilizantes convencionales. Sin embargo, su efectividad puede variar según las necesidades nutricionales específicas de los cultivos y la composición del biol

La mejor concentración de biol para incrementar el peso fresco de la pella fue el tratamiento 3 (T3). Este hallazgo subraya la importancia de conocer la dosificación idónea del biol, de manera que permita incrementar el peso de la pella del brócoli, sin que exista un desperdicio de recursos.

Las concentraciones de biol 4, 8 y 12% y el Bioestimulante que contenía N 7.77%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 9,98% y K<sub>2</sub>O 8.33%, no difirieron estadísticamente entre sí para las variables altura y área foliar. Esto sugiere que el biol elaborado contiene un nivel nutricional comparable con el Bioestimulante comercial.

La aplicación del Biol en las tres concentraciones incrementaron significativamente la altura de las plantas, área foliar y peso fresco de la pella en comparación con el tratamiento control (sin suministro nutricional). Estos resultados pueden deberse a que los nutrientes (P, K, Ca, Mg) presentes en el suelo y reportado en el análisis del mismo, no pudieran estar disponibles para ser absorbidos por la planta de brócoli, ya que dicho análisis reportó: N, 40 kg/ha; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 567.92 kg/ha y K<sub>2</sub>O, 2017.56 kg/ha. Necesitando solo una fuente de N para cubrir con el requerimiento nutricional del brócoli.

Estos resultados permiten inferir que el N es un macronutriente que mayor demanda el cultivo del brócoli. En vista de estos resultados, se recomienda incorporar el biol a base de contenido ruminal en una concentración del 8%, en el cultivo de brócoli. Pequeños como grandes productores pueden beneficiarse de esta opción eficaz y respetuosa con el medio ambiente en comparación con los métodos tradicionales.

## RECOMENDACIONES

Basado en los resultados de este estudio, se recomienda encarecidamente a los agricultores de brócoli considerar la implementación del biol ruminal como una alternativa eficaz a los fertilizantes químicos convencionales. Este biol, cuando se utiliza en las concentraciones adecuadas, ha demostrado ser especialmente efectivo para promover el crecimiento de las plantas, aumentar el área foliar y mejorar el rendimiento. Para aquellos que actualmente usan fertilizantes químicos, se sugiere realizar una transición gradual al biol, permitiendo que tanto el suelo como los cultivos se adapten progresivamente a los nuevos insumos. Además, es crucial optimizar la formulación del biol ajustando las proporciones de contenido ruminal y otros componentes orgánicos, con el fin de maximizar su eficacia en diversos tipos de suelos y condiciones climáticas.

Para comprender plenamente los beneficios a largo plazo del biol, se recomienda realizar estudios extensivos que evalúen su impacto continuo en la fertilidad del suelo, la biodiversidad microbiana y la resistencia de los cultivos a enfermedades. También es crucial llevar a cabo un análisis económico detallado que compare los costos y beneficios del biol frente a los fertilizantes químicos, considerando la mejora en la salud del suelo y la posible reducción en el uso de pesticidas. Estos estudios proporcionarán una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre la adopción de prácticas agrícolas sostenibles.

La implementación exitosa de estas prácticas requiere un enfoque integral, incluyendo la capacitación de los agricultores. Se recomienda desarrollar programas de formación sobre la producción y aplicación adecuada del biol, así como sobre los beneficios generales de la agricultura orgánica. Además, es importante extender la investigación a otros cultivos para evaluar la eficacia del biol en diferentes especies vegetales y sistemas de cultivo, ampliando así su aplicabilidad en el sector agrícola.

Otro aspecto crucial es el monitoreo de la calidad nutricional de los cultivos tratados con biol. Se sugiere realizar estudios comparativos entre cultivos tratados con biol y aquellos tratados con fertilizantes químicos para evaluar las diferencias en el valor nutricional de los productos finales. Esta investigación no solo validará la eficacia del biol, sino que también podría revelar beneficios adicionales para la salud del consumidor.

Finalmente, para facilitar la adopción generalizada de estas prácticas sostenibles, es recomendable fomentar la colaboración entre instituciones de investigación, universidades y agricultores. Esta cooperación promoverá la innovación y la difusión efectiva de conocimientos

sobre el uso de biofertilizantes. Además, se debería recomendar a las autoridades pertinentes el desarrollo de políticas que incentiven el uso de fertilizantes orgánicos como el biol, tales como subsidios, programas de educación y regulaciones que favorezcan las prácticas agrícolas sostenibles, contribuyendo así a un futuro agrícola más ecológico y productivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D., & Buitrago, L. (2008). *Evaluación del contenido ruminal como suplemento alimenticio para el consumo de ganado bovino ensilándolo*. Universidad EAFIT, Departamento de ingeniería de procesos, Medellín. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/47237282.pdf>
- Acosta, J., Hurtado, A., Arango, O., Alvarez, D., & Salazar, C. (2013). Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz. *Revista Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612013000100012&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612013000100012&lng=en&tlng=es).
- AGRIPAC. (2024). *AGRIPAC*. Obtenido de <https://agripac.com.ec/>
- Agüero, R., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52 - 59. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=es).
- Alaba, L. (2013). *Gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, ciencias agrarias, Cajamarca-Peru. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/362>
- Alejandro, R. H. (2021). Factores detrás del aumento de precios en el sector agrícola a inicios del siglo XXI: rentas, salarios, petróleo y productividad. *Redalyc*, 1-18. doi:<https://doi.org/10.13043/DYS.88.5>
- Arellano, J. (2020). *Evaluación del desarrollo morfológico de diferentes variedades de brocoli (brassica oleraceae var italica) bajo un sistema hidropónico TNF*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARELLANO%20KUHNN%20JOSUE%20OCTAVIO%20.pdf>
- Arévalo, G., & Castellano, M. (2009). *Manual Fertilizantes y Enmiendas*. (A. Pitty, Ed.) El Zamorano : Escuela agrícola Panamericana, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Obtenido de [https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo\\_6\\_Manual\\_Fertilizantes\\_y\\_Enmiendas..pdf](https://www.se.gob.hn/media/files/media/Modulo_6_Manual_Fertilizantes_y_Enmiendas..pdf)
- Armijo, E., & Umijinga, E. (2023). *“Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (zea mays) en el cantón La Maná”*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10105>
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes (AFEA). (28 de abril de 2012). *Abono orgánico*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/abono-organico>
- Barragan, J. (2018). Diseño de un proceso de compostaje a partir del contenido ruminal de bovinos en el Camal Municipal de Riobamba. En J. Barragan, *Barragan, Jenny* (págs.

- 22-23). Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10453>
- Blanco, A., & Arragan, F. (2020). Concentraciones de Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) en el cultivo. *Revista Scielo*. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182020000200009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182020000200009&lng=es&tlng=es).
- Bruno, M., Grenoville, S., & Cittadini, E. (2020). Conceptos y estrategias de gestión de los residuos sólidos orgánicos en los mercados frutihortícolas: Evolución y estado actual en el mundo, en Argentina y en el Área Metropolitana de Buenos Aires. *Horticultura Argentina*, 34-37. Obtenido de <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/conceptos-y-estrategias-de-gestio>
- Calvache, A. (2023). Recomendaciones de Fertilización para los principales cultivos de la sierra Ecuatoriana. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. doi:DOI:10.13140/RG.2.2.28609.53607
- Campos, T. (2023). Procedimientos regulatorios para el manejo de insumos agrícolas en producción orgánica. En T. Campos, *Procedimientos regulatorios para el manejo de insumos agrícolas en producción orgánica* (págs. 3-8). Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5690>
- Carreño, F., Vásque, A., & Vásquez, G. (2019). Problemas sociales y ambientales por el uso de agroquímicos en Tenancingo, México. *Tlatemoani: revista académica de investigación*, 10(31), 1-25. doi:ISSN-e 1989-9300
- Castells, X. E. (2012). Clasificación y gestión de residuos. En X. E. Castells, *Clasificación y gestión de residuos* (Díaz de Santos ed., págs. 50-55). Madrid: Díaz de Santos. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=enlftUKzxx8C&oi=fnd&pg=PA43&dq=Castells.+2012&ots=oJjQU1VK8t&sig=tZ2A1HEjzjzPAYLuF6XCxaRIGfs#v=onepage&q=Castells.%202012&f=false>
- Castillo, R. (2012). Ensayo crítico sobre educación ambiental. *Dialogos Educativos*. Obtenido de <file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/Dialnet-EnsayoCriticoSobreEducacionAmbiental-4156233.pdf>
- Chaves-Bedoya, G., Ortíz-Moreno, M. L., & Ortiz-Rojas, L. Y. (2013). Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo. *Acta Agronómica*, 60(1), pp. 66-72. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169929770011>
- Cilloniz, M., & Guardia, X. (2014). Comparación entre la huella de carbono generada durante el ciclo de vida de la bosta y del GLP como combustibles en cocinas de viviendas rurales del centro poblado Puncuni, en Puno. En M. Cilloniz, & X. Guardia,

- Comparación entre la huella de carbono generada durante el ciclo de vida de la bosta y del GLP como combustibles en cocinas de viviendas rurales del centro poblado Puncuni, en Puno* (págs. 43-45). Obtenido de <file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/T01-C54-T.pdf>
- Comisión para la Cooperación Ambiental CCA. (2017). *Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte informe sintético*. Comisión para la Cooperación Ambiental CCA. Obtenido de <http://www.cec.org/files/documents/publications/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- Coronado , J. (2015). "EFECTO DE OCHO COMBINACIONES DE DOS BIOESTIMULANTES ORGANICOS FOLIARES CON CUATRO DOSIS EN EL CULTIVO DE BROCOLI". Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/250076722.pdf>
- Domingo, S., Fortiz , M., Esparza, J., Rodriguez, J., De la cruz , E., Sanchez , E., & Preciado , P. (2016). EMPLEO DE VERMICOMPOST EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE MELÓN. *Revista Interciencia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33944256011>
- Echeverry , L., Garnica, A., Garcia, D., & Ceron , M. (2020). Estrategias de Agricultura Sostenible en Cultivos. *Revista Agrosavia*. Obtenido de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38035/Ver\\_Documento\\_38035.pdf?sequence=1](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/38035/Ver_Documento_38035.pdf?sequence=1)
- Escobar , E. (2021). Evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de brocoli. en e. Escobar, *evaluación de la extracción de n, p y k en el cultivo de brocoli* (págs. 22-28). AMBATO. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32744/1/004%20Nutricion%20Vegetal%20Escobar%20Edgar%20Hern%c3%a1n.pdf>
- Felix , J., Sañudo , R., Rojo , G., Ruiz , R., & Portugal , V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*. Obtenido de [https://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%204%20Abonos.pdf](https://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%204%20Abonos.pdf)
- Flores, E., Flores, j., & Torres, J. (2020). Recuperación de suelos salinos con la incorporación de sulfato de calcio hemidrato. *Revista de ingeniería Civil*. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Civil/vol4num12/Revista\\_de\\_Ingenieria\\_Civil\\_V4\\_N12.pdf#page=9](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol4num12/Revista_de_Ingenieria_Civil_V4_N12.pdf#page=9)
- Gabriel, j., Crespo , M., & Danial, D. (2013). curso sobre producción de. *Repositorio Institucional PROINPA*. Obtenido de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37920226/CURSO\\_SOBRE\\_PRODUCION\\_D\\_E\\_HORTALIZAS-libre.pdf?1434461038=&response-content-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37920226/CURSO_SOBRE_PRODUCION_D_E_HORTALIZAS-libre.pdf?1434461038=&response-content-)

- disposition=inline%3B+filename%3DCURSO\_SOBRE\_PRODUCION\_DE\_HORTALIZAS\_DE.pdf&Expires=1722573520&Signature=b1BmW8PXIN7vqJwLvvyD1MhuRM
- Gonzales , A., & Zuñiga , T. (2013). Evaluación de las limitantes al desarrollo. En A. Gonzales, & T. Zuñiga, *Evaluación de las limitantes al desarrollo*. Obtenido de [https://hortinnovlab.sf.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension\\_material\\_files/horticultura\\_centro\\_america.pdf](https://hortinnovlab.sf.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/horticultura_centro_america.pdf)
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. *Asesoría Técnica Parlamentaria*. Obtenido de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias\\_ambientales\\_de\\_la\\_aplicacion\\_de\\_fertilizantes.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf)
- Guzman, G., & Alonso, A. (2007). La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. *Revista ecosistemas*. Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/135>
- Hernandez , J., Gutierrez, F., Serrato , R., Gonzales , A., & Garcia , E. (2022). Manejo nutricional integrado: herramienta clave para la agricultura sostenible. *Revista Scielo*. doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v12i5.2290>
- Jaramillo , G., & Zapata, L. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. En G. Jaramillo, & L. Zapata, *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia* (págs. 25-33). Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10495/45>
- Jiménez, J. (2012). *Elaboración de abono orgánico líquido fermentado (biol), a partir de vísceras de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss), de los criaderos piscícolas de la parroquia de Tufiño*. UPEC. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/15/1/057%20ELABORACI%20DE%20ABONO%20ORG%20L%20NIC%20L%20QUIDO%20FERMENTADO%20BIOL%20A%20PARTIR%20DE%20VICERAS%20DE%20TRUCHA%20ARCO%20IRIS%20ONCORHYNCHUS%20MYKIIS%20DE%20LOS%20>
- Jiménez, L., Fonseca, M., García, A., Infante, S., & Vázquez, J. (2019). Efecto de diferentes concentraciones de Ácido Indolacético (AIA) en el enraizamiento in vitro de *Dahlia* sp. *Cultivos Tropicales*, 40(1).
- Maldonado , J., Ramirez, J., Mendez, J., & Perez , N. (2017). El sistema de producción del brócoli desde la perspectiva del campo social de Pierre Bourdieu. *Revista Scielo*. doi:<https://doi.org/10.24836/es.v27i5.487>
- Marquez , C., Lopez, S., Sanchez, E., Garcia, L., De la cruz , E., & Reyes, J. (2014). Efecto del té de vermicompost sobre el rendimiento y la actividad de la enzima nitrato

- reductasa en tomate saladette. *Revista Scielo*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-95162014005000018>
- Noé, M. (2020). Fertilización foliar con extractos de algas marinas. en m. noé, *fertilización foliar con extractos de algas marinas* (págs. 40-43). Lima. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4340/noe-soria-maria-jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Noellemeyer, E., Quiroga, A., Fernandez , R., Frasier, L., Alvarez , C., Alvarez , L., . . . Gomes, F. (2021). Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo. En A. Quiroga, R. Fernandez, L. Frasier, & C. Alvarez, *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo*. Cátedra de Edafología y Manejo de Suelos, Universidad Nacional de La Pampa. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/10338>
- Núñez, K. S., & Lino, M. J. (2024). Gestión de residuos sólidos en el camal de Jipijapa. *MQR Investigar* . doi:<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.2.2024.2991-3006>
- Ñacato, C., & Valencia , M. (2016). Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autoctonas de *basillius subtilis* como agente de biocontrol de *alternaria sppen bracica oleracea* var. *italica*. En C. Ñacato, & M. Valencia, *Aislamiento, identificación y pruebas in vitro de cepas autoctonas de basillius subtilis como agente de biocontrol de alternaria sppen bracica oleracea var. italica* (pág. 4). Quito. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12144/1/UPS-QT09671.pdf>
- Olivares , A., Hernandez , A., Vences, C., Jaquez, I., & Ojeda , D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Revista Scielo*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s0186-29792012000100003&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s0186-29792012000100003&script=sci_arttext)
- Orjuela, B. (2017). La calidad y salud del suelo influyen sobre la naturaleza y la sociedad. *tendencias*, 18(1), 118-126. doi:<http://dx.doi.org/10.22267/rtend.171801.68>
- Peñañiel , W., & Ticona , D. (2015). Elementos nutricionales en la producción de fertilizante biol con diferentes tipos de insumos y cantidades de contenido ruminal de bovino - matadero municipal de La Paz. *Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 2(1), pp. 7-118. doi:[http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182015000100011&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182015000100011&lng=es&tlng=es).
- Peñaloza Páez, J. (2012). Contaminación. *delos: Desarrollo Local Sostenible*, 5(13), pp. 1-2. doi:[1988-5245](https://doi.org/10.1988-5245)
- Peralta, L., Juscamaita, J., & Meza, V. (2016). btención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1 - 10.

doi:[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162016000100001&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162016000100001&lng=es).

- Perea, M., Gonzáles, T., Campos, H., Guillot, G., & Cogua, J. (2009). *Cultivo de tejidos vegetales in vitro*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Pérez, M., Peña, E., Lago, S., Batista, Y., & Hechavarría, A. (2018). Título: Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas. *Universidad de Las Tunas*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326841755\\_Titulo\\_Produccion\\_de\\_biol\\_y\\_determinacion\\_de\\_sus\\_caracteristicas\\_fisico-quimicas](https://www.researchgate.net/publication/326841755_Titulo_Produccion_de_biol_y_determinacion_de_sus_caracteristicas_fisico-quimicas)
- Quintana, R. F. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-NaturalezaTerritorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77352074010>
- Ramos , C. (2005). Residuos orgánicos de origen urbano e industrial que se incorporan al suelo como alternativa económica en la agricultura. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36(1), pp. 45-53. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181620586010>
- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. IICA. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6568/BVE18039763e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes Gil, R., Galván, L., & Aguiar, M. (2005). El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental. *Interciencia*, 30(7), pp. 436-441. doi:[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442005000700010&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000700010&lng=es&tlng=es).
- Ríos, M., & Ramírez, L. (2012). Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba cunicola, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto. *ROSPECTIVA*, vol. 10, núm. 2, julio-diciembre, 2012,, 10(2), pp. 56-63. doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250734008>
- Rodriguez , F., & Haro , M. (2014). *Aplicación de Biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli (Brassica oleracea var. Italica) Híbrico Legacy*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6477>
- Rodríguez, R., Sosa, A., & Rodríguez, Y. (2007). La síntesis de proteína microbiana en el rumen y su importancia para los rumiantes. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(4), pp. 303-311. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017712001>
- Roitbarg. (2021). Factores detrás del aumento de precios en el sector agrícola a inicios del siglo XXI: rentas, salarios, petróleo y productividad. *Redalyc*, 1-18. doi:<https://doi.org/10.13043/DYS.88.5>

- Roitbarg, H. (2021). Factores detrás del aumento de precios en el sector agrícola a inicios del siglo XXI: rentas, salarios, petróleo y productividad. *Desarrollo y Sociedad*, 88(1), pp. 169-199. doi:<https://doi.org/10.13043/DYS.88.5>
- Román, A. (2020). *Guía para elaborar Biol*. Centro Bartolomé de las Casas. Obtenido de <https://cbc.org.pe/wp-content/uploads/2020/06/Cartilla-Biol-para-Web.pdf>
- Romero, P. (2024). Estrategias nutricionales para la reducción de la producción de metano y mejora de la eficiencia de la fermentación ruminal. En P. Romero, *estrategias nutricionales para la reducción de la producción de metano y mejora de la eficiencia de la fermentación ruminal* (págs. 22-34). Obtenido de <https://hdl.handle.net/10481/89472>
- Rosales, A. M. (2014). Aplicación de compost y biol en el cultivo de brocoli (brásica oleracea var. Legacy). En A. M. Rosales, *Aplicación de Composte y Biol en el cultivo de brocoli* (págs. 55-56). Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1608>
- Salazar, M. (2019). Una vez realizado el análisis químico del biol a base de contenido ruminal en el laboratorio, los resultados se presentan en la Tabla 13. En ella, se puede observar que la mayoría de los compuestos químicos están en niveles superiores a los rangos estable. En M. Salazar Sambrano, *Salazar Sambrano, Mauricio*; (págs. 34-35). Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11159>
- Salmeron, S., Zermeño, A., Mendez, J., Ramirez, H., & Cadena, M. (2020). BIOFERTILIZACIÓN FOLIAR CON ALGAS MARINAS (Algae (L.)) A UN VIÑEDO Y SU RELACIÓN CON CONTENIDO DE HIERRO, FOTOSÍNTESIS Y RENDIMIENTO. *Revista agrociencia*. Obtenido de <https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A8%3A9327032/detailv2?bquery=IS%201405-3195%20AND%20VI%2054%20AND%20IP%207%20AND%20DT%202020&page=1&sid=ebsco:ocu:record>
- Salvador, A., Alcaide, A., Sanchez, C., & Salvador, L. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. (M. M. Romo, Ed.) Madrid: Pearson Educación. Obtenido de [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25784w/S5\\_U4\\_PSM3.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w25784w/S5_U4_PSM3.pdf)
- Sanchez, N., & Rojas, J. (2016). Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost. En U. C. Sostenible, N. Sanchez, & J. Rojas, *Guía práctica para el manejo* (págs. 4-9). UNA Universidad Nacional de Costa Rica. Obtenido de [https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20residuos%20org%C3%A1nicos,materia%20org%C3%A1nica%20\(Mantra%202014\).](https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20residuos%20org%C3%A1nicos,materia%20org%C3%A1nica%20(Mantra%202014).)

- Sistema Biobolsa. (2018). *Manual de BIOL*. Sistema Biobolsa. Obtenido de [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SISTEMA%20BIOBOLSA%20s.f.%20Manual%20del%20BIOL.pdf)
- Siura, S., Montes, I., & Davila, S. (2009). Efecto del biol y la rotación con Abono Verde (*Crotalaria juncea*) en la producción de Espinaca (*Spinacea oleracea*) bajo cultivo orgánico. *Dialnet anales científicos*. Obtenido de [file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/Dialnet-EfectoDelBioIYLaRotacionConAbonoVerdeCrotalariaJun-6171194%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/Dialnet-EfectoDelBioIYLaRotacionConAbonoVerdeCrotalariaJun-6171194%20(2).pdf)
- Sosa, A., Galindo, J., & Bocourt, R. (2007). Metanogénesis ruminal: aspectos generales y manipulación para su control. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 41(2), pp. 105-114. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017712001>
- Utria-Borges, E., Cabrera-Rodríguez, J. A., Reynaldo-Escobar, I. M., Morales-Guevara, D., Fernández, A. M., & Toledo Toledo, E. (2008). Utilización agraria de los biosólidos y su influencia en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *revista chapingo serie horticultura*, 13(1 ), 33 - 39. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60914104>
- Vargas , P., Vargas, M., & Moya , J. (2019). efecto de los abonos orgánicos aplicados al suelo y follaje, sobre la fisiología del cultivo de brócoli. *Revista Caribeña de ciencias sociales*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/abonos-organicos-brocoli.html>
- Vargas , Y., & Perez , L. (2018). aprovechamiento de residuos agroindustriales. *Facultad de ciencias basicas*. Obtenido de [file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/faccienbasic,+Revista+FCB+Vol+14+\(1\)+2018-59-72.pdf](file:///C:/Users/Promotor.Sierra/Downloads/faccienbasic,+Revista+FCB+Vol+14+(1)+2018-59-72.pdf)
- Vargas, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. . *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 117-127. doi:[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-572](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-572)
- Vasquez , J., Alvarez , v. M., Iglesias , A. S., & Castillo , J. (2020). La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. *Scientia Agropecuaria*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.12>
- Xiu, P. (2018). Efectos de bioles en brócoli (*Brassica oleracea*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en la zona hortícola de Cartago, Costa Rica. *Repositorio CATIE*. Obtenido de <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8722>

## ANEXOS

### Anexo 1. Calendario de actividades elaboradas en el trabajo de campo de la investigación.

	TIEMPO (MES)	FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		SEMANA1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
ACTIVIDADES	PREPARACION DEL TERRENO		X										
	LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE TERRENO PARA ANALISIS			X									
	ANALISIS FISICO QUIMICO DEL SUELO			X									
	SIEMBRA				X								
	TOMA DE DATOS				X	X	X	X	X	X	X	X	X
	RIEGO					X							
	DESHIERBE						X	X					
	FUMIGACIONES								X			X	
	LABORES AGRICOLAS									X	X		
	COSECHA												X

### Anexo 2. ANOVA para la variable altura de la planta a las 4 SDT.

Anova a las 4 semanas Altura						
	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value	Pr(>F)
Tratamientos	4		1.708	0.4269	10.95	0.00113
Residuals	10		0.390	0.0390		
---						
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1						

### Anexo 3. ANOVA para la variable altura de la planta a las 8 SDT.

Anova a las 8 semanas Altura					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	4	1.448	0.3619	1.184	0.375
Residuals	10	3.056	0.3056		

### Anexo 4. ANOVA para la variable altura de la planta a las 12 SDT.

Anova a las 12 semanas Altura					
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	4	6.854	1.7135	5.481	0.0134
Residuals	10	3.126	0.3126		

### Anexo 5. ANOVA para la variable peso fresco de la pella de la planta a las 8 SDT.

Anova a las 8 semanas peso fresco de la Pella						
	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value	Pr(>F)
Tratamientos	4	16080	4020	18.64	0.000125	
Residuals	10	2156	216			
---						

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Anexo 6. ANOVA para la variable peso fresco de la pella de la planta a las 12 SDT.

#### Anova a las 12 semanas peso fresco de la Pella

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Tratamientos	4	16080	4020	95.54	6.33e-07 ***
Residuals	10	421	42		

### Anexo 7. ANOVA para la variable área foliar de la planta a las 12 SDT.

#### Anova a las 12 semanas area folia

	Df	Sum	Sq Mean	Sq F	value	Pr(>F)
Tratamientos	4	1703.4	425.9	8.8	0.00259	
Residuals	10	483.9	48.4			

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

### Anexo 8. Resultados de análisis de suelo de la parcela donde se realizó el proyecto de investigación.



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaquío www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



#### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre : JOSE LOJA		Nombre :		Fecha Muestreo : 17/02/2023	
Dirección : CAÑAR		Provincia : CAÑAR		Fecha Ingreso : 01/03/2023	
Ciudad : CAÑAR		Parroquia : CAÑAR		Fecha Emisión : 03/03/2023	
Teléfono : 0979308767	Correo-e : N/E	Ubicación : La Capilla		Cultivo Actual : PAPA	
Técnico :		Latitud :	Longitud:		

Nº Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm				meq/100mL				ppm				meq/100mL			
			N	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Σ Bases	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K			
7577		6.6 PN	20.70 M	124.70 A	2.15 A	21.70 A	7.62 A	4.9 M	5.5 M	14.0 B	7.1 M	31.47	2.85 M	3.54 M	13.64 M			

Interpretación		
N, P, K, Ca, Mg, S		
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl		
B = Bajo	MAC = Muy Ácido	N = Neutro
M = Medio	Ac = Ácido	LAl = Lig. Alcalino
A = Alto	MAc = Med. Ácido	MAAl = Med. Alcalino
	LAc = Lig. Ácido	Al = Alcalino
	PN = Prac. Neutro	RC = Saturado Cal

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimétrica	Clasen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
pH	Potenciométrica	Suelto: agua (1:2.5)
S	Turbidimétrica	Fosfato de Ca
B	Colorimétrica	Monobásico

Niveles Medios de Referencia			
N	20 - 40	Mg	1.0 - 3
P	10 - 20	S	10 - 20
K	0.2 - 0.4	Zn	4.0 - 8.0
Ca	4 - 8	Cu	1.0 - 10.0

Responsable Laboratorio

NIÉ: No entrega.


Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.

INIAP  
ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIBATA  
Laboratorio de Suelos y Aguas


Fecha de Impresión: 03/03/2023

Página 1 de 2

**Anexo 9. Resultados de análisis de suelo de la parcela donde se realizó el proyecto de investigación.**



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO**  
**LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS**  
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec  
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



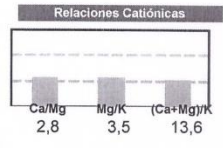
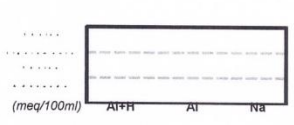
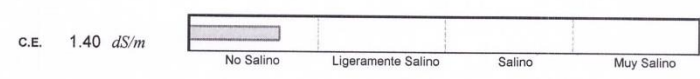
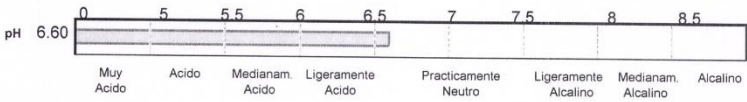
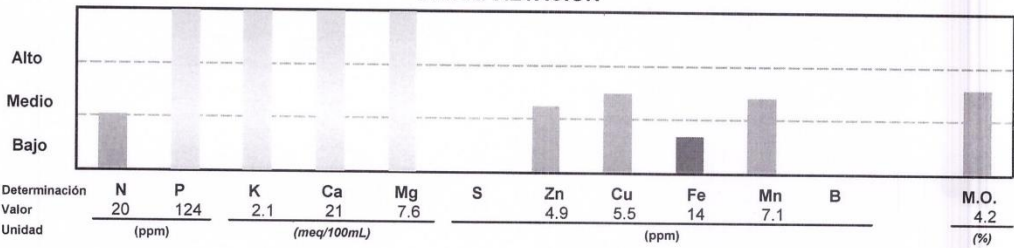
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	JOSE LOJA	Teléfono :	0979308767
Dirección :	CAÑAR	e-mail :	loja0989@gmail.com
Ciudad :	Cañar		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :	Cañar	Parroquia :	Cañar
Provincia :	Cañar	Ubicación :	La Capilla
Cantón :	Cañar	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	7577	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :		Fecha Muestreo :	17/02/2023
Cultivo Actual :	PAPA	Fecha Ingreso :	01/03/2023
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	01/03/2023
		Fecha Emisión :	03/03/2023

**INTERPRETACION**




Σ Bases  
31,47  
meq/100mL

% Materia Seca:  
% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción Atómica	Modificado pH 8.5
Zn, Cu, Fe, Mn		
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca Monobásico
B	Colorimetría	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Oxidación
M.O.	Via Humeda	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1: 2.5)
CE	Conductometría	Pasta Saturada
Textura	Boyocuous	No Aplica
Al + H	Volumetría	K, Cl, 1N
Na	Absorción	Pasta Saturada
E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Niveles de Referencia Optimos							
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0,5 - 1,0	Na	0,5 - 1,0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0	Ca/Mg	2 - 8
K	0,2 - 0,4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5	Mg/K	2,5 - 10,0
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0,5 - 1,5	(Ca+Mg)/K	12,5 - 50,0
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0,3 - 1,0		


  
Responsable laboratorio

  
GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIBATA  
Laboratorio de Suelos y Aguas  
Laboratorista

N/E: No Entrega  
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 03/03/2023

### Anexo 10. Resultados de la caracterización físico – química del biol a base de contenido ruminal realizada en laboratorio.

 <b>AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA</b> <b>Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.</b> Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.grupoclinicagricola.com E-mail: info@grupoclinicagricola.com											
Datos del Cliente				Referencia				Interpretación			
Cliente : LOJA ORDOÑEZ JOSE MIGUEL Propiedad: HDA. 26 DE ENERO Cultivo : BIOL Ingreso : 18/05/2023 Ensayo: 18/05/2023 No. Lab : Desde: 8633 Hasta : 8633				No. Doc: <b>56048</b> Emisión: 18/05/2023 Impreso: 18/05/2023 Página: 1 de 1				<b>Elementos</b> B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso		<b>pH</b> Ac = Acido LAc = Lig. Acido Pn = Frac. Neutro LAI = Lig. Alcalino Al = Alcalino	
Nombre: RUMINAL NUMERO 1 No. Lab.: 8.633											
pH	NH <sub>4</sub> ppm	NO <sub>3</sub> ppm	P ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K meq/l	Ca meq/l
4.20 Ac	46.19E	83.42E	91.50E	1.05E	0.07E	60.00E	1.05M	2.59M		59.783E	39.52E
Mg meq/l	Na meq/l			C. E. mmho	SO <sub>4</sub> ppm				RAS		
23.75E	32.50E			10.89E	1125.20E				5.77E		

### Anexo 11. Ficha técnica de bioestimulante comercial (EVERGREEN) de la casa comercial AGRIPAC.

Cultivos	Dosis	Época de aplicación
Hortalizas	0.5-1.0 Lit/Ha.	<p>Almácigo: Comenzar aplicaciones con inmersión de semillas en el almácigo. A la emergencia de las primeras hojas, realizar 2 aplicaciones foliares a intervalos de 10 días.</p> <p>Previo al transplante: sumergir plántulas por 30 segundos en solución de 1 L de BEST®, 1 Kg de SAETA® y 1 L de EVERGREEN® en 50 litros de agua.</p> <p>Después del transplante: continuar aplicaciones a intervalos de</p> <p>8-10 días después del transplante hasta 2 semanas antes de la cosecha.</p>

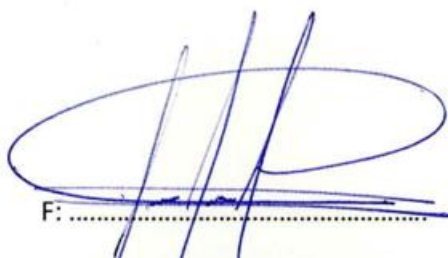


Universidad  
Católica  
de Cuenca

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

**José Miguel Loja Ordoñez** portador de la cédula de ciudadanía N° **0105627129**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de "**Biol a base de contenido ruminal y su eficiencia en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea*)**", de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **27 de agosto de 2024**



F: .....

**José Miguel Loja Ordoñez**  
**C.I. 0105627129**