

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto del Biol de microorganismos de montaña y fósforo en la  
producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de  
vivero en La Merced – Chanchamayo**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Agrónomo**

**Autores:**

**Bach. Fiorela Lizeth CHAMORRO HEIDINGER**

**Bach. Jovita Julia QUINTO MIRANDA**

**Asesor:**

**Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA**

**La Merced – Perú - 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**T E S I S**

**Efecto del Biol de microorganismos de montaña y fósforo en la  
producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de  
vivero en La Merced – Chanchamayo**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA**  
**MIEMBRO**



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 025-2025/UIFCCAA/V**

---

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por  
**CHAMORRO HEIDINGER, Fiorela Lizeth**  
**QUINTO MIRANDA, Jovita Julia**

Escuela de Formación Profesional  
**Agronomía – La Merced**

Tipo de trabajo  
**Tesis**

**Efecto del Biol de microorganismos de montaña y fósforo en la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo**

Asesor  
**Ing. SOTOMAYOR CORDOVA, Iván**

Índice de similitud  
**12%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación del software anti-plagio.

Cerro de Pasco, 4 de junio de 2025



Firmado digitalmente por HUANES  
TOVAR Luis Antonio FAU  
20154805046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 04.06.2025 18:15:41 -05:00

Firma Digital  
Director UIFCCAA

c.c. Archivo  
LHT/UIFCCAA

## **DEDICATORIA**

Llena de regocijo, amor y esperanza dedico esta tesis a mi papá Enrique que sé, que desde el cielo hoy me sonrío y de quien aprendí la responsabilidad y rectitud, a mi mamá Nalda que me enseñó la bondad y la persistencia, así también a cada una de las personas que me han apoyado e influenciado con sus consejos e impulsándome a ser mejor cada día.

Fiorela Lizeth Chamorro Heidinger.

Este trabajo se lo dedico de manera especial a Dios, a mis padres, mi esposo e hijas que en el transcurso de mi vida me supieron inculcar valores y confiaron en mi persona y en mis deseos de superación. Depositando su confianza en cada reto que se me presentaba. Gracias padres Antonio y Agustina por nunca dejarnos solos a mi y a mis hermanas, es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Jovita Julia Quinto Miranda.

## AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios, quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza para seguir adelante, permitiéndonos sonreír ante todo nuestros logros, también a todas las personas e instituciones que han contribuido en el desarrollo de nuestro trabajo de investigación, particularmente:

1. A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía – Filial La Merced; por habernos albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. Al **Dr. Luis Huanes Tovar**, por habernos permitido realizar nuestra investigación en el vivero de Stevia a su cargo
3. A nuestro asesor **Ing. Iván Sotomayor Córdova**, por su dedicación y su motivación que nos otorgó día tras día.
4. Así mismo a nuestros familiares, amigos y esa persona especial que de alguna u otra manera nos han apoyado a lo largo de este camino y que hoy podemos decir a todos **META CUMPLIDA**

## RESUMEN

La presente tesis se desarrolló desde los meses a de setiembre del 2024 a enero del 2025, evaluando los microorganismos de montaña, usando como fertilizante orgánico en *Stevia rebaudiana*, Bertoni, a nivel de vivero, con la intención de obtener plantas más vigorosas y mejorar la producción, evaluando el crecimiento de la planta en relación a la altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco de planta, peso seco de planta, área foliar, número de hojas, Peso fresco de las hojas /planta, Peso seco de las hojas /planta.

Con los siguientes tratamientos: 0%, 10%, 15% ,20, y 25% de MM. Se evaluó hasta los 60 días de cultivo obteniendo la mayor altura de planta en T3 (con 20% de MM) con 37.08 cm; el mayor diámetro de tallo fue de 6.6 mm para los T3 (con 20% de MM) y T4 (con 25% de MM) por lo que se acepta la hipótesis específica que, al menos una dosis de *microorganismos de montaña* influye en el crecimiento de *Stevia rebaudiana*, concluyendo que a mayor dosis de microorganismos de montaña, se incrementa el crecimiento de la planta y el diámetro del tallo. *Stevia rebaudiana*, Bertoni.

Para evaluar la producción de la planta se analizó el peso fresco de planta, Número de hojas, peso fresco de las hojas, peso seco de las hojas raíz; reportando el mayor peso fresco de la planta en el T3 (con 20% de MM ) con 27.15 g, y para el peso seco de la planta también lo obtuvo el T3 con 7.90 g, el tratamiento que obtuvo la mayor área foliar fue el T4 (con 25% de MM ) 24.93 cm, el mismo tratamiento obtuvo el mayor número de hojas con 150.25 hojas promedio; pero quien tuvo mayor peso fresco y seco de las hojas fue el T3 con 13.93 y 4.06 g, respectivamente. Aceptando la hipótesis específica que, al menos una dosis de microorganismos de montaña influye en la producción de *Stevia rebaudiana*.

**Palabra clave:** *Stevia rebaudiana*, Microorganismos de montaña

## ABSTRACT

This thesis was developed from September 2025 to January 2019, evaluating mountain microorganisms, using Bertoni as organic fertilizer in *Stevia rebaudiana*, at the nursery level, with the intention of obtaining more vigorous plants and improving production, evaluating plant growth in relation to plant height, stem diameter, fresh plant weight, plant dry weight, foliar area, number of leaves, fresh weight of leaves / plant, dry weight of leaves / plant.

With the following treatments: 0%, 10%, 15%, 20, and 25% of MM. It was evaluated up to 60 days of cultivation obtaining the highest plant height in T3 (with 20% of MM) with 37.08 cm; the largest stem diameter was 6.6 mm for T3 (with 20% of MM) and T4 (with 25% of MM), so the specific hypothesis that at least one dose of mountain microorganisms influences growth is accepted of *Stevia rebaudiana*, concluding that the higher the dose of mountain microorganisms, the growth of the plant and the diameter of the stem increase. *Stevia rebaudiana*, Bertoni.

To evaluate the production of the plant, the fresh weight of the plant, number of leaves, fresh weight of the leaves, dry weight of the root leaves were analyzed; reporting the highest fresh weight of the plant in T3 (with 20% of MM) with 27.15 g, and for the dry weight of the plant it was also obtained by T3 with 7.90 g, the treatment that obtained the largest leaf area was T4 (with 25% MM) 24.93 cm, the same treatment obtained the highest number of leaves with an average 150.25 leaves; but the one who had the highest fresh and dry weight of the leaves was T3 with 13.93 and 4.06 g, respectively. Accepting the specific hypothesis that at least one dose of mountain microorganisms influences the production of *Stevia rebaudiana*.

**Keywords:** *Stevia rebaudiana*, Mountain microorganisms

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Stevia* cobra relevancia socioeconómica en la selva central debido a la contaminación de los cultivos tradicionales (café, cítricos y otros frutales) por el cambio climático. Este fenómeno incrementa la temperatura, la radiación UV y la humedad, provocando enfermedades y plagas. Considerando la importancia mundial de la agricultura y el impacto negativo del uso excesivo de agroquímicos en la salud humana y el medio ambiente (FAO-UNESCO, 1996), la *Stevia* se presenta como una alternativa sostenible.

Ante la necesidad de diversificar los cultivos, la *Stevia* (*Stevia rebaudiana* B.) emerge como una opción atractiva. Sus hojas, utilizadas como edulcorante orgánico, ofrecen beneficios para la salud, adaptándose fácilmente a climas tropicales y subtropicales (0-1700 msnm). Su dulzor, hasta 300 veces superior al de la sacarosa, se debe a los esteviosidos, con aplicaciones en salud humana, ganadería y agricultura (Callisaya, 2013). Para asegurar su carácter saludable, la producción de *Stevia* debe ser orgánica, evitando los fertilizantes sintéticos y sus posibles efectos a largo plazo en el consumidor (Gatica, 2009).

Los microorganismos desempeñan roles cruciales en el equilibrio ecológico, existiendo tanto patógenos (causantes de enfermedades y contaminación) como microorganismos benéficos (Castro et al., 2015). Entre estos últimos, destacan los microorganismos eficientes de montaña, propios de ecosistemas libres de agroquímicos (al menos tres años) (Rodríguez, 2014). Si bien el cultivo de *Stevia rebaudiana* muestra una tendencia positiva con alrededor de 500 hectáreas sembradas en diversas regiones del Perú (INCAGRO, 2008), la demanda nacional e internacional supera la producción actual. No existen datos sobre la extensión de cultivos de *stevia* en la Selva Central.

El uso de microorganismos de montaña en el cultivo de Stevia ofrece una alternativa de diversificación agraria orgánica para los agricultores de la Selva Central. Se propone una evaluación de su efecto en la producción de plantones de Stevia en vivero, buscando un crecimiento acelerado y la prevención de enfermedades.

Se tiene conocimiento que la aplicación de roca fosfórica no altera a la población de microorganismos de montaña, pero a la vez también se ha reportado que el fósforo es retenido en la biomasa y ponen a disposición de las plantas este elemento en forma de ácidos orgánicos incrementando la presencia de fósforo soluble en el suelo. Por lo que es necesario determinar la cantidad necesaria que se debe aplicar al biol para tener mayor cantidad de fósforo soluble que pueda utilizar las plantas.

## **INDICE**

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

1.1.	Identificación y determinación del problema .....	1
1.2.	Delimitación de la investigación .....	4
1.3.	Formulación del problema.....	4
1.3.1.	Problema general .....	4
1.3.2.	Problemas específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos .....	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos .....	5
1.5.	Justificación de la investigación .....	5
1.6.	Limitaciones de la investigación .....	8

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de estudio.....	9
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	11

2.2.1.	Los microorganismos de montaña .....	11
2.2.2.	El fósforo y los microorganismos del suelo.....	14
2.2.3.	El Biol .....	17
2.2.4.	Formas de aplicación del biol .....	19
2.2.5.	Generalidades de la Stevia rebaudiana .....	20
2.3.	Definición de términos básicos.....	27
2.4.	Formulación de hipótesis .....	28
2.4.1.	Hipótesis general.....	28
2.4.2.	Hipótesis específicas .....	28
2.5.	Identificación de variables .....	28
2.5.1.	Variable independiente .....	28
2.5.2.	Variable dependiente .....	29
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	30

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de investigación.....	31
3.2.	Nivel de investigación .....	31
3.3.	Métodos de investigación .....	31
3.4.	Diseño de investigación.....	32
3.4.1.	Modelo aditivo lineal .....	32
3.4.2.	Análisis de variancia .....	33
3.5.	Población y muestra.....	33
3.5.1.	Población .....	33
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	33

3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	34
3.9.	Tratamiento estadístico.....	34
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica.....	35

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	36
4.1.1.	Lugar de ejecución.....	36
4.1.2.	Materiales y equipos .....	37
4.1.3.	Descripción de los tratamientos.....	38
4.1.4.	Croquis de campo .....	38
4.1.5.	Evaluación de las variables.....	38
4.1.6.	Procedimiento y conducción del experimento.....	40
4.1.7.	Preparación de los microorganismos de montaña.....	41
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	44
4.2.1.	Altura de planta.....	44
4.2.2.	Número de ramas .....	46
4.2.3.	Peso fresco de la planta (g).....	49
4.2.4.	Número de hojas (unidades) .....	52
4.2.5.	Peso fresco de las hojas .....	55
4.2.6.	Peso seco de las hojas (g) .....	59
4.2.7.	Rendimiento de las plantas de Stevia .....	62
4.3.	Prueba de hipótesis .....	67
4.3.1.	Regla de decisión .....	67
4.4.	Discusión de resultados .....	67

### **CONCLUSIONES**

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1.</b> Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días .....	44
<b>Tabla 4.2.</b> Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días .....	45
<b>Tabla 4.3.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% para altura de planta a los sesenta días de cultivo.....	46
<b>Tabla 4.4.</b> Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo .....	47
<b>Tabla 4.5.</b> ANVA para el número de ramas a los 60 días de cultivo .....	48
<b>Tabla 4.6.</b> Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	49
<b>Tabla 4.7.</b> Evolución del peso fresco de las plantas en g. hasta los 60 días .....	49
<b>Tabla 4.8.</b> Se presenta el análisis de varianza para el peso fresco de las plantas realizado a los 60 días de cultivo .....	50
<b>Tabla 4.9.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los sesenta días de cultivo.....	51
<b>Tabla 4.10.</b> Evolución del número de hojas hasta los sesenta días de cultivo.....	52
<b>Tabla 4.11.</b> ANVA para el número de hojas de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo .....	54
<b>Tabla 4.12.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas a los sesenta días de cultivo. ....	55
<b>Tabla 4.13.</b> Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días.....	55
<b>Tabla 4.14.</b> Tabla Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo .....	58
<b>Tabla 4.15.</b> Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los sesenta días de cultivo.....	58
<b>Tabla 4.16.</b> Peso (g) de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	59

<b>Tabla 4.17.</b> ANVA para el peso seco de las hojas a los 60 días de cultivo.....	61
<b>Tabla 4.18.</b> Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de las hojas de Stevia a los 60 días de cultivo .....	62
<b>Tabla 4.19.</b> Rendimiento (kg/Ha) de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	63
<b>Tabla 4.20.</b> ANVA para el rendimiento de las plantas de Estevia .....	65
<b>Tabla 4.21.</b> Prueba estadística de Tukey al 5% para el rendimiento de las plantas de Estevia .....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Evolución de la altura de las plantas hasta los 60 días de cultivo .....	44
<b>Gráfico 2.</b> Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo.....	47
<b>Gráfico 3.</b> Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días de cultivo.....	50
<b>Gráfico 4.</b> Evolución del número de hojas de planta de Stevia rebaudiana hasta los 60 días de cultivo.....	52
<b>Gráfico 5.</b> Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia hasta los 60 días de cultivo .....	57
<b>Gráfico 6.</b> Peso (g) de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	60
<b>Gráfico 7.</b> Rendimiento de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo (kg/Ha).....	63

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La selva peruana, con su rica biodiversidad, presenta un desafío en el desarrollo de una agricultura sostenible. Si bien la actividad agrícola es fundamental en la región, la intensificación de la producción ha generado una dependencia de insumos y pesticidas sintéticos, con consecuencias negativas para el medio ambiente y la pobreza rural (Canto & Garcia, 2020). La degradación de los recursos naturales, la erosión del suelo y la contaminación son problemas que se han intensificado. Ante esta situación, se requiere un cambio en las prácticas agrícolas que disminuya la degradación ambiental y aumente la productividad, lo que implica el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías para un mejor manejo de los sistemas agrícolas (Astier, 1994).

Esta situación, impulsada por la creciente demanda de alimentos y materias primas a nivel nacional e internacional, ha puesto de manifiesto la necesidad de un cambio en las prácticas agrícolas. Se requiere disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad de los

cultivos, lo que implica desarrollar e implementar nuevas tecnologías que mejoren el manejo de los sistemas agrícolas. (Gallopín, 1990).

Igualmente, el mismo autor manifiesta que el uso de abonos orgánicos para mejorar la calidad y fertilidad del suelo se presenta como una alternativa viable para mitigar el deterioro ambiental. Los agricultores enfrentan el desafío de conservar los recursos naturales utilizados y, al mismo tiempo, aumentar la productividad.

La búsqueda de soluciones ha llevado a la idea de una agricultura sostenible, que prioriza la calidad del medio ambiente y los recursos naturales, garantiza la producción de alimentos y fibras, es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en general. (Astier, 1994; Gallopín, 1990; ASA, 2024).

La Selva Central, tradicionalmente dedicada al cultivo de café, cítricos, kió y bananos, enfrenta un desafío: estos cultivos se han vuelto menos rentables. La búsqueda de nuevas alternativas agrícolas se vuelve crucial para asegurar la estabilidad económica de los agricultores de la zona.

La Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) emerge como una opción prometedora. Esta planta herbácea, originaria del alto Paraná en Uruguay, destaca por su alto poder edulcorante, 300 veces más intenso que el azúcar de caña. Además, sus propiedades curativas la han convertido en un producto de alta demanda y precio en el mercado nacional e internacional, (Bendezu y Oseas, 2015).

En Perú, la Stevia ha encontrado un terreno fértil, con cultivos en expansión en la Amazonía, especialmente en Satipo, Pichanaki, Mazamari, San Martín, Bagua y Jaén. El Valle del Alto Mayo, en la región de San Martín, se

destaca como un importante centro de producción. Empresas como Stevia One Perú SAC, con más de ocho años de experiencia en la gestión del cultivo de estevia, impulsan la investigación, desarrollo y producción a gran escala.

La Stevia representa una oportunidad para diversificar la producción agrícola en la Selva Central, satisfaciendo las necesidades económicas de los agricultores y aprovechando la creciente demanda global por productos naturales y saludables. (Bendezú y Oseas, 2015; Infoagro, 2010); pero son pocas las empresas y agricultores que se dedican al manejo y producción de Stevia. En forma general son pocos los que se dedican a esta actividad. (Bendezu y Oseas, 2015).

El creciente interés del cultivo de Stevia, es impulsado por demanda y los buenos precios lo que ha generado la necesidad de producir plántones de alta calidad. Para mejorar su producción. El objetivo de esta investigación es determinar la influencia del fósforo en la producción de Biol a base de microorganismos de montaña y para determinar su influencia en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Este estudio se enmarca en la búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles y eficientes, aprovechando las características únicas de los microorganismos de montaña para mejorar el crecimiento y la producción de cultivos. (Bendezú y Oseas, 2015; López & Torres, 2019).

La presente investigación, se realizará en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de setiembre 2024 a enero del año 2025.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

Este estudio busca determinar el rol crucial del fósforo en el "Biol," un biofertilizante a base de microorganismos de montaña, para optimizar la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en la Selva Central del Perú.

El objetivo es ofrecer una alternativa viable a los agricultores de la región, mejorando su sistema de producción de este cultivo y contribuyendo a su desarrollo económico.

La investigación se desarrolló en:

Región : Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : Chanchamayo

Lugar : UNDAC, Filial – La Merced

Altitud : 720 msnm.

Coordenadas : 11°07'26''S, 75°21'35'' O.

## **1.3. Formulación del problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Tendrá efecto el Biol de microorganismos de montaña y fósforo en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿El Biol de microorganismos de montaña y fósforo, tendrá influencia para incrementar el crecimiento aéreo de la planta?
- b. ¿El Biol de microorganismos de montaña y fósforo, influirá en el incremento de la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

- c. ¿El Biol de microorganismos de montaña y fósforo, tendrá influencia en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de las dosis de los microorganismos de montaña y fósforo en la producción de stevia (*stevia rebaudiana*, Bertoni) bajo condiciones de vivero en la merced-Chanchamayo.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar la influencia del Biol de microorganismos de montaña y fósforo, para incrementar el crecimiento aéreo Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- b. Determinar la influencia del Biol de microorganismos de montaña y fósforo, para incrementar la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- c. Evaluar la influencia del Biol de microorganismos de montaña y fósforo, para incrementar la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

#### **1.5. Justificación de la investigación**

Según Castro y Gonzales (2020), los microorganismos de montaña, tanto en su forma sólida como en activaciones líquidas (bioles de MM), han adquirido un papel crucial en diversos ámbitos. Estos microorganismos actúan como un inóculo microbiano que mejora la salud del suelo, suprimiendo enfermedades, facilitando la absorción de nutrientes, descomponiendo materia orgánica, optimizando la producción animal, controlando olores desagradables, entre otras funciones.

González et al, (1990) señalan que la calidad del suelo puede recuperarse mediante dos estrategias: la reposición de los nutrientes extraídos por las cosechas ya sea con fertilizantes químicos o mediante la incorporación de materia orgánica; o la reactivación y el uso de microorganismos simbióticos. Estos microorganismos, que se asocian a las raíces de las plantas, favorecen una nutrición adecuada, como, por ejemplo, el aumento de la disponibilidad de nitrógeno por las bacterias *Rhizobium* o la mejora de la absorción de fósforo por los hongos micorrízicos.

Los mismos autores argumentan que para aumentar la productividad agrícola y proteger los recursos naturales, es fundamental promover el uso de microorganismos simbióticos beneficiosos, como los microorganismos de montaña (MM). Estos microorganismos, disponibles en forma sólida o líquida (bioles), actúan como fertilizantes naturales que impulsan la productividad agrícola. Su uso representa un camino hacia una agricultura sostenible, ya que mejora la fertilidad del suelo y contribuye a un equilibrio ecológico en los sistemas agrícolas.

Los bioles de MM, a pesar de su alta concentración de microorganismos, tienen un bajo contenido de nutrientes. Esto significa que su efectividad puede verse limitada por factores como la escasez de materia orgánica en el suelo, el uso de agroquímicos y las prácticas de mecanización. Por el contrario, la incorporación de material orgánico y otras prácticas ecológicas que favorezcan el desarrollo de los microorganismos, como la creación de un hábitat adecuado, actúan como elementos sinérgicos que potencian su acción (Badilla 2019).

Los mismos autores sostienen que los microorganismos de montaña (MM), están constituidos por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas

que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, los cuales generan descomposición de la materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación (por ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de diversos cultivos, plantaciones de bambú, entre otros) y que el biol puede ser aplicado en riego o como fertilizante foliar. La frecuencia y las dosis deben ajustarse según el desarrollo de la planta y las necesidades nutricionales.

Las reacciones biológicas del suelo–plantas-microorganismos, se realiza preferentemente en el suelo, denominada rizósfera y entre los efectos más importantes de estas reacciones es la Efecto recíproca que se genera entre ellos. (Cardona et al, 2002).

Esta investigación propone evaluar la relación de la adición de fósforo al Biol de microorganismos de montaña (MM) para evaluar producción de Stevia rebaudiana. Buscando determinar que concentración de roca fosfórica con Biol influye en el rendimiento de la stevia, considerando aspectos como el crecimiento vegetativo y la producción de hojas. (Bendezu y Oseas, 2015).

Se evaluará la interacción entre el biol a base de microorganismos de montaña potenciado con fósforo influye en la disponibilidad de nutrientes a la planta de Stevia, en particular, y cómo puede favorecer el crecimiento de la planta. Además, se investigará cómo esta técnica puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, al fomentar prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente.

A través de esta investigación, se propone aportar conocimientos a los agricultores sobre la acción del Biol, a base de microorganismos de montaña potenciado con fósforo puede ser una estrategia eficaz para mejorar la producción

de stevia, tanto en términos de cantidad como de calidad, orientando este cultivo para promover una agricultura sostenible y respetuosa con nuestro entorno.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

La investigación se enfrenta a dos principales limitaciones:

1. **Acopio de microorganismos de montaña:** La obtención de estos microorganismos, esenciales para la elaboración del "Biol," requiere acceder a bosques vírgenes, no contaminados por la actividad humana. Sin embargo, la expansión de la agricultura hacia zonas boscosas dificulta la búsqueda de estos microorganismos, que se encuentran en árboles en estado de descomposición. Es necesario acceder a áreas aún no invadidas por la agricultura para obtenerlos.
2. **Metodología para la preparación del "Biol":** La preparación del "Biol" potenciado con roca fosfórica requiere de una metodología específica que debe ser cuidadosamente desarrollada y optimizada para esta investigación.

Superar estas limitaciones es fundamental para el éxito del estudio y la obtención de resultados confiables.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Andino, (2011), en su investigación para determinar los factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM): determinaron que los microorganismos de montaña (MM) son un insumo fundamental para la producción orgánica/ecológica. Evaluó los factores asociados con la activación líquida, su tiempo de activación, la disponibilidad de aireación, la dosis de MM sólido, dosis de melaza y la adición de nutrientes inorgánicos solubles (K) e insolubles (P). Como resultado, determinó la presencia de poblaciones de microorganismos conformada por bacterias, hongos filamentosos, bacterias fijadoras de nitrógeno (FN), microorganismos solubilizadores de fósforo (SP), lactobacilos (Lac) y levaduras (Lev), así como pH y P en solución. Igualmente, demostró que los microorganismos solubizadores de fósforo (SP) se incrementaron y no afectó los otros grupos de microorganismos. De igual manera reporta que la adición de una fuente orgánica de K aumentó las poblaciones; por lo tanto, los MM activados reforzados con una

fuentes orgánicas pueden ser utilizados también como fuente de nutrientes. La adición de roca fosfórica no alteró las poblaciones, pero los datos sugieren que el fósforo solubilizado es retenido en la biomasa.

El mismo autor manifiesta que el fósforo es un elemento esencial para el metabolismo de los microorganismos, incluyendo la producción de enzimas. Estas enzimas son las responsables de descomponer la materia orgánica en compuestos más simples, como nutrientes que las plantas pueden absorber.

Orbe (2017), en su investigación para determinar la eficiencia de los Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano, evaluó la eficiencia de cuatro dosis de biofertilizante con Microorganismos de Montaña (MM) en cultivo de rábano con 27.20, 20.41, 13.61 y 0 ml/para T1, T2, T3 y T4 (Testigo); determinó que el mayor crecimiento foliar, radicular y el peso de bulbo se obtuvo con la dosis T1 (27.20 ml) de biofertilizante. Los resultados son representativos para 1 m<sup>2</sup>, con ello se estimaron los costos de producción para 20 m<sup>2</sup>. Se determinó que en rábano la dosis T1 (27.20 ml) de biofertilizante genera una producción económicamente viable. Con relación a las características químicas del suelo se observaron cambios mínimos en el pH, en los macros y micro elementos. Igualmente, se determinó que las dosis empleadas influyeron en el crecimiento del cultivo y en la modificación del suelo. Se recomienda utilizar los Microorganismos de Montaña (MM) en combinación con otros abonos orgánicos para obtener mejores rendimientos y realizar más estudios en suelos.

Umaña (2017), en su investigación evaluó el efecto de microorganismos de montaña (MM) sobre el suelo en dos cultivos agrícolas, aplicando los MM en forma líquida (biol) y en forma de fertirriego a dos especies de plantas: culantro y espinaca, para evaluar, entre otros indicadores, el tamaño de hojas y biomasa

seca de las plantas; reportó una mejor producción en los tratamientos en relación al Tratamiento Testigo. De igual manera demostró que se mejoró las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo y el incremento esto en relación directa al aumento de los MM a los cultivos en estudio.

Cassaica (2008), recomienda realizar un estudio en la planta de Stevia únicamente con niveles de fertilización definidos, ya que en su investigación a ser combinados con los promotores de crecimiento no presentaron mayor diferencia en las variables estudiadas

## **2.2. Bases teóricas - científicas**

### **2.2.1. Los microorganismos de montaña**

Castro y Gonzales 2020 dice: el uso de los microorganismos de montaña, tanto en la versión sólida como las activaciones líquidas (bioles de MM), se ha vuelto central y fundamental, gracias a las funciones que se les atribuye como inóculo microbiano, los cuales funcionan como mejorador de la biología del suelo, supresor de enfermedades, facilitador de la disponibilidad de elementos esenciales en el suelo, descomponedor de materia orgánica, optimizador en la producción pecuaria, controlador de malos olores, entre otros.

Las poblaciones microbianas benéficas presentes en los activados líquidos de MM se pueden clasificar principalmente en 4 grupos funcionales: fijadores de nitrógeno (FN), solubilizadores de fósforo (SP), lactobacilos (Lac) y levaduras (Lev) (Castro *et al.* 2015).

Los microorganismos de montaña (MM) son una comunidad diversa de microorganismos beneficiosos que habitan en suelos de ecosistemas naturales no alterados por la actividad humana. Su uso en la agricultura está en auge debido a su capacidad para mejorar la salud del suelo, aumentar la disponibilidad de

nutrientes y fortalecer la resistencia de las plantas a enfermedades, (Paredes, 2021)

Estos microorganismos desempeñan un papel fundamental en el equilibrio ecológico, presentes en todos los ecosistemas naturales.

Dentro de esta comunidad microbiana, se distinguen dos grupos principales:

1. **Microorganismos patógenos:** Causan enfermedades en plantas, animales y contaminan el ambiente.
2. **Microorganismos benéficos o eficientes:** Desempeñan funciones amigables con el ambiente, mejorando la salud del suelo y la productividad de los cultivos.

La investigación y el desarrollo de prácticas agrícolas que aprovechen la acción de los microorganismos benéficos, como los MM, son esenciales para una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente. (Flores, 2016).

Los microorganismos de montaña (MM), un grupo de microorganismos beneficiosos, se encuentran de forma natural en ecosistemas donde la actividad humana, incluyendo el uso de agroquímicos, ha sido mínima o nula durante al menos tres años.

Estos MM desempeñan un papel crucial en el equilibrio de los ecosistemas, contribuyendo a la descomposición biológica de la materia orgánica, su mineralización y la nitrificación. Además, actúan como antagonistas de microorganismos patógenos, protegiendo el suelo y las plantas de enfermedades, y favorecen la fermentación.

La investigación ha demostrado los beneficios de utilizar MM en la agricultura, promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio

ambiente. (Mora, 2010). Estos MM, generan procesos para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en los cultivos. Optimizando la asimilación de nutrientes, favorecen el crecimiento y protección de las plantas (Martinez, 2015).

Los microorganismos de montaña (MM) comprenden un promedio de 80 especies agrupadas en diez géneros y pertenecen taxonómicamente a cinco grupos de microorganismos: Bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras (Paredes, 2021).

Los biofertilizantes elaborados a base de microorganismos de montaña (MM) poseen una alta concentración de microorganismos beneficiosos, lo que optimiza los procesos biológicos y químicos del suelo. Estos microorganismos, a través de sus procesos metabólicos, aceleran la descomposición de la materia orgánica, transformándola en nutrientes simples que las plantas pueden absorber.

Además, bacterias como *Azotobacter*, presentes en estos biofertilizantes, se adhieren a las raíces de las plantas, mejorando la fijación de nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>) al suelo. Este proceso enriquece el suelo con nitrógeno, un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas.

La aplicación de biofertilizantes a base de MM representa una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos, sin depender de fertilizantes químicos. (García, 2016).

El rol de los microorganismos en el sistema suelo es clave para la productividad de los suelos y las plantas (Van Der Heijden *et al.* 2008). Los diferentes grupos funcionales presentes en los MM tienen potencial para colonizar el sistema radicular y/o la materia orgánica y establecerse activamente, al promover la síntesis de sustancias benéficas para las plantas, facilitar la

absorción de nutrientes y fomentar la protección contra enfermedades, además, al solubilizar fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijar N, inducir la resistencia al estrés, estabilizar los agregados y mejorar la estructura del suelo (Castro *et al.* 2015).

### **2.2.2. El fósforo y los microorganismos del suelo**

Los sólidos de fósforo (SP) son de gran importancia para el crecimiento vegetal, ya que el P, a pesar de que puede estar en grandes cantidades en los suelos, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible para ser absorbido (Vargas y Castro 2019). Los microorganismos, por medio de la solubilización y/o mineralización del fósforo inorgánico y orgánico, ponen a disposición de la planta el elemento. El principal mecanismo para la solubilización es la producción de ácidos orgánicos y la mineralización de P orgánico por medio de la acción enzimática.

García (2016), reporta que el fósforo (P) es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como para la actividad de los microorganismos del suelo. Estos últimos desempeñan un papel crucial en la disponibilidad de fósforo para las plantas, ya que pueden transformar formas de fósforo inorgánico en formas asimilables por las raíces. De igual manera manifiesta que el fósforo es importante para los microorganismos porque es un componente fundamental de moléculas esenciales para el metabolismo microbiano, tales como el ATP (adenosín trifosfato), que proporciona energía para las reacciones celulares. Igualmente, también forma parte de las enzimas, proteínas que catalizan reacciones químicas esenciales para la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes y es necesario para la síntesis de

ácidos nucleicos (ADN y ARN), esenciales para el crecimiento y la reproducción de los microorganismos.

Mora (2010), manifiesta que algunos microorganismos, como las bacterias solubilizadoras de fósforo, liberan ácidos orgánicos que disuelven formas de fósforo inorgánico, haciéndolo disponible para las plantas. Esta acción se realiza porque los microorganismos al realizar la descomposición de la materia orgánica liberan fósforo en forma mineral, que puede ser absorbido por las plantas, mientras que otros microorganismos pueden fijar el fósforo en formas orgánicas, aumentando su disponibilidad a largo plazo.

García (2016), manifiesta que el fósforo es un componente crucial del ATP (adenosín trifosfato), esta molécula proporciona energía para las reacciones metabólicas dentro de las células de los microorganismos. Por lo que, sin suficiente fósforo, la producción de ATP se ve afectada, limitando la capacidad de los microorganismos para llevar a cabo las reacciones químicas necesarias para la descomposición de la materia orgánica.

El fósforo también es necesario para el crecimiento y la reproducción de los microorganismos. Un suministro adecuado de fósforo permite que los microorganismos se multipliquen y formen poblaciones más grandes, lo que a su vez acelera la descomposición de la materia orgánica.

La descomposición de la materia orgánica por los microorganismos libera nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, potasio y otros elementos. El fósforo juega un papel importante en este proceso al facilitar la actividad de las enzimas que liberan estos nutrientes. Para aumentar la cantidad de fósforo disponible en el suelo para los microorganismos de montaña, se pueden implementar diversas prácticas agrícolas que favorezcan su liberación y

absorción: Usando abono orgánico en forma de compost, el cual es elaborado a partir de residuos orgánicos, aporta fósforo al suelo de forma lenta y gradual. Además, el compost mejora la estructura del suelo, favoreciendo la actividad microbiana. También se puede usar el estiércol animal, especialmente el de aves y ganado, que es rico en fósforo. Su incorporación al suelo lo enriquece en este nutriente, estimulando el crecimiento de los microorganismos. Otra alternativa es usarlo en forma de "Biol" ya que contiene microorganismos que ayudan a solubilizar el fósforo presente en el suelo, haciéndolo más accesible para las plantas y los microorganismos. Otra alternativa es usar la roca fosfórica que es un mineral rico en fósforo, puede ser incorporada al suelo en forma de polvo fino para que los microorganismos puedan acceder a su contenido más fácilmente o en forma de biofosfatos, que son rocas fosfóricas tratadas con microorganismos solubilizadores de fósforo, aumentan la disponibilidad de este nutriente en el suelo.

Castro *et al.* (2015) mostraron que las utilidades de activados líquidos de MM al suelo fueron capaces de incrementar las concentraciones de P en la solución del suelo.

Las bacterias fotosintéticas conforman un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos y azúcares que provienen de los exudados que producen las raíces; estas bacterias promueven el desarrollo y crecimiento de la planta.

Las bacterias lácticas producen el ácido láctico a partir de azúcares de las secreciones de las plantas, así mismo, este ácido actúa como compuesto esterilizante ayudando a prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos en las raíces de las plantas (Paredes, 2021).

La descomposición de la materia orgánica en el suelo es un proceso esencial para el crecimiento de las plantas, ya que proporciona energía a la microflora del suelo y carbono para la formación de nuevas células vegetales (Callisaya, 2013). Los microorganismos, principalmente, son los responsables de descomponer la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Colque et al., 2005).

Los microorganismos de montaña juegan un papel fundamental en este proceso, ya que liberan nitrógeno y fósforo, dos elementos que suelen ser limitantes para el crecimiento de las plantas.

Los hongos fermentativos y las levaduras como la *Saccharomyces spp* se encargan de sintetizar sustancias antimicrobianas, algunos aminoácidos, y azúcares, elaboran enzimas y hormonas que ayudan a la mitosis en los tejidos de la raíz en las plantas. Los actinomicetos, se benefician de los productos que elaboran las levaduras para desarrollar sus funciones como biofertilizantes (Higa & Wididana, 2004).

### **2.2.3. El Biol**

El "biol" es un fertilizante líquido elaborado mediante la fermentación anaeróbica de materia orgánica enriquecida con microorganismos específicos. Este producto, conocido por sus propiedades bioestimulantes, aumenta la actividad biológica del suelo y mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Umaña, 2017).

Los bioles de MM son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por ello, condiciones como bajas cantidades de materia orgánica en el suelo, la utilización de agroquímicos y la mecanización pueden limitar las potencialidades de este inóculo microbiano. Mientras que un

manejo adecuado de la incorporación de material orgánico y otras prácticas ecológicas, que brinden albergue y las condiciones idóneas para los microorganismos, son factores sinérgicos (Castro *et al.* 2015, Badilla 2019).

El "biol" se destaca por su alta concentración de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas, lo que lo convierte en un fertilizante altamente efectivo. A diferencia del estiércol tradicional, el "biol" suministra nutrientes, especialmente nitrógeno, de forma más accesible para los cultivos, lo que genera un impacto fertilizante más rápido y potente a corto plazo (Bonten et al., 2014).

En resumen, el "biol" es un recurso valioso para la agricultura por su capacidad de mejorar el crecimiento y la producción de los cultivos, gracias a su alta concentración de nutrientes fácilmente asimilables y su rápida acción fertilizante.

El "biol" es un fertilizante orgánico rico en fitoreguladores que, incluso en pequeñas cantidades, tiene efectos positivos significativos en el desarrollo de las plantas (Andino, 2011). Sus beneficios incluyen:

- **Mejora del sistema radicular:** Fortalece y expande las raíces.
- **Desarrollo foliar:** Promueve el crecimiento de hojas.
- **Optimización de la floración:** Favorece la floración.
- **Aumento del vigor y la capacidad germinativa de las semillas:** Incrementa la vitalidad de las semillas y su capacidad de germinar.

Estos efectos se traducen en un aumento considerable de la biomasa vegetal. Se cree que la tiamina presente en el "biol" contribuye al desarrollo del sistema de raíces. Además, este fertilizante contiene precursores hormonales beneficiosos, aunque también algunas sustancias represoras como la metionina (Medina et al., 2015).

El "biol", además de incrementar la producción y mejorar la calidad de los cultivos, contribuye a equilibrar la nutrición de la planta, haciéndola más resistente a plagas y enfermedades (Miranda, 2018).

El "biol" tiene diversas aplicaciones:

- Tratamiento de semillas: Mejora la germinación, la resistencia a enfermedades, los rendimientos y la coloración de frutas y vegetales.
- Enriquecimiento de forraje: Aumenta el valor nutricional de forrajes con bajo contenido proteico.
- Estimulación de la microflora del suelo: Favorece la actividad de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, mejorando la disponibilidad de nutrientes.

#### **2.2.4. Formas de aplicación del biol**

El Biol, un fertilizante orgánico rico en microorganismos benéficos y fitoreguladores, se aplica en cultivos de diversas formas para optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Li, 2013)

Métodos de aplicación:

- Aplicación foliar: El Biol se puede aplicar al follaje de las plantas, diluyéndolo en agua en una concentración del 2.5% al 10%. La aplicación foliar se realiza preferiblemente en la mañana antes de las 10:00 horas o en la tarde después de las 15:00 horas.
- Aplicación al suelo: Miranda, (2018), manifiesta que el Biol se puede aplicar directamente al suelo, ya sea en forma líquida o sólida. En el caso de cultivos arbóreos, se puede aplicar a las tazas de los árboles.
- Aplicación al riego: El Biol se puede mezclar con el agua de riego para que se distribuya de manera uniforme por todo el sistema radicular de las plantas.

- Tratamiento de semillas: El Biol se puede utilizar para tratar las semillas antes de la siembra, mejorando la germinación, la resistencia a enfermedades y el vigor de las plántulas.

#### Beneficios de la aplicación de Biol:

- Aumento de la actividad biológica del suelo.
- Mejora de la disponibilidad de nutrientes para las plantas.
- Fortalecimiento del sistema radicular.
- Desarrollo foliar.
- Optimización de la floración.
- Aumento del vigor y la capacidad germinativa de las semillas.
- Mayor resistencia a plagas y enfermedades.

#### Recomendaciones:

- Es importante realizar pruebas en campo para determinar la dosis óptima de Biol para cada cultivo y tipo de suelo.
- Se recomienda aplicar el Biol en combinación con otras prácticas de manejo sostenible, como la rotación de cultivos y la labranza mínima.

### **2.2.5. Generalidades de la Stevia rebaudiana**

La Stevia (*Stevia rebaudiana*), es una planta de origen de Sudamericana, nativa de Paraguay, se está cultivado por décadas debido a sus propiedades edulcorantes y bajo contenido calórico. (Infoagro, 2010). El cultivo comercial de la Stevia empezó en Paraguay desde 1964 luego se ha extendido a diversos países como Brasil, Corea, México y Estados Unidos. Actualmente, China es el principal productor y Japón el principal mercado de la stevia. (Rodríguez, et al, 2007).

Rodríguez, et al (2007), sostienen que el poder de edulcoración de la Stevia es 30 veces mayor que el azúcar y en extracto alcanza hasta 200 a 300

veces más su poder. Las hojas tienen el mayor contenido de esteviosido y rebaudiosido, que son sus principales principios activos.

La stevia, una planta tradicionalmente utilizada como edulcorante, también es reconocida por sus propiedades medicinales. La investigación sugiere que puede ser beneficiosa para la diabetes tipo II debido a sus glicósidos, que proporcionan dulzura sin calorías. La stevia, o *Stevia rebaudiana*, es un edulcorante popular en Japón, representando el 41% del consumo total de edulcorantes. Más allá de su dulzura natural, la stevia ofrece beneficios para la salud como la reducción de la absorción de grasa y la regulación de la presión arterial. Es una alternativa segura para las personas con diabetes, ya que no eleva los niveles de azúcar en sangre e incluso puede mejorar la tolerancia a la glucosa. La stevia también presenta propiedades antibióticas y antifúngicas, siendo efectiva contra bacterias como *Entamoeba coli*, *Staphylococcus aureus* y *Corynebacterium diphtheriae*, así como contra el hongo *Candida albicans* responsable de la vaginitis. Sus usos se extienden al ámbito cosmético, donde se utiliza para tratar manchas y acné en la piel. (Grin. 2011).

#### ***Descripción botánica de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)***

La *Stevia rebaudiana*, B. es miembro de la familia Asteraceae, es una planta herbácea perenne que se caracteriza por su tallo erguido, ligeramente leñoso y cubierto de vellosidades finas. Al inicio, la planta no presenta ramificaciones; sin embargo, a medida que crece y se poda, desarrolla múltiples tallos, alcanzando hasta 20 en un periodo de tres a cuatro años. En su entorno natural, puede llegar a medir hasta 90 cm de altura, superando los 100 cm en climas tropicales. Su sistema radicular es pivotante, delgado y se extiende superficialmente (Grin, 2011).

Las hojas de la *Stevia rebaudiana* presentan una forma elíptica, ovalada o lanceolada, con una textura ligeramente vellosa. En sus primeras etapas de desarrollo, las hojas se disponen de manera opuesta, mientras que en la madurez, antes de la floración, se ubican de forma alterna. Sus flores, hermafroditas y de pequeño tamaño, son de color blanco y poseen una corola tubular con cinco lóbulos. Estas flores se agrupan en capítulos terminales o axilares, formando panículas corimbosas.

La planta es autoincompatible, es decir, no puede autofecundarse, debido a que el polen madura antes que el estigma (protandria). La polinización se realiza mediante insectos. Además, se clasifica como apomíctica obligatoria, lo que significa que produce semillas sin necesidad de fecundación. El fruto es un aquenio que puede ser claro (estéril) u oscuro (fértil), dispersado por el viento.

*La Stevia rebaudiana* se considera una planta de día corto, con un fotoperíodo crítico de 12 a 13 horas, dependiendo del ecotipo. Algunas especies relacionadas incluyen *Stevia eupatorium*, *S. obata*, *S. plummerae*, *S. salicifolia* y *S. serrata* (Grin, 2011).

#### ***Taxonomía de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)***

La *Stevia rebaudiana*, presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Asterales, Familia Asteraceae, Género *Stevia*, Especie *Stevia rebaudiana*, Bertoni. (Grin. 2011).

#### ***Origen y distribución de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)***

Curco, (2012), manifiesta que la *Stevia rebaudiana*, originaria de las selvas subtropicales del Alto Paraná en Paraguay, ha sido utilizada por las tribus indígenas de la región como edulcorante y medicina desde tiempos ancestrales.

Aunque la *Stevia rebaudiana* es la especie más conocida, el género *Stevia* abarca más de 240 especies nativas de América del Sur, Central y México, con algunas especies presentes incluso en Arizona, Nuevo México y Texas.

Las tribus Guaraníes de Paraguay y Brasil utilizaban diversas especies de *Stevia*, especialmente la *Stevia rebaudiana*, a la que llamaban "ka'a he'ê" o "yerba dulce". En 1887, el botánico suizo Moisés Santiago Bertoni fue el primero en describir la *Stevia*, destacando su sabor dulce en contraste con otras especies de sabor amargo. En 1900, el químico paraguayo Ovidio Rebaudi logró aislar dos compuestos activos: el esteviósido y el rebaudiosido, que son de 200 a 300 veces más dulces que la sacarosa, estables al calor y no fermentables.

Actualmente, existen más de 144 variedades de *Stevia rebaudiana* en todo el mundo, siendo la variedad Morita 2 una de las más destacadas por su alto poder edulcorante (Incagro, 2008).

La variedad Morita 2, creada por Toyosigue Morita en Japón, destaca por su alta producción de hojas secas y su superior contenido químico. Estudios realizados en 1975 identificaron 28 ecotipos distintos, principalmente basados en características físicas, y se observó una variación significativa en el contenido de esteviósido en las hojas. Experimentos posteriores en 1980 demostraron la relación entre diferentes características de la planta y su herencia en 22 variedades de *Stevia rebaudiana*, destacando la importancia de las características morfológicas y el contenido de principios activos en el proceso de selección (Incagro, 2008).

Los principales países productores de *Stevia* a nivel mundial son Japón, China, Corea, Taiwán, Tailandia, Indonesia, Laos, Malasia y Filipinas. Estos países representan el 95% de la producción global de *Stevia* en particular, cuenta

con un gran número de fábricas especializadas en el procesamiento y extracción de esteviósido (Taiariol, 2006).

En América, los principales países productores son Paraguay, Brasil, Argentina, Colombia y Perú, con cultivos más pequeños en Ecuador. Paraguay se destaca como uno de los principales productores mundiales de Stevia, con aproximadamente 1,500 hectáreas dedicadas a este cultivo. La industria de la Stevia en Paraguay genera empleo directo para unas 10,000 personas en toda la cadena de producción. El país tiene como objetivo aumentar sus ventas a 10 millones de dólares al año, lo que representaría el 10% de la facturación en comparación con los países del sudeste asiático, que alcanzan los 100 millones de dólares (Jimenez, et al, 2010).

### ***Propagación de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)***

#### **Propagación sexual**

La Stevia se reproduce sexualmente a través de aquenios, lo que genera una alta variabilidad en las poblaciones debido principalmente a la polinización cruzada. La mayoría de los aquenios son estériles, ligeros y se dispersan fácilmente por el viento. La recolección de semillas es un proceso lento y complejo debido a la falta de uniformidad en la floración, lo que afecta la maduración de las semillas. Estas deben almacenarse en condiciones de baja temperatura y humedad relativa, preferiblemente en la oscuridad y en recipientes herméticos. A pesar de estas precauciones, el porcentaje de germinación es bajo, oscilando entre el 10% y el 38% (Vásquez et al, 2014).

La producción de plántulas a partir de semillas se realiza en almácigos convencionales, similares a los utilizados para otras hortalizas, con algunas recomendaciones y prácticas especiales, como cubrir las semillas inmediatamente

después de sembrar con una malla fina para evitar su dispersión por el viento. A pesar de las dificultades mencionadas, la propagación mediante aquenios es útil para el mejoramiento genético, pero no es adecuada para cultivos comerciales.

### **Propagación Asexual**

Debido a la alta variabilidad de las plantas obtenidas a través de semillas, la reproducción agámica, que preserva las características de la planta madre, es la mejor opción. Este método se puede realizar mediante retoños, estacas o cultivo de tejidos (Marcavillaca, 1984).

La reproducción por retoños es adecuada para plantaciones de menor escala, ya que el número de retoños generados es limitado. Estos brotes suelen emerger en la base del tallo o bajo tierra, mostrando pequeños vástagos, muchos de los cuales ya cuentan con raíces individuales que pueden separarse y trasplantarse al lugar definitivo (Marcavillaca, 1984).

La propagación por estacas es el método más conveniente para su uso a nivel comercial, requiriendo una plantación madre que suministre el material vegetativo inicial. Es crucial seleccionar plantas con características deseables como vigor, resistencia y productividad para establecer la plantación madre. El manejo de esta plantación es similar al de una plantación comercial, manteniendo un buen estado nutricional y fitosanitario para prevenir enfermedades fúngicas que podrían afectar negativamente a la plantación.

Una vez establecida la plantación madre para la propagación comercial, se deben cortar esquejes con cinco hojas abiertas y opuestas, de 8 a 18 cm de longitud. Es fundamental evitar el uso de esquejes con hojas alternas, ya que indican que la planta está cerca de entrar en floración, lo que reduce las posibilidades de enraizamiento y de obtener plantas jóvenes. Los esquejes

cortados deben ser plantados en camas de enraizamiento de un metro de ancho y entre 30 y 50 cm de altura inmediatamente para prevenir la desecación de las futuras plántulas. Antes de la plantación, se debe retirar la parte apical de los esquejes, que tiende a oxidarse rápidamente. El riego es una de las labores culturales más importantes después de la plantación, ya que asegura un alto porcentaje de prendimiento y un adecuado enraizamiento de los esquejes (Marcavillaca, 1984).

### **Por cultivo de tejidos**

El cultivo de tejidos es otra técnica de propagación vegetativa que permite obtener plantaciones más uniformes y una multiplicación clonal rápida. La propagación in vitro, también conocida como micropropagación, se refiere a cualquier procedimiento aséptico que implica la manipulación de órganos, tejidos o células de las plantas para producir poblaciones de plántulas "limpias", en contraste con la propagación vegetativa no aséptica o convencional (Vásquez, et al. 2014).

Las ventajas de la micropropagación, en comparación con los sistemas convencionales, incluyen un aumento rápido en el número de plantas, una reducción del tiempo de multiplicación, una mayor densidad de plantas por unidad de superficie, un mayor control de la sanidad, facilidad de transporte para intercambios internacionales de material vegetal y la capacidad de multiplicar rápidamente especies en peligro de extinción. El proceso de micropropagación consta de cinco etapas: la etapa 0 inicial para la selección de la planta madre, la etapa I de iniciación o establecimiento para el cultivo primario, la etapa II de multiplicación de brotes, la etapa III de enraizamiento o pre-trasplante para desarrollar una planta autótrofa capaz de sobrevivir en las condiciones del suelo

tras el trasplante, y la etapa IV de transferencia final al entorno natural. Shuping & Shizhen, (1995).

### 2.3. Definición de términos básicos

**Stevia.** La Stevia rebaudiana es una planta perenne que se caracteriza por su tallo erguido, ligeramente leñoso y cubierto de vellosidades finas. Sus hojas son elípticas, ovaladas o lanceoladas, con una textura ligeramente vellosa. La planta produce flores blancas, pequeñas y hermafroditas, agrupadas en capítulos terminales o axilares, formando panículas corimbosa

**Roca fosfórica.** Es una roca sedimentaria de origen biogénico, compuesta principalmente por apatito, un mineral que contiene fósforo en forma de fosfato. Es la principal fuente de fósforo para la producción de fertilizantes y otros productos químicos.

**Biol.** El biol es un tipo de abono foliar orgánico, resultado del proceso de la digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Ricos en fitohormonas, un componente que mejora la germinación de las semillas fortalece las raíces y la floración de las plantas

**Microorganismos de Montaña.** Se trata de un grupo de microorganismos que habitan los ambientes montañosos y se han adaptado a las condiciones extremas de estos ecosistemas. Son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas montañosos y desempeñan roles importantes en la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la formación del suelo.

**Fermentación.** Es la descomposición de la materia orgánica, llevada a cabo por enzimas generalmente derivadas de microorganismos, normalmente en ausencia de oxígeno. La fermentación también se refiere a un proceso metabólico

específico que libera energía a las células a partir de la descomposición parcial de los azúcares en ácidos orgánicos, en ausencia de oxígeno y con la liberación de gas CO<sub>2</sub>.

## 2.4. Formulación de hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- a. El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el crecimiento aéreo de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- b. El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el incremento de la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- c. El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el incremento de la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

## 2.5. Identificación de variables

### 2.5.1. Variable independiente

- Biol de microorganismo de montaña y fósforo

#### Indicadores:

Tratamientos	Roca fosfórica 10 - 20 g/lit de Agua (RF)
T1 (Testigo)	- Agua más RF (Testigo)
T2	- 10 ml Biol de MM sin RF
T3	- 20 ml Biol de MM sin RF

T4	- 10 ml Biol de MM con RF
T5	- 20 ml Biol de MM con RF

### 2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta
- Biomasa de la planta.
- Producción de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)

### Indicadores

- Altura de plantas
- Peso fresco de la planta
- Número de ramas
- Número de hojas
- Peso fresco de las hojas
- Peso seco de las hojas
- Rendimiento de Stevia en (Stevia rebaudiana, Bertoni) kg/Ha

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición	Indicador	Dimensión
<b>Independiente</b>			
Biol de microorganismos de montaña y fósforo	tipo de abono foliar orgánico, resultado del proceso de la digestión anaeróbica de los microorganismos de montaña y la acción del fósforo.	Biol de MM y Roca Fosfórica	Cantidad de Bol de MM con y sin Roca fosfórica
<b>Dependiente</b>			
Crecimiento aéreo de la planta	Es un proceso que abarca desde la germinación de la semilla hasta la floración y fructificación	Altura de plantas	centímetros
Biomasa de la planta	Representa la cantidad total de materia orgánica viva presente en la planta.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso fresco de la planta</li> <li>- Número de ramas</li> <li>- Número de hojas</li> <li>- Peso fresco de las hojas</li> <li>- Peso seco de las hojas</li> </ul>	Gramos Unidades Unidades Gramos
Producción de la planta	Se refiere a la cantidad de biomasa de la planta que genera a lo largo de su ciclo de vida	Rendimiento hojas secas	Kilos/Ha

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

Aplicada, Por la manipulación de las variables. Nuestro estudio se centra en la aplicación práctica de los bioles de MM y la adición de roca fosfórica, para optimizar la producción de hojas de Stevia rebaudiana en la selva central del Perú. Nos basamos en los principios de la fisiología vegetal para analizar cómo los bioles a base de microorganismos de montaña, influyen en el crecimiento de la Stevia en un vivero. El objetivo es que los resultados de nuestra investigación experimental contribuyan a la mejora del conocimiento de los agricultores locales y a la innovación en las prácticas agrícolas.

#### **3.2. Nivel de investigación**

Aplicada

#### **3.3. Métodos de investigación**

Para llevar a cabo nuestra investigación, se usó el método experimental, siguiendo la definición de Barreto & Raun (1990). Esto implica manipular intencionalmente una variable independiente (Biol de microorganismos de

montaña y fósforo) para observar su efecto en la variable dependiente (el crecimiento y la producción de la *Stevia rebaudiana*). Se utilizará la observación como herramienta de recolección de datos y se registrarán las observaciones en fichas.

Para analizar los datos, se aplicará el análisis de varianza y la prueba de Tukey, debido a que se trabaja a nivel de vivero. La muestra estará compuesta por 20 plantas en total, divididas en cinco tratamientos, con cuatro plantas por tratamiento. Las plantas serán seleccionadas aleatoriamente de la población de *Stevia* del vivero.

### 3.4. Diseño de investigación

Se usó el diseño estadístico DCA, con 5 tratamientos y 4 repeticiones, presentando el siguiente modelo aditivo lineal:

#### 3.4.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = valor observado

$\mu$  = Media poblacional.

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

$e_{ij}$  = Error, valor de la variable aleatoria Error experimental.

$i=1,2,\dots, t$

$j=1,2,\dots, r_i$

### 3.4.2. Análisis de variancia

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	fc	Ft		Sgn.
					5%	1%	
Tratamientos	4						
Error	12						
Total	19						

Los tratamientos se instalaron en parcelas de 5 líneas con 30 plantas por línea, teniendo un área bruta de 12 m<sup>2</sup>. Los tratamientos estarán ubicados perpendicularmente a la dirección del viento. La parcela neta comprenderá 5 líneas.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

**Población:** está conformado por 160 plantas de *Stevia rebaudiana*, *Bertoni* en la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

**Muestra:** La muestra la constituyen 4 plantas por unidad experimental haciendo un total de 20 plantas por muestra del experimento

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La principal técnica que se utilizó en el desarrollo de la investigación fue la observación y el instrumento de recolección de datos fueron las fichas de colección de datos.

### 3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Nuestra investigación es a nivel de pre grado con la intención de optar el título profesional de ingeniero agrónomo, por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizaron con la consulta bibliográfica para la elaboración de los instrumentos de evaluación usados en nuestra investigación en relación a las variables a ser evaluadas, con la intención de

obtener los datos y dar respuesta al efecto de los tratamientos de la variable independiente sobre la variable dependiente.

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis de varianza con la prueba estadística de Tukey al 5%; y el procesamiento de los datos se realizó en el SPSS, ver 20.

### **3.9. Tratamiento estadístico**

Para analizar los datos recopilados en el trabajo de investigación, se empleó el análisis de varianza para comparar las medias de los cinco tratamientos y sus repeticiones. El objetivo es determinar si existen disparidades significativas entre los tratamientos, lo que permitirá validar o rechazar la hipótesis nula que postula que todos los tratamientos son iguales. En contraposición, la hipótesis alternativa sugiere que al menos uno de los tratamientos es diferente a los demás.

En el procesamiento de los datos, se utilizará estadísticos como el análisis de varianza, que se utilizan para procesar los datos, principalmente enfocados en la descripción de la variabilidad de los datos y la prueba de hipótesis. Estos estadísticos incluyen la media: que representa el valor promedio de un conjunto de datos. En el análisis de varianza, se calcula la media para cada tratamiento y para el conjunto total de datos; la varianza: La varianza mide la dispersión de los datos alrededor de la media. En el análisis de varianza, se calcula la varianza dentro de cada tratamiento y la varianza entre los tratamientos; la desviación estándar: que es la raíz cuadrada de la varianza. Mide la dispersión de los datos en las mismas unidades que los datos originales; el coeficiente de variación que es la variación de la desviación estándar dividida por la media y se expresa como un porcentaje y el F estadístico, que es la razón de las varianzas entre los

tratamientos. Se utiliza para probar la hipótesis nula de que no hay diferencias entre las medias de los tratamientos.

### **3.10. Orientación ética filosófica y epistémica**

La presente investigación se ejecutó en el vivero experimental de Stevia, de la Filial La Merced, perteneciente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced, habiendo sido verificada el desarrollo de la misma por el jurado evaluador de la presente tesis, por lo que se considera en los anexos y los resultados obtenidos servirán de referencia para otros trabajos de investigación asimismo, contribuirá al conocimiento en el manejo y producción del cultivo de Stevia para los agricultores de nuestra región, ya que la ejecución de la investigación fue desarrollado siguiendo los valores éticos y doy fe que los resultados se plasman en las evaluaciones realizadas en el trabajo de campo.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Lugar de ejecución**

La presente investigación se ejecutó en el vivero experimental de Stevia, de la Filial La Merced, perteneciente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Filial La Merced, ubicada en el distrito de Chanchamayo, Provincia de Chanchamayo y departamento de Junín.

##### **A. Ubicación política**

- Departamento : Junín
- Provincia : Chanchamayo
- Distrito : Chanchamayo

##### **B. Ubicación geográfica**

- Longitud Oeste : 075°20.148'
- Latitud Sur : 11°04.588'
- Altitud : 835 m.s.n.m

- Zona de Vida: bh-PT

#### **4.1.2. Materiales y equipos**

##### **Materiales de campo**

- Tablero para colección de datos
- Hojas de papel con las fichas de datos
- Tijera de podar
- Cuchillo
- Machete
- Cinta métrica
- Baldes
- Jarra de plástico de 1 litro capacidad

##### **Materiales de escritorio**

- Libreta de campo
- Lapiceros
- Reglas
- Plumones
- Papel bond 75 gr.
- Resaltador
- Memoria digital USB
- Plumón indeleble
- Etiquetas

##### **Equipos**

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital

- Horno de secado
- Termómetro

#### **Material biológico**

- Plantas de *Stevia rebaudiana*

#### **4.1.3. Descripción de los tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Roca fosfórica 10 - 20 g/lit de Agua (RF)</b>	<b>Biol/ planta</b>
T1 (Testigo)	- Agua más RF (Testigo)	- 10 ml
T2	- 10 ml Biol de MM sin RF	- 10 ml
T3	- 20 ml Biol de MM sin RF	- 10 ml
T4	- 10 ml Biol de MM con RF	- 10 ml
T5	- 20 ml Biol de MM con RF	- 10 ml

#### **4.1.4. Croquis de campo**

##### **Distribución de las unidades experimentales**

<b>REPET.</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>				
1	T3	T1	T5	T4	T2
2	T5	T3	T4	T2	T1
3	T2	T3	T1	T5	T4
4	T2	T1	T3	T4	T2

#### **4.1.5. Evaluación de las variables**

Las evaluaciones de la variable dependiente se realizaron cada 15 días, para realizar el muestreo hasta los 60 días, se extrajo de la bolsa de cultivo 4 plantas por cada tratamiento para evaluar los siguientes indicadores:

fueron:

- Altura de plantas (cm),

- Peso fresco de la planta (g)
- Número de ramas (unidades)
- Número de hojas/planta (unidades)
- Peso fresco de las hojas (g)
- Peso seco de las hojas (g)
- Rendimiento (kg/Ha)

**A. Altura de planta (m)**

Se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, utilizando una regla metálica.

**B. Peso fresco de la planta (g)**

Se extrajo la planta de la posa de cultivo y se retiró la tierra de las raíces para realizar el pesaje de cada planta con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error.

**C. Número de ramas**

Se cuantificó la cantidad de ramas que tienen las plantas luego de realizar la poda de formación.

**D. Número de hojas**

Se contó el número de hojas por cada planta (repetición) y para los cinco tratamientos.

**E. Peso fresco de las hojas**

Se procedió a embolsar y marcar las hojas extraídas a cada planta por tratamiento y repetición, para luego con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error, se realizó el pesaje de las hojas en fresco por cada planta.

## **F. Peso seco de las hojas**

Luego de haber realizado el pesado de las hojas en fresco, se procedió a llevarlas al laboratorio de Biología de la UNDAC – Filial La Merced, las bolsas con las hojas para su deshidratación con la ayuda del horno eléctrico a 60°C por 24 horas, para luego realizar el pesado de las hojas por tratamiento y repetición, con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error.

## **G. Rendimiento**

Luego de haber realizado el peso seco de las hojas se procedió a realizar el cálculo del rendimiento considerando la cantidad de plantas que se sembraría en una hectárea y el peso seco de las hojas. Expresado en kg/Ha.

### **4.1.6. Procedimiento y conducción del experimento**

#### **a. Instalación de las plantas de Stevia en las camas de cultivo.**

La instalación de las plantas de Stevia en el vivero se inició de la poda de formación que se realizó a las plantas de 6 meses de sembradas.

Luego se realizó la primera evaluación de los parámetros a ser evaluados para nuestra investigación.

#### **b. Delimitación de las parcelas experimentales**

La disposición de cada cama de cultivo tuvo la cantidad de plantas suficientes para realizar los muestreos cada 15 días por 4 evaluaciones, se distribuyó las camas de cultivo por tratamiento del 1 al 5to tratamiento. Se realizó 4 muestreos de 4 plantas por cada tratamiento ( $4 \times 5 \times 4 = 80$  plantas fueron usadas hasta los 60 días para las evaluaciones, pero considerando una posible mortalidad e imprevistos se adicionó el 20 % de plantas al cultivo que constituyen 16 plantas más; conformando una población total de 96 plantas. Se

usó cinco camas de madera de 2 x 1 m. para la instalación de los cinco tratamientos con plantas adultas y podadas en el segundo nudo luego de la cosecha de sus hojas, considerando un distanciamiento entre plantas de 25 cm. y 25 cm. Entre líneas y columnas de cultivo.

Se aplicó 25 g. de bokashi (para mejorar las condiciones de vida de los microorganismos de montaña en el cultivo) entre plantas por cada línea de cultivo al inicio de la investigación y poda de las plantas, con la intención que los MM tengan sustrato que degradar.

Cada semana se fumigó según dosis para cada tratamiento con los MM líquido, por un mes (cuatro veces). Cada quince días se evaluó los indicadores de la variable dependiente

#### **4.1.7. Preparación de los microorganismos de montaña**

##### **a. Captura de los microorganismos de montaña**

Se debe sacar la primera capa de hojas y materiales caídos de los árboles (2cm), que todavía no empezó su descomposición y recolectar la segunda capa que contiene muchos microorganismos. De las muestras que se escogió, se descartó las muestras con cepas de color oscuro. Los microorganismos se conservan en una fase sólida y se utilizan en fase sólida y fase líquida a lo largo de las necesidades de la chacra.

##### **b. Para la preparación de la fase sólida se usó:**

Los microorganismos de montaña, se recolectarán troncos podridos y hojarasca de un bosque virgen en las montañas de Chanchamayo. Se seleccionará un área que no haya sido intervenida por el hombre en al

menos tres años, para garantizar la presencia de estos microorganismos.

Para la preparación de los MM sólidos, se utilizarán los siguientes insumos:

- Medio saco de hojarasca y palos podridos (con presencia de microorganismos)
- 10 kg de afrecho de arroz
- 1 litro de melaza
- Agua de lluvia (cantidad suficiente para mantener la mezcla húmeda)

Se trituran los palos podridos y la hojarasca hasta obtener una mezcla homogénea con los demás insumos. Se agrega agua de lluvia sin cloro hasta que la mezcla tenga una consistencia húmeda, sin desmoronarse al tomar un puñado.

La mezcla se almacena en un cilindro de plástico con tapa, apisonando bien y cubriendo con un plástico para evitar la presencia de aire. Se deja fermentar durante 30 días sin abrir el cilindro.

Después de 30 días, se destapa el cilindro y se observa la descomposición de la mezcla. Se espera que emita un aroma agrídulce, lo que indica que la preparación de los MM sólidos ha sido exitosa.

**c. Para la preparación del biol con roca fosfórica:**

Para preparar el biol de MM con roca fosfórica, se utilizarán 5 kg de la mezcla de microorganismos sólidos ya preparada. Esta mezcla se

colocará en una bolsa de tela y se introducirá en un cilindro de 50 litros que contiene:

- 20 litros de agua
- 5 kg de microorganismos sólidos
- 1 litro de melaza
- Luego mezclar bien.

La duración de la maceración influye en la composición microbiana del compost. Estudios demuestran que los hongos dominan durante los primeros 10 días, seguidos por un aumento en las bacterias entre los días 11 y 15. A partir del día 16, las levaduras se vuelven más prominentes. En resumen, el tiempo de maceración se determina mediante la observación de la evolución de la población microbiana, buscando un punto óptimo donde la concentración de levaduras sea mayor.

Para maximizar la presencia de levaduras y otros compuestos orgánicos beneficiosos para la fertilización de las plantas, nuestra investigación utilizará un tiempo de fermentación de 20 días.

Se elaborarán cuatro lotes de biol, uno para cada tratamiento,

La aplicación del Biol de MM con roca fosfórica se aplicará al inicio de la instalación, a los 15 días y a los 30 días.

Es importante destacar que estos tiempos pueden variar ligeramente dependiendo de la temperatura ambiente y la composición de la mezcla de microorganismos sólidos. (Restrepo, 2001)

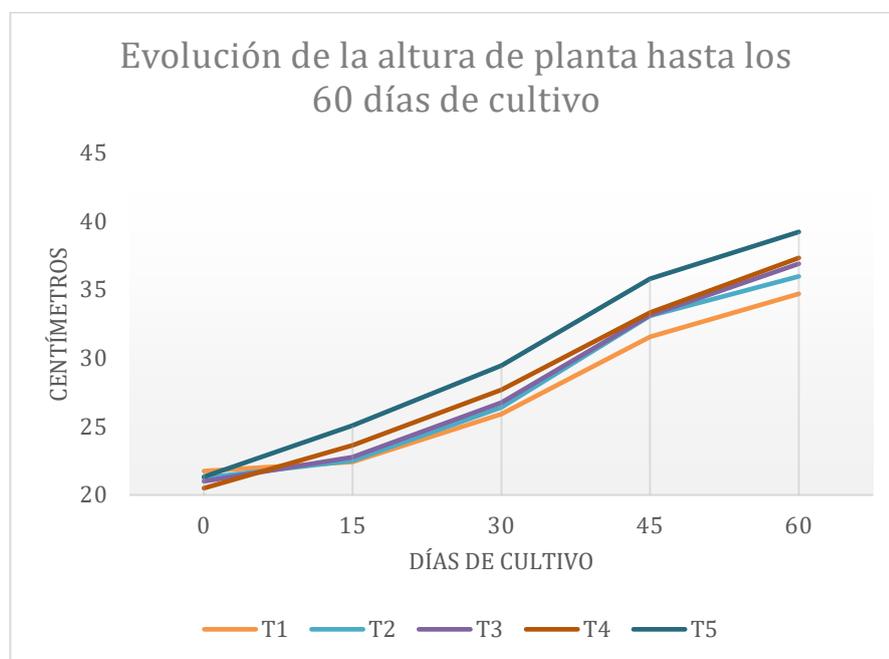
## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Altura de planta

La evaluación del análisis estadístico para la altura de planta lo realizamos cada 15 días después de la poda de formación, en el gráfico 01 se observa que el T5 (20 ml Biol de MM con RF) muestra la mayor altura de las plantas desde el inicio hasta los 60 días de cultivo, superando al resto de los tratamientos. Luego forman un grupo de crecimiento casi similar los tratamientos T4, T3 y T2 y en último lugar se encuentra el tratamiento Testigo con la menor altura de la planta.

Por lo que se puede deducir que la mayor concentración de MM con roca fosfórica brinda mayor incremento de altura en las plantas de Stevia.

**Gráfico 1.** Evolución de la altura de las plantas hasta los 60 días de cultivo



**Tabla 4.1.** Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días

	T1	T2	T3	T4	T5
<b>R1</b>	34.70	35.40	38.30	38.00	36.60
<b>R2</b>	34.00	36.50	37.20	36.80	39.20
<b>R3</b>	34.70	36.00	36.20	36.90	39.80
<b>R4</b>	35.40	36.00	35.90	37.60	41.30
<b>Prom</b>	34.70	35.98	36.90	37.33	39.23

En la tabla 4.1. observamos la variación de la altura de las plantas a los 60 días de cultivo; oscilando entre 39.23 y 34.70 cm, para los tratamientos T5 (20 ml Biol de MM con Roca Fosfórica) y el T1 Testigo (Agua más RF). Y con un promedio general entre los tratamientos de 36.83 cm.

**Tabla 4.2.** *Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Ft	Sgn
					0.05%	0.01%	
<b>Tratamientos</b>	4	45.02	11.25	<b>9.568</b>	3.056	4.893	* *
<b>Error</b>	15	17.64	1.18				
<b>Total</b>	19	62.66					
	% CV	2.95		̄X	36.83		

En la Tabla 4.1. mostramos el análisis de varianza para la altura de planta a los 60 días de cultivo, observando que el F calculado 9.568 valor mayor al F teórico al 5 y 1% (3.056 y 4.893) por lo que se afirma que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 2.95% de acuerdo a Calzada (1982), es un valor muy bueno, indicándonos que la distribución de las cantidades de MM con y sin roca fosfórica para cada tratamiento no tienen mucha variabilidad y se ratifica por la similitud de los datos entre las repeticiones para cada tratamiento. El ANVA con resultado altamente significativo nos indica que existe alta variación entre los tratamientos, afirmando que alguno de los tratamientos tiene influencia significativa para incrementar la altura de la planta de Stevia a los 60 días de cultivo.

Estos datos se ratifican con la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 4.2; aquí observamos que se forman 3 subgrupos, agrupando en el sub grupo (a) los tratamientos T5, T4, y T3 (20 y 10 ml de biol con MM y RF; 20 ml de Biol con MM sin RF, respectivamente Lo que nos indica que la mayor concentración de roca fosfórica ayuda al biol en el efecto para incrementar la altura de las plantas de stevia; de igual manera podemos interpretar

que la mayor concentración de biol influye en el incremento de la altura de las plantas.

**Tabla 4.3.** Prueba de significación de Tukey al 5% para altura de planta a los sesenta días de cultivo.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	39.23		
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	37.33	37.33	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	36.90	36.90	36.90
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		35.98	35.98
T1: Agua más RF (Testigo)	4			34.70
Sig.		.055	.430	.075

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

#### 4.2.2. Número de ramas

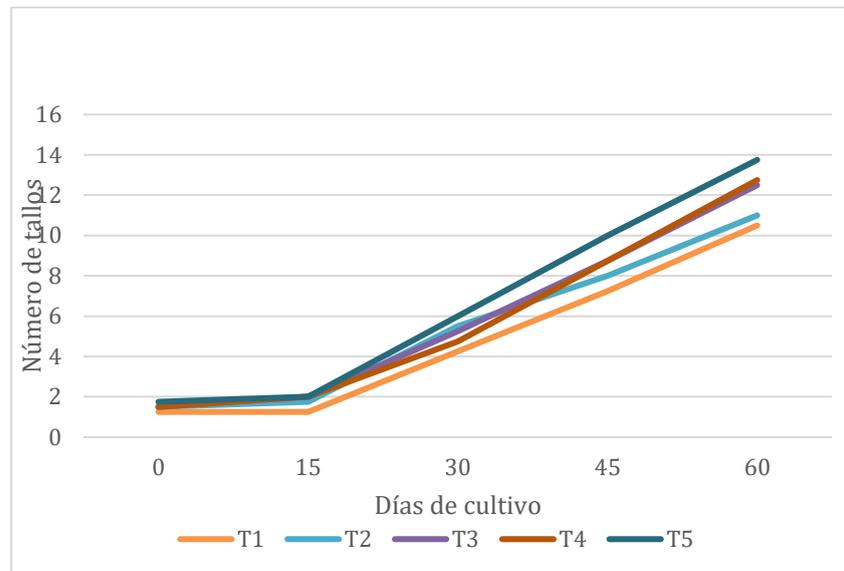
Los datos para evaluar el número de ramas se realizaron cada 15 hasta los 60 días de cultivo luego de la poda de formación, se presenta en la tabla 4.3 y se presenta en el gráfico 02. Aquí podemos observar que, a partir de los 30 días de cultivo, se incrementa el número de ramas para el T5 con 20 ml Biol de MM más Roca Fosfórica (RF) con 13.75 ramas promedio y este incremento se mantiene hasta el final de la investigación; seguido por el T4 con 10 ml Biol de MM con RF y T3 con 20 ml Biol de MM sin RF, con 12.75 y 12.50 ramas promedio respectivamente, como podemos observar ambos tratamientos tienen resultados similares. Luego forma otro grupo de líneas el T2: 10 ml Biol de MM sin RF y el T1: Agua más RF (Testigo) con 11.00 y 10.50 ramas promedio. Con estos resultados podemos suponer que 20 ml Biol de MM con RF es la mejor dosis de biol con RF para lograr mayor cantidad de ramas en las plantas de Stevia. Ya que la dosis de 10 ml Biol de MM con RF y 20 ml Biol de MM sin RF; tienen valores

casi similares, lo que indica que hay más efecto por el aumento del biol que por la adición de RF.

**Tabla 4 4.** Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo

Trat	Dias				
	0	15	30	45	60
<b>T1</b>	1.25	1.25	4.25	7.25	10.5
<b>T2</b>	1.5	1.75	5.5	8	11
<b>T3</b>	1.5	2	5.25	8.75	12.5
<b>T4</b>	1.5	2	4.75	8.75	12.75
<b>T5</b>	1.75	2	6	10	13.75

**Gráfico 2.** Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo



En la tabla 4.5, se presenta el ANVA para el número de ramas a los 60 días de cultivo; aquí observamos que el F calculado es de 9.228 que es un valor superior al F teórico al 5 y 1% (3.056 y 4.893), por lo que afirmamos que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos para los 60 días de cultivo. Esta significación estadística, nos indica que hay diferencia entre los resultados de los tratamientos por lo tanto el biol con roca fosfórica influye en el incremento de las ramas de Stevia a los 60 días de cultivo; así mismo el coeficiente de variabilidad es de 7.24, que de acuerdo a Calzada (1982), es un valor muy bueno por encontrarse dentro del rango de 30% que es máximo

porcentaje aceptable, lo que nos indica que la formulación de las dosis de biol con y sin roca fosfórica para cada tratamiento generan respuestas diferentes para cada tratamiento.

**Tabla 4.5.** ANVA para el número de ramas a los 60 días de cultivo

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
<b>Tratamientos</b>	4	28.30	7.08	<b>9.228</b>	3.056	4.893	**
<b>Error</b>	15	11.50	0.77				
<b>Total</b>	19	39.80					

% CV 7.24                       $\bar{X}$  12.10

En la tabla 4.6, se presenta la prueba estadística de Tukey al 5%, para el número de ramas en la Stevia a los 60 días de cultivo, Esta prueba se realizó con la intención de determinar que tratamientos muestran mayor y menor valor entre los tratamientos empleados para esta investigación, corroborando que el tratamiento que muestra el mayor cantidad de ramas es el T5 agrupándolos en 3 sub grupos destacando el T5 con 20 ml Biol de MM con RF; seguido por el T4 con 10 ml Biol de MM más RF; y el T3 con 20 ml Biol de MM pero sin RF; en el sub grupo B, se encuentran los tratamientos T4, T3 y T2; en este subgrupo (B) vemos que en primer lugar se encuentra el T4= 10 ml Biol de MM con RF; seguido por el T3= 20 ml Biol de MM sin RF, pero con menor valor que el T4, determinando que el factor limitante fue la ausencia de la roca fosfórica; y, en el subgrupo (C) se encuentran los tratamientos T2: 10 ml Biol de MM sin RF y T1: Agua más RF (Testigo), siendo el factor limitante el biol y también la roca fosfórica. Teniendo mayor resultado el tratamiento que tiene biol pero sin RF. Lo que nos indica que el biol tiene un efecto favorable para el incremento del número de ramas.

**Tabla 4.6.** Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas de *Stevia* a los 60 días de cultivo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	13.75		
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	12.75	12.75	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	12.50	12.50	
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		11.00	11.00
T1: Agua más RF (Testigo)	4			10.50
Sig.		.304	.081	.924

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

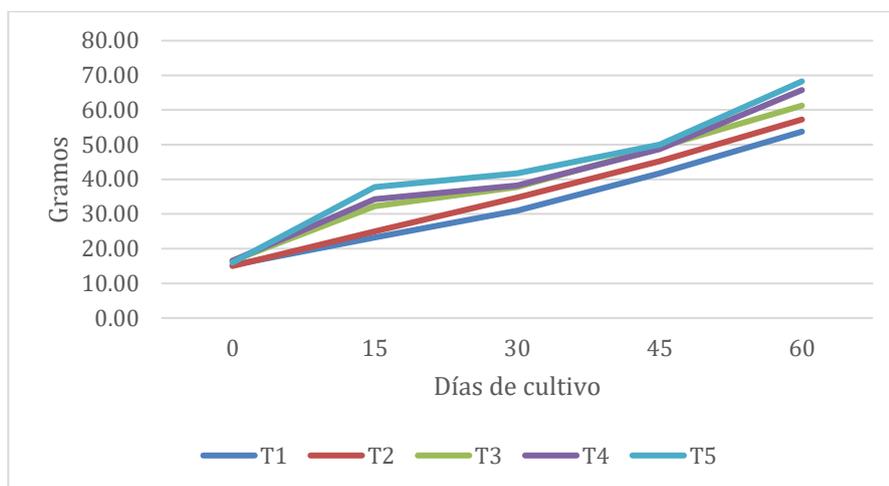
#### 4.2.3. Peso fresco de la planta (g)

El análisis estadístico para el peso fresco de las plantas se realizó de igual manera cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, los datos de la evolución del peso fresco de las plantas se presentan en la tabla 4.7. y lo podemos observar en el gráfico 03; que a los 15 de cultivo los tratamientos T5, T4 y T3 presentan el mayor peso fresco de planta que T2 y T1 (Testigo) pero a partir de los 30 días hasta el final de la investigación todos los tratamientos tienen un incremento del peso fresco en forma paralela, pero siempre liderado por el T5, seguida por el T4 y T3.

**Tabla 4.7.** Evolución del peso fresco de las plantas en g. hasta los 60 días

Tratam	Días				
	0	15	30	45	60
<b>T1</b>	15.25	23.25	31	41.75	53.75
<b>T2</b>	15.00	25.00	34.75	45.25	57.25
<b>T3</b>	16.50	32.25	37.75	49.25	61.25
<b>T4</b>	16.50	34.25	38.25	48.75	65.75
<b>T5</b>	16.00	37.75	41.75	50.00	68.25

**Gráfico 3.** Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días de cultivo



En la tabla 4.8. se presenta el análisis de varianza para el peso fresco de las pantas realizado a los 60 días de cultivo, aquí observamos que el F calculado 3.160 valor mayor solo al F teórico al 5% (3.056) y menor al 1% (4.893) por lo que afirmamos que existe una diferencia significativa pero solo al 5%. Lo que también nos indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes porque existe diferencia estadística significativa entre sus tratamientos. De igual manera el coeficiente de variabilidad es de 10.93%, según Calzada (1982), es un valor muy bueno, lo que nos indica que la distribución de cada tratamiento no tiene mucha variabilidad y se contrasta por la similitud de los datos entre las repeticiones para cada tratamiento.

**Tabla 4.8.** Se presenta el análisis de varianza para el peso fresco de las pantas realizado a los 60 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
<b>Tratamientos</b>	4	566.00	141.50	<b>3.160</b>	3.056	4.893	*
<b>Error</b>	15	671.75	44.78				
<b>Total</b>	19	1237.75					
	% CV	10.93		$\bar{X}$	61.25		

Se corrobora al realizar la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 4.9, donde se observa que los tratamientos se reagrupan en un subgrupo (a), pero todos los tratamientos se encuentran en un mismo subgrupo (a); agrupándolo en orden descendente a los tratamientos.

Observamos que el T5= 20 ml Biol de MM con RF, lidera el peso fresco de las plantas, seguido por el T4= 10 ml Biol de MM con RF, entre estos dos tratamientos solo ha variado la cantidad de biol de MM. Lo que también nos indica que a mayor cantidad de biol aplicado a las plantas se incrementa el peso fresco de las plantas. El T2 con el T1 solo se aplicó la menor cantidad de biol pero sin roca fósforica y el T1 es el testigo que solo se aplicó agua con roca fosfórica son los tratamientos que tiene los menores pesos fresco de las plantas.

La diferencia significativa en el peso fresco entre los tratamientos con y sin Roca Fosfórica indica que este fertilizante tuvo un impacto positivo en el crecimiento de las plantas de Stevia. Los tratamientos que incluyeron Roca Fosfórica (T1, T4 y T5) mostraron un peso fresco significativamente mayor que el tratamiento T2 (sin Roca Fosfórica).

**Tabla 4.9.** Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los sesenta días de cultivo.

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05 a
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	68.25
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	65.75
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	61.25
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4	57.25
T1: Agua más RF (Testigo)	4	53.75
Sig.		.052

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

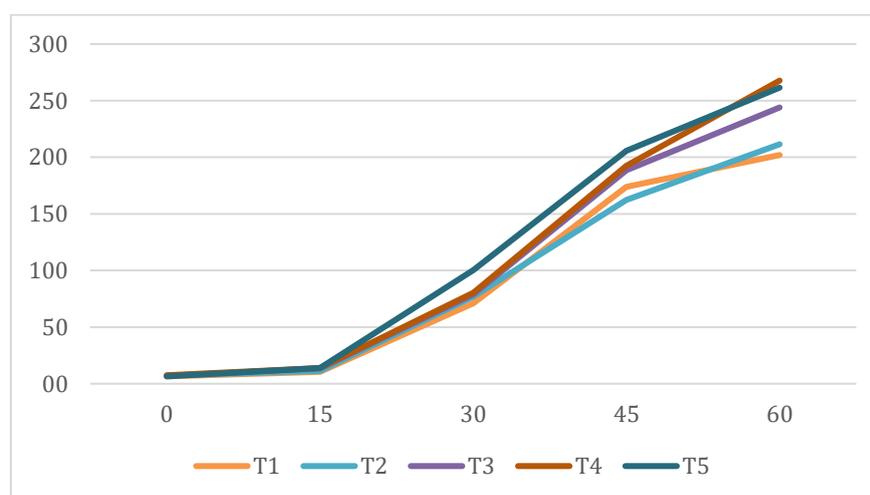
#### 4.2.4. Número de hojas (unidades)

La evaluación del número de hojas de las plantas de Stevia se realizó cada 15 días y lo observamos en la tabla 4.10 y gráfico 04.

**Tabla 4.10.** Evolución del número de hojas hasta los sesenta días de cultivo

Tratamientos	Días				
	0	15	30	45	60
<b>T1</b>	07	11	71	174	202
<b>T2</b>	7.25	11.25	77	162.25	211.5
<b>T3</b>	7	13.5	79	188.5	244
<b>T4</b>	7.50	14.00	80.50	192.50	267.75
<b>T5</b>	6.5	14	100.5	205.75	261.5
<b>Promedio</b>	06.95	12.65	81.60	184.60	237.35

**Gráfico 4.** Evolución del número de hojas de planta de Stevia rebaudiana hasta los 60 días de cultivo



El gráfico muestra la evolución del número de hojas de plantas de Stevia rebaudiana durante 60 días de cultivo bajo cinco tratamientos diferentes. Los tratamientos se basan en la aplicación de un "Biol" de microorganismos de montaña y Roca Fosfórica (RF).

T1 (Agua + RF): Este tratamiento es el control, donde las plantas solo reciben agua y Roca Fosfórica. Su crecimiento es el más lento, pero aún así muestra un aumento gradual en el número de hojas. El T2 (10 ml de Biol sin RF): Este tratamiento muestra un crecimiento ligeramente más rápido que T1,

indicando que el "Biol" de microorganismos por sí solo tiene un efecto positivo en la producción de hojas, aunque no tan significativo como la combinación con la Roca Fosfórica. El T3 (20 ml de Biol sin RF): Muestra que el aumento en la concentración del "Biol" (20 ml) no parece tener un impacto significativo en el crecimiento en comparación con T2. Esto sugiere que la concentración de 10 ml del "Biol" ya es suficiente para obtener un efecto positivo en la producción de hojas. En el T4 (10 ml de Biol + RF): observamos que el crecimiento es más rápido, lo que nos indica que la combinación del "Biol" con la Roca Fosfórica tiene un efecto sinérgico, promoviendo un crecimiento notablemente superior a los otros tratamientos; y en el T5 (20 ml de Biol + RF): con la mayor concentración del "Biol" y la adición de Roca Fosfórica, observamos que las plantas de Stevia tienen un crecimiento similar a T4. Esto sugiere que la adición de más "Biol" no aumenta significativamente la producción de hojas cuando se combina con la Roca Fosfórica.

En la tabla 4.11, se presenta el análisis de varianza para el número de hojas para los 60 días de cultivo, aquí observamos que el F calculado es de 9.097, con un valor superior al F teórico al 5% (3.056), y al F teórico al 1% (4.893), lo que nos indica que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esta significación estadística nos indica que existe diferencias para el 5%, y para el 1%. Esto representa la probabilidad de aceptar la hipótesis alterna al nivel de significación de 5% y 1% y rechazar la hipótesis nula.

El coeficiente de variabilidad es de 8.23% según Calzada (1982), manifiesta que es un valor bueno ya que se encuentra dentro del porcentaje reportado como máximo aceptable del 30%. Lo que nos indica que no existe mucha variación entre los datos evaluados en las repeticiones y sus tratamientos.

**Tabla 4.11.** ANVA para el número de hojas de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	13877.80	3469.45	9.097	3.056	4.893	* *
Error	15	5720.75	381.38				
Total	19	19598.6					
	%CV	8.23	$\bar{X}$	237.35			

Al aplicar la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 4.11. Esta tabla muestra los resultados de una prueba de Tukey (post-hoc) para comparar el número de hojas de plantas de Stevia rebaudiana a los 60 días de cultivo bajo diferentes tratamientos. La prueba se realizó al nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ .

Esta tabla nos indica que el T4 con 10 ml Biol de MM con Roca Fosfórica (RF): presenta el mayor número de hojas promedio (267.750). seguido por el T5 (20 ml Biol de MM con RF): que ocupa el segundo mayor número de hojas promedio (261.500); seguido por el T3 (20 ml Biol de MM sin RF): con un número de hojas promedio intermedio (244.000). Luego le sigue el T2 (10 ml Biol de MM sin RF): con un número de hojas promedio menor (211.500); y, finalmente se encuentra el T1 (Agua más RF): que tiene el menor número de hojas promedio (202.000), el cual fue el tratamiento control.

La significancia de 0.452 para el subgrupo (a), nos indica que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al número de hojas para ese subgrupo, asimismo, solo habría una probabilidad del 45% de tener los mismos resultados usando cualquiera de los tratamientos que encuentran en ese subgrupo. El valor de 0.055 para el subgrupo (b) indica que existe no existe diferencia significativa entre esos tratamientos ya que este valor esta alejado de la unidad (1.000: valor que indica que los tratamientos son iguales).

Por lo que podemos afirmar que La prueba de Tukey sugiere que los tratamientos T4 y T5 (con Biol de MM y RF) produjeron el mayor número de hojas en las plantas de Stevia a los 60 días. Existe una tendencia a que mayores concentraciones del bioestimulante y la presencia de la Roca Fosfórica aumenten el número de hojas. Sin embargo, dado que el valor de significancia global de 0.452 y (0.055) indican que hay dispersión en sus promedios y que el uso de las formulaciones para cada subgrupo, no tendrían los mismos resultados esperados en cada subgrupo.

**Tabla 4.12.** Prueba de significación de Tukey al 5% para el número de hojas de las plantas a los sesenta días de cultivo.

HSD Tukey <sup>a</sup>		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
Biol de MM con RF	4	267.750	
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	261.500	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	244.000	244.000
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		211.500
T1: Agua más RF (Testigo)	4		202.000
Sig.		.452	.055

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

#### 4.2.5. Peso fresco de las hojas

La evaluación del peso fresco de las hojas de las plantas se realizó cada 15 días y su evolución lo podemos observar en la tabla 4.12 y el gráfico 05.

**Tabla 4.13.** Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días

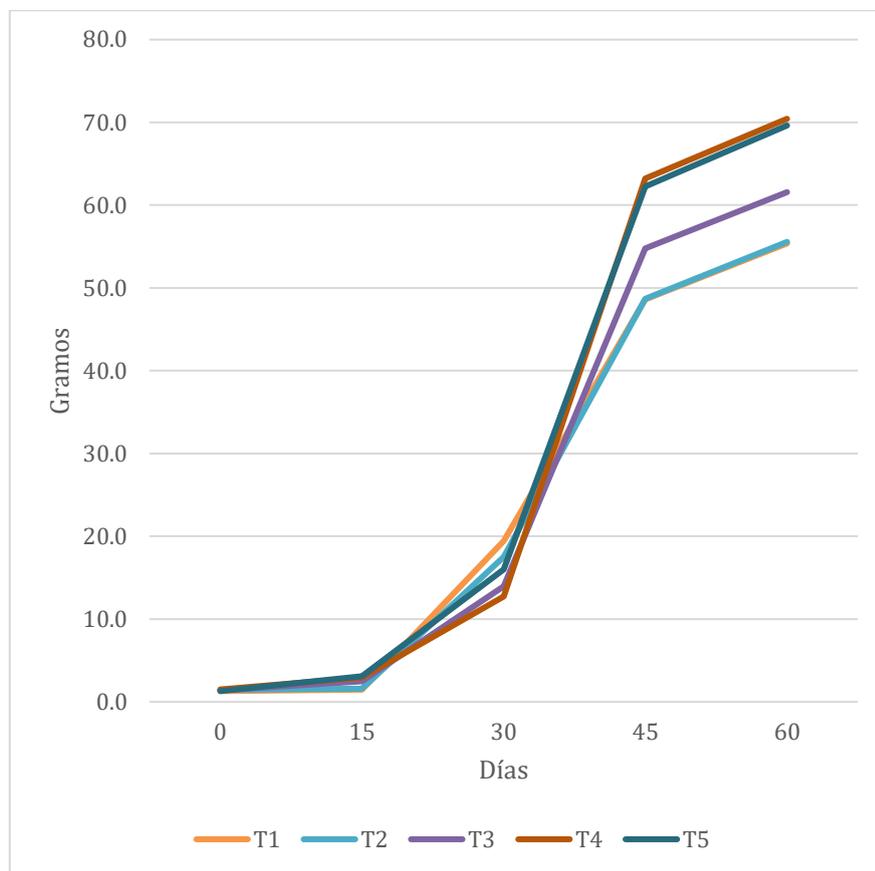
Tratam	Días				
	0	15	30	45	60
T1	1.3	1.5	19.5	48.6	55.4
T2	1.5	1.6	17.5	48.7	55.6
T3	1.4	2.5	14.0	54.8	61.6
T4	1.5	2.9	12.7	63.2	70.4
T5	1.3	3.1	16.0	62.3	69.6

En la presente tabla podemos observar que T1 (Agua + RF): El tratamiento testigo muestra un crecimiento gradual, pero lento, alcanzando un peso fresco de las hojas de 55.4 unidades a los 60 días. En el T2 (10 ml de Biol sin RF): presenta un crecimiento similar a T1, indicando que el "Biol" de microorganismos por sí solo no tiene un impacto significativo en el peso fresco de las hojas. En el T3 (20 ml de Biol sin RF): El aumento en la concentración del "Biol" (20 ml) induce a la planta a un aumento del peso fresco de las hojas ligeramente superior al T1 y T2, alcanzando un peso fresco de 61.6 unidades a los 60 días. En el T4 (10 ml de Biol + RF): este tratamiento muestra el crecimiento más rápido, alcanzando un peso fresco de 70.4 unidades a los 60 días. La combinación del "Biol" con la Roca Fosfórica tiene un efecto sinérgico, promoviendo un crecimiento notablemente superior a los otros tratamientos; y en el T5 (20 ml de Biol + RF): tratamiento con la mayor concentración del "Biol" y la Roca Fosfórica, presenta un crecimiento similar a T4, alcanzando un peso fresco de 69.6 unidades a los 60 días. Esto sugiere que la adición de más "Biol" no aumenta significativamente el peso fresco cuando se combina con la Roca Fosfórica.

Por lo que podemos afirmar que la Roca Fosfórica (RF) es un factor clave para el crecimiento de las hojas de Stevia; la adición de RF a los tratamientos (T4 y T5) influye en el aumento significativo al peso fresco de las hojas en comparación con los tratamientos sin RF (T2 y T3). Asimismo, podemos afirmar que "Biol" de microorganismos de montaña tiene un efecto positivo en los tratamientos T2, T3, T4 y T5 ya que promueve un ligero aumento en el peso fresco de las hojas en comparación con el control (T1), especialmente cuando se combina con la Roca Fosfórica.

Estos datos se presentan en el gráfico 05. Donde se visualiza con más detalle la evolución del peso fresco de las hojas de Stevia hasta los 60 días de cultivo, donde observamos que los tratamientos T4 y T5 lideran el peso fresco de las hojas a partir de los 45 días de cultivo hasta el final de la investigación y el T1 y T2 tienen valores muy cercanos.

**Gráfico 5.** Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia hasta los 60 días de cultivo



El análisis estadístico, se realizó al final de la investigación a los 60 días de cultivo ya que el objetivo de esta investigación es evaluar la influencia del biol de microorganismos de montaña con la adición de fósforo en la producción de hojas de *Stevia rebaudiana*, y en la tabla 4.13. presentamos el ANVA para el peso fresco de las hojas de Stevia a los 60 días de cultivo.

**Tabla 4.14.** *Tabla Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo*

F de v	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
<b>Tratamientos</b>	4	853.93	213.48	<b>6.082</b>	3.056	4.893	* *
<b>Error</b>	15	526.50	35.10				
<b>Total</b>	19	1380.430					
	%CV	9.48	$\bar{X}$	62.51			

En esta tabla, podemos ver que el F calculado es de 6.082, valor mayor al F teórico al 5% (3.056), y al F teórico al 1% (4.893), por lo que afirmamos que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esta significación estadística indica que existe diferencia estadística para el 5%, y para el 1%. Rechazando la probabilidad de aceptar la hipótesis nula a un nivel de significación del 5% y 1% y aceptar la hipótesis alterna. El coeficiente de variabilidad es de 9.48% porcentaje según Calzada (1982) interpretado como un valor muy bueno ya que se encuentra dentro del rango del 30% como valor máximo aceptado para el coeficiente de variación.

Al tener una alta significación estadística, se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 4.14.

**Tabla 4. 15.** *Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los sesenta días de cultivo.*

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	70.43	
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	69.63	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	61.57	61.57
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		55.56
T1: Agua más RF (Testigo)	4		55.38
Sig.		.264	.590

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Se observa que el T4 (10 ml Biol de MM con RF): Presenta el mayor peso fresco promedio (70.43). seguido por el 5 (20 ml Biol de MM con RF): Presenta el segundo mayor peso fresco promedio (69.63). Luego se encuentra el T3 (20 ml Biol de MM sin RF): Presenta un peso fresco promedio intermedio (61.57). En penúltimo lugar se encuentra el T2 (10 ml Biol de MM sin RF): Presenta un peso fresco promedio menor (55.56) y al último está el T1 (Agua más RF): Presenta el menor peso fresco promedio (55.38), sirviendo como Tratamiento testigo. En el subgrupo a, se encuentran los tratamientos T4, T5 y T3 con el mayor valor de peso fresco de las hojas, pero con una significación de 0.264, lo que nos indica que solo se tendría la probabilidad del 26 de obtener valores similares usando cualquiera de las dosis de los tratamientos que se encuentran en este subgrupo. En el sub grupo b, se encuentran los tratamientos T3, T2 y T1. Pero con una significancia de 0.590, lo que nos indica que se tendría una probabilidad del 59% de tener valores parecidos usando cualquiera de las dosis que se encuentran en este subgrupo.

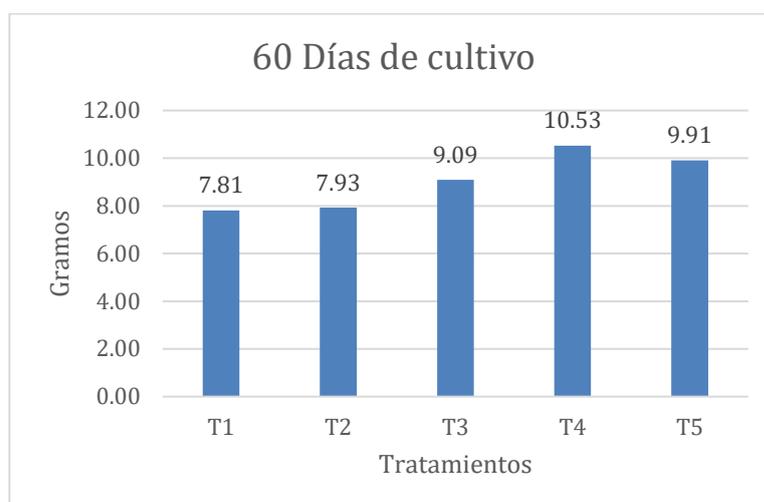
#### 4.2.6. Peso seco de las hojas (g)

La evaluación del peso seco de las hojas de las plantas se realizó al final de la investigación es decir a los 60 días de cultivo. Se presenta en la tabla 4.15 y en el gráfico 06.

**Tabla 4.16.** *Peso (g) de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo*

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
<b>R1</b>	7.98	7.06	8.30	11.47	10.71
<b>R2</b>	8.78	9.23	8.55	10.93	10.11
<b>R3</b>	6.69	7.28	10.50	10.58	9.98
<b>R4</b>	7.80	8.15	9.00	9.13	8.83
<b>Promedio</b>	<b>7.81</b>	<b>7.93</b>	<b>9.09</b>	<b>10.53</b>	<b>9.91</b>

**Gráfico 6.** *Peso (g) de las plantas de Stevia a los 60 días de cultivo*



En la esta tabla y su gráfico podemos observar que el T1 (Agua + RF): Es el tratamiento control y muestra un peso seco promedio de las hojas de 7.81 gramos, con una variabilidad entre las repeticiones. El T2 (10 ml de Biol sin RF): presenta un peso seco promedio de 7.93 g. ligeramente superior al control, pero con una variabilidad similar. El T3 (20 ml de Biol sin RF): con un aumento en la concentración del "Biol" (20 ml) presenta en un peso seco promedio superior a los anteriores tratamientos con 9.09 g, el cual es significativamente mayor que T1 y T2, indicando un efecto positivo del "Biol" en el peso seco de las hojas. El T4 (10 ml de Biol + RF): Este tratamiento muestra el mayor peso seco promedio (10.53 g.), indicando que la combinación del "Biol" con la Roca Fosfórica tiene un efecto sinérgico, promoviendo un crecimiento notablemente superior a los otros tratamientos; y, finalmente el T5 (20 ml de Biol + RF): Este tratamiento, se aplicó mayor concentración del "Biol" más Roca Fosfórica, reportando un peso seco promedio de 9.91 g, ligeramente superior al T4. Esto sugiere que la adición de más "Biol" no aumenta significativamente el peso seco cuando se combina con la Roca Fosfórica.

En base a estos resultados, podríamos afirmar que la combinación de la Roca Fosfórica con el "Biol" de microorganismos de montaña a una concentración de 10 ml parece ser la mejor opción para maximizar el peso seco de las hojas de Stevia rebaudiana. Sin embargo, se necesitan más estudios para confirmar estos resultados y optimizar la aplicación de estos tratamientos.

Estos datos se usaron para realizar el análisis de varianza (ANVA) , que lo presentamos en la tabla 4.15.

**Tabla 4.17.** ANVA para el peso seco de las hojas a los 60 días de cultivo

<b>F de V</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft 0.05%</b>	<b>Ft 0.01%</b>	<b>Sgn</b>
<b>Tratamientos</b>	4	22.79	5.70	<b>6.623</b>	3.056	4.893	* *
<b>Error</b>	15	12.90	0.86				
<b>Total</b>	19	35.693					
	%CV	10.25	$\bar{X}$	9.05			

En la tabla 4.15, se presenta el análisis de varianza del peso seco de hojas para los 60 días de cultivo, aquí observamos que el F calculado es de 6.623, con un valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), por lo que afirmamos que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esto indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula al nivel de significación de 1% y al 5% .

El coeficiente de variabilidad es de 10.23% de acuerdo con Calzada (1982), es un valor bueno ya que se encuentra dentro dl rango de porcentaje aceptable inferior al 30%.

En base a estos resultados se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%, la cual lo presentamos en la tabla 4.16,

**Tabla 4.18.** Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de las hojas de Stevia a los 60 días de cultivo

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	10.53		
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	9.91	9.908	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	9.09	9.088	9.09
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		7.930	7.93
T1: Agua más RF (Testigo)	4			7.81
Sig.		.234	.057	.338

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Aquí vemos que los tratamientos se agrupan en tres subgrupos (a, b y c) conformando el subgrupo (a) se encuentran los tratamientos T4, T5 y T3, pero con una significación de 0.234, lo que nos indica que a pesar de estar en un solo subgrupo estos tratamientos, sus resultados son diferentes y que existe una probabilidad del 23.4 para que usando cualquiera de las dosis se obtengan resultados similares. Forman el subgrupo (b) solo el T5, T3 y T2 con una significancia de 0.057, valor alejado de la unidad (1.000) lo que indica que sus resultados son diferentes a pesar de estar en un mismo subgrupo y que existe una probabilidad del 5% para tener valores similares usando cualquiera de las dosis de los tratamientos que se encuentran en ese subgrupo. Y, en el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos T3, T2 y T1 con una significancia de 0.338, lo que nos indica que también se obtiene resultados diferentes a pesar de estar en un mismo subgrupo. Con una probabilidad del 33% de tener resultados similares con cualquiera de los tratamientos usados en ese subgrupo.

#### 4.2.7. Rendimiento de las plantas de Stevia

La evaluación del rendimiento (expresado en kg/Ha de hojas en las plantas) se realizó al final de la investigación es decir a los 60 días de cultivo,

para lo cual se aplicó el cálculo de la cantidad de plantas que podrían ser cultivadas en una hectárea y sus resultados se expresaron en kg/Ha.

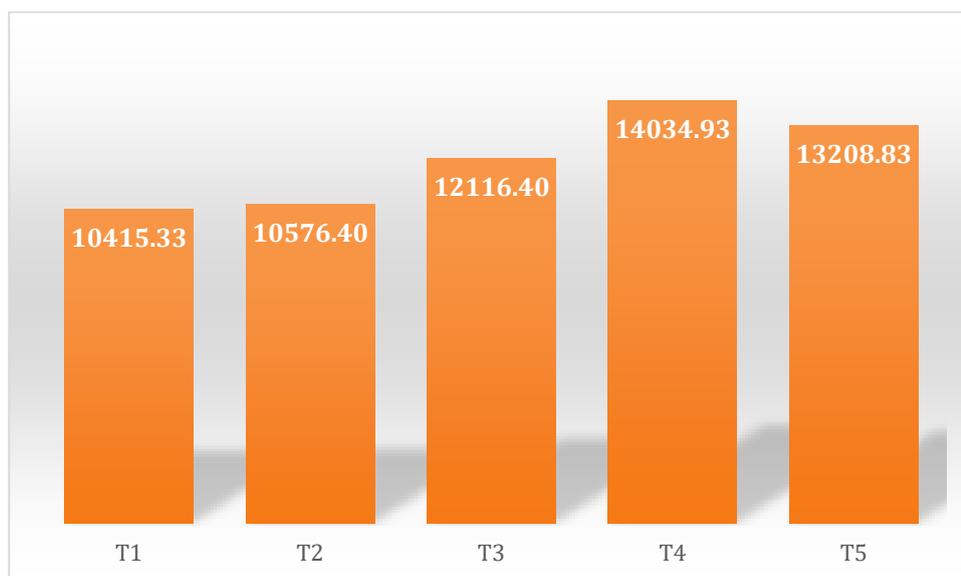
Estos resultados se presentan en la tabla 4.17 y en el gráfico 07

**Tabla 4.19.** Rendimiento (kg/Ha) de las plantas de *Stevia* a los 60 días de cultivo

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>R1</b>	10640.00	9418.93	11065.60	15288.00	14280.00
<b>R2</b>	11704.00	12312.00	11400.00	14574.56	13477.33
<b>R3</b>	8917.33	9706.67	14000.00	14105.00	13300.00
<b>R4</b>	10400.00	10868.00	12000.00	12172.16	11778.00
<b>Promedio</b>	<b>10415.33</b>	<b>10576.40</b>	<b>12116.40</b>	<b>14034.93</b>	<b>13208.83</b>

Esta tabla muestra el rendimiento de las plantas de *Stevia rebaudiana* a los 60 días de cultivo, bajo cinco tratamientos diferentes que combinan la aplicación de un "Biol" de microorganismos de montaña y Roca Fosfórica (RF) con cuatro repeticiones para cada tratamiento.

**Gráfico 7.** Rendimiento de las plantas de *Stevia* a los 60 días de cultivo (kg/Ha)



En la esta tabla y su gráfico podemos observar que el T1 (Testigo): Agua más RF: el rendimiento es el más bajo, con un valor de 10,415.33. Este tratamiento sirve como punto de referencia para comparar el efecto de los demás tratamientos. El T2: con 10 ml Biol de MM sin RF, su rendimiento fue

ligeramente superior al T1, con un valor de 10,576.40. La aplicación del "Biol" sin RF muestra un efecto positivo, aunque no es significativo. El T3 con 20 ml Biol de MM sin RF: El rendimiento de las plantas aumenta considerablemente a 12,116.40. presumiendo que mayor concentración del "Biol" de MM sin RF tiene un efecto positivo significativo en el rendimiento. El T4 con 10 ml Biol de MM con RF el rendimiento de las plantas alcanza su punto máximo con un valor de 14,034.93. Lo que nos indica que la combinación del "Biol" de MM con RF muestra un efecto sinérgico, mejorando significativamente el rendimiento. El T5 con 20 ml Biol de MM con RF: El rendimiento del peso seco de las hojas es ligeramente inferior al T4, con un valor de 13,208.83. Presumiendo, que la mayor concentración del "Biol" de MM con RF no produce un aumento adicional significativo en el rendimiento, sigue siendo superior a los tratamientos sin RF.

Los resultados sugieren que la aplicación del "Biol" de microorganismos de montaña, especialmente en combinación con la RF, tiene un efecto positivo en el rendimiento del peso seco de las hojas de *Stevia rebaudiana*. La mayor concentración del "Biol" de MM, tanto con o sin RF, parece aumentar el rendimiento. Sin embargo, es importante considerar que la adición de RF en el tratamiento T4 produce el mayor rendimiento. Esto podría indicar que la RF juega un papel crucial en la mejora del rendimiento, posiblemente al aumentar la disponibilidad de nutrientes esenciales para el crecimiento de la *Stevia rebaudiana*.

Por lo que podemos afirmar que la aplicación del "Biol" de microorganismos de montaña, especialmente en combinación con la RF, es una práctica viable para mejorar el rendimiento del peso seco de las hojas de *Stevia*

rebaudiana. Asimismo, la RF parece jugar un papel crucial en la mejora del rendimiento, posiblemente al aumentar la disponibilidad de nutrientes.

Para determinar si existe diferencia significativa en los resultados de los tratamientos, se realizó el análisis de varianza, que lo presentamos en la tabla 4.18

**Tabla 4.20.** ANVA para el rendimiento de las plantas de *Estevia*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
<b>Tratamientos</b>	4	40515224.98	10128806.24	<b>6.623</b>	3.056	4.893	**
<b>Error</b>	15	22939079.10	1529271.94				
<b>Total</b>	19	63454304.08					
	%CV	10.25		$\bar{X}$	12070.38		

Los resultados del ANVA, reportan el Fc. de 6.623, valor superior al Ft al 5 y 1% (3.056 y 4.893) lo que nos indica que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y que el efecto de las formulaciones de biol y RF tienen efecto diferente en el rendimiento en las plantas de *Stevia*.

Asimismo, podemos observar que el CV es de 10.25% valor que se encuentra dentro del rango aceptable según Calzada (1982), lo que nos indica que no existe mucha dispersión de los resultados entre los tratamientos y sus repeticiones.

Al tener una diferencia altamente significativa entre los tratamientos se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar que tratamientos tienen mejor resultado para obtener mejor rendimiento. Estos resultados los presentamos en la tabla 4.19.

**Tabla 4. 21.** Prueba estadística de Tukey al 5% para el rendimiento de las plantas de *Stevia*

HSD Tukey <sup>a</sup>				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T4= 10 ml Biol de MM con RF	4	14034.93		
T5= 20 ml Biol de MM con RF	4	13208.83	13208.83	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF	4	12116.40	12116.40	12116.40
T2: 10 ml Biol de MM sin RF	4		10576.40	10576.40
T1: Agua más RF (Testigo)	4			10415.33
Sig.		.234	.058	.337

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Esta prueba nos muestra que se forman 3 subgrupos, estando en el primer subgrupo (a) y con mayor rendimiento los tratamientos T4, T5 y T3, pero con una significancia de 0.234, lo que nos indica que existe una probabilidad del 23.4% de que usando cualquiera de las formulaciones que se encuentran en ese subgrupo se tenga los mismos resultados; en el segundo subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T5, T3 y T2 pero con un valor de significancia de 0.058, valor muy alejado de la unidad (1.000) lo que nos indica que aunque se encuentren estos tratamientos en un mismo subgrupo, al usar cualquiera de las formulaciones no hay probabilidad de tener los mismos resultados. En el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos T3, T2 y T1. Subgrupo con el menor rendimiento, pero con una significancia de 0.337, lo que nos indica que existe una probabilidad del 33.7% de que usando cualquiera de las formulaciones que se encuentran en ese subgrupo se tenga los mismos resultados.

Por lo que podemos afirmar que el mejor tratamiento es el T4 con 10 ml Biol de MM con RF para obtener el mejor rendimiento en las plantas de *Stevia*.

### 4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis del presente trabajo de investigación, la realizamos a partir de la hipótesis planteada.

Es así que tenemos:

**Ho:** El Biol de microorganismos de montaña y fósforo no influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

**Ha:** El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

#### 4.3.1. Regla de decisión

Si  $f_c \leq f_t$ , se acepta la  $H_0$ , y se rechaza la  $H_a$

Si  $f_c > f_t$ , se rechaza la  $H_0$ , y se acepta la  $H_a$

	<b>C V</b>	<b>f cal</b>	<b>f 0.5</b>	<b>f 0.1</b>	<b>Decisión</b>
Altura de planta	2.95	9.568	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$
Número de ramas	7.24	9.228	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$
Peso fresco de la planta	10.93	3.160	3.056	4.893	Se acepta la $H_a$ al 5%
Número de hojas	8.23	9.097	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$
Peso fresco de las hojas	9.48	6.082	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$
Peso seco de las hojas	10.25	6.623	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$
Rendimiento	10.25	6.623	3.056	4.893	Se rechaza la $H_0$

### 4.4. Discusión de resultados

En nuestra investigación, se evaluó el efecto del Biol de microorganismos de montaña y fósforo en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo. Utilizando diferentes formulaciones de "Biol de MM" con y sin "RF", mostramos resultados interesantes con relación a la altura de la planta de Stevia. Según la tabla de Tukey HSD indica que el tratamiento T5 (20 ml Biol de MM con RF) logró la mayor

altura promedio (39.23), seguido por T4 (10 ml Biol de MM con RF) y T3 (20 ml Biol de MM sin RF).

Al analizar los resultados para el crecimiento se evaluó la altura de las plantas, obteniendo para el ANVA una diferencia altamente significativa, indicando que existe efecto diferente entre los tratamientos del biol de microorganismos de montaña y la adición de roca fosfórica. Confirmando la hipótesis que la aplicación de biol con roca fosfórica influye en el crecimiento de las plantas.

Al comparar nuestros resultados con los de Salomé Gayosso-Rodríguez, et al. (2023) sobre "Enmiendas orgánicas en el crecimiento de *Stevia rebaudiana* en Tabasco" en México, quienes en su investigación utilizaron estiércol bovino (EB), estiércol ovino (EO), lombricomposta (LC) y fertilizante químico (FQ: testigo). Reportan que el uso de lombricomposta como enmienda orgánica mejoró el crecimiento del cultivo de *Stevia* logrando la mayor altura de planta a los 60 días de cultivo con 40.0 cm altura casi similar a reportado en nuestra investigación ya que la mayor altura fue de 39.23 cm usando 20 ml de biol con RF (T5).

Ambos estudios muestran que el uso de productos orgánicos o biofertilizantes puede mejorar el crecimiento de *Stevia*. Nuestro estudio sugiere que la combinación de "Biol de MM" con "RF" podría ser particularmente efectiva para aumentar la altura de la planta

Foronda, (2008). Investigó el efecto de dos bioestimulantes orgánicos en la producción de plantas de *Stevia* en localidad de Sapecho, Alto – Beni, demostró que existe diferencias estadísticas entre tratamientos, T4 Biol 750 cc/l con un promedio de 37.2 cm el que presenta mayor altura de planta frente al tratamiento T8 nutriGROW 8 cc/l con un promedio de 35.73 cm presentando las mayores

alturas, manifiesta que estos dos son los mejores tratamientos para obtener la mayor altura de planta; su resultado es ligeramente inferior a nuestra investigación ya que nosotros reportamos 39.23 cm como la mayor altura de planta, por lo que se corrobora que los microorganismos de montaña con roca fosfórica influyen en el incremento de la altura de la planta de Stevia. Algo parecido sucede con los resultados de Villanueva, (2009), quien evaluó cuatro niveles de fertilización orgánica mineral en el rendimiento de *Stevia rebaudiana*, en Satipo - Perú, reporta a los 45 días de cultivo la mayor altura de la planta fue de 36.29 cm. valor inferior a nuestros datos, pero lo obtuvo a en menor tiempo de cultivo.

Basantes. (2009), menciona que la función del biol al interior de las plantas, es activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como mecanismo de defensa de las mismas, esta acción se realiza a través de las hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejas, entre otros, presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas e energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo.

Para determinar la influencia del biol con RF en la biomasa de las plantas se evaluó el peso fresco de las plantas, número de ramas, número de hojas, peso fresco de las hojas y el peso seco de las hojas. Y, al realizar el ANVA para estos parámetros observamos que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos a excepción para el peso fresco de las plantas, que solo existe diferencia significativa al 5%. Por lo que se acepta la hipótesis alterna al 5 y 1% y solo al 5% para el peso fresco de las plantas.

Al comparar nuestros resultados de la variable de peso fresco de la planta con los datos reportados por Villanueva, (2009), quien evaluó cuatro niveles de fertilización orgánica y mineral en el rendimiento de *Stevia rebaudiana*, Tesis desarrollada en la UNCP – Satipo, reporta a los 45 días de cultivo entre 21.25 g y 10.78 g. valores inferiores a nuestros resultados realizado a sesenta días de cultivo, ya que nosotros obtuvimos 68.25 g para el T5 con 20 ml Biol de MM con RF. De igual manera al compararlo con los datos reportados por Bendezu y Oseas, (2015), quienes investigaron la acción del ácido indol-acético en la propagación vegetativa de *Stevia rebaudiana* Bertoni en Satipo, Tesis de la UNCP, en la primera cosecha a los 27 días de cultivo reportó el mayor y menor peso de 8.0 y 3.0 g, valores inferiores a nuestros resultados, pero nosotros reportamos los datos a los 60 días de cultivo obteniendo 68.25 y 53.75 g como mayor y menor peso fresco de las plantas. Nuestros resultados se sustentan a lo reportado por Rivero, (1999), quien argumenta que el uso de bioles, promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, sirviendo para las siguientes actividades agronómicas; acción sobre el follaje, floración, cuajado de frutos, enraizamiento y activador de semillas y partes vegetativas.

Al comparar nuestros resultados no los reportados por Chuquimango (2014) en la segunda evaluación a los 75 días, obtuvo el mejor resultado de peso fresco de la planta con la dosis de 60 % de abono orgánico de ovino (tratamiento T8), con una logrando 48.913 g en promedio por planta, mientras que nosotros obtuvimos mejor peso fresco de la planta con 68.25 para el T5: Los mayores pesos en nuestros datos pueden haber sido influenciados por las condiciones climáticas de Chanchamayo que es muy húmedo, así mismo puede que haya influenciado los días muy lluviosos que se tuvo en esas fechas lo que ocasiona la mayor

incorporación de líquidos en su estructura vegetativa, pero con menor cantidad de sólidos.

De igual manera en base a la afirmación de Medina (1990), indica que la adición de Biol en cualquier forma a las plantas, incrementa considerablemente el índice foliar a las plantas, este puede ser el uno de los factores que determinó el incremento del peso fresco de las plantas.

Nuestros datos sobre el peso seco de las hojas a los 60 días de cultivo obtuvimos como valor mayor y menor 10.53 g. para el T4 (con 10 ml Biol de MM con RF) y 7.81 g, para el T1 (Testigo) Al analizar el ANVA para los 60 días de cultivo, observamos que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, aceptando la  $H_a$ , que alguno de los tratamiento influye en incremento del peso seco de las hojas de Stevia; y, al realizar la prueba estadística de Tukey al 5% se observa que el T4 (con 10 ml Biol de MM con RF) es el mejor tratamiento para el peso seco de las hojas, nuestros datos se corroboran con lo expresado por Medina (1989), quien reporta el incremento del 38% en la eficiencia fotosintética y el incremento de la materia seca de la alfalfa por la adición de Biol.

Estos datos son corroborados por las afirmaciones de Soto, (1992), quien manifiesta que, al aplicar biofertilizantes líquidos a cultivos, éstos, ejercen funciones fisiológicas importantes, que provocan una serie de efectos positivos en las plantas entre los cuales está el aumento del área foliar y el peso fresco de las plantas por la mejor absorción de elementos nutritivos.

Igualmente, Medina, (1990), afirma que los bioestimulantes foliares incentivan el crecimiento en las partes aéreas en las plantas especialmente en cultivos anuales y semiperennes como la alfalfa. Quezada, (2011), coincide con

Medina (1990) al afirmar que los fertilizantes foliares estimulan el aumento de número y tamaño de las células de las hojas lo que determina el aumento en la producción vegetal.

El mayor incremento de los valores en los parámetros evaluados para determinar la influencia del fósforo en el biol en el cultivo de la Stevia, se sustentan a los reportado por Castro y Gonzales (2020), quienes manifiestan que los sólidos de fósforo influyen en el crecimiento de las plantas, pero a pesar de que el fósforo puede estar en grandes cantidades en el suelo, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible para ser absorbido (Vargas-Barrantes y Castro-Barquero 2019). Sin embargo, los microorganismos, por medio de la solubilización y/o mineralización del fósforo inorgánico y orgánico, ponen a disposición de la planta este elemento. El principal mecanismo para la solubilización es la producción de ácidos orgánicos y la mineralización de fósforo orgánico por medio de la acción enzimática.

## CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de las dosis de los microorganismos de montaña y fósforo en la producción de stevia (*stevia rebaudiana*, Bertoni) bajo condiciones de vivero en la merced-Chanchamayo, estableciendo su influencia en el crecimiento de la planta, su biomasa y la producción de la Stevia; por lo que en base a los resultados obtenidos determinamos:

- Según el ANVA para el crecimiento de las plantas se determinó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos y según la prueba estadística de Tukey al 5%, se determinó que el mayor crecimiento de las plantas se obtuvo con la dosis de 20 ml Biol de MM con roca fosfórica (RF); por lo que aceptamos la hipótesis específica que el Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el crecimiento aéreo de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). Asimismo, que la concentración óptima para incrementar la altura de plantas es de 20 ml Biol de MM con RF (T5)
- Según el ANVA para el incremento de la biomasa en las plantas, evaluando al peso fresco de las plantas, número de ramas, número de hojas, peso fresco de las hojas y peso seco de las hojas, se determinó que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos a excepción del peso fresco de las plantas que solo existe diferencia significativa al 5%; y, según la prueba estadística de Tukey al 5%, se determinó que mayor la mayor biomasa de las plantas se obtuvo con la dosis de 10 ml Biol de MM con roca fosfórica (RF) T4; por lo que aceptamos la hipótesis específica que el Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el incremento de la biomasa en la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). De igual manera se determina que la concentración óptima para incrementar la biomasa de las plantas es de 10 ml Biol de MM con RF.

- Según el ANVA para la producción de plantas, evaluando el rendimiento de las plantas, se determinó que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos asimismo, se determinó que el mayor rendimiento de las plantas se obtuvo con la dosis de 10 ml Biol de MM con roca fosfórica (RF) T4; por lo que aceptamos la hipótesis específica que el Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el incremento del rendimiento en la planta *Stevia rebaudiana*, Bertoni). De igual manera se determina que la concentración óptima para incrementar el rendimiento de las plantas es de 10 ml Biol de MM con RF. La Roca Fosfórica (RF) es un factor clave para el crecimiento de las plantas de *Stevia*:
- La adición de RF a los tratamientos (T4 y T5) resulta en un aumento significativo en la biomasa y en la producción de planta en comparación con los tratamientos sin RF (T2 y T3).
- **El rendimiento de las plantas de *Stevia* a los 60 días de cultivo se obtuvo con el T4 con 10 ml Biol de MM con RF alcanzado su punto máximo con un valor de 14,034.93 (kg/Ha).** Lo que nos indica que la combinación del "Biol" de MM con RF muestra un efecto sinérgico, mejorando significativamente el rendimiento. Por lo que podemos afirmar que la aplicación del "Biol" de microorganismos de montaña, especialmente en combinación con la RF, es una práctica viable para mejorar el rendimiento del peso seco de las hojas de *Stevia rebaudiana*.

## **RECOMENDACIONES**

- Se considera que es necesario repetir el experimento con un mayor número de réplicas por tratamiento para obtener resultados más robustos y disminuir la probabilidad de error.
- Se recomienda analizar los niveles de fósforo en el suelo antes y después del experimento para determinar la eficiencia de la Roca Fosfórica como fuente de fósforo.
- Realizar ensayos adicionales para determinar la dosis óptima de Roca Fosfórica para el cultivo de Stevia.
- Se recomienda investigar la composición del "Biol" para identificar los tipos de microorganismos presentes y su efecto específico en la Stevia rebaudiana.
- Se debe evaluar el efecto de la RF en diferentes tipos de suelo para analizar la respuesta de la Stevia rebaudiana a la RF en diferentes condiciones edáficas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andino Villafuerte, W. A. (2011). Evaluación de tres tipos de bioles en la producción de frejol (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Calima), en verde. Presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica, Riobamba - Ecuador
- Astier C. M. (1994). *Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México.
- Badilla, S. (2019). Efecto de fermentos microbianos sobre el desarrollo de plántulas de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L). Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 66 p.
- Barreto, H., y W.R. Raun. (1990). La precisión experimental de los ensayos regionales con maíz (*Zea mays*) a través de Centroamérica. En: T.J. Smyth, W.R. Raun y F. Bertsch, editores, Segundo Taller Latinoamericano de manejo de suelos tropicales, San José, Costa Rica 9-13 julio. Soil Science Department, North Carolina State University, NC, USA. p. 99-105.
- Basantes, E, (2009), Tesis de grado: Elaboración y Aplicación de dos tipos de Biol en cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* Var. Legacy), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Recursos Naturales Escuela de Ingeniería Agronómica, Riobamba – Ecuador, pág. 11, 12.
- Bendezu C, Oseas R. (2015). Propagación vegetativa de *Stevia rebaudiana*, Bertoni con aplicación de ácido indol-acético – Satipo. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo en la UNCP.

- Bonten, L. T. C., K. Zwart, R. P. J. J. Rietra, R. Postma, H. de, and S. L. Nysingh. (2014). Bio-slurry as fertilizer: is bio-slurry from household digesters a better fertilizer than manure? a literature review
- Calzada, B.J. (1982); Métodos estadísticos para la investigación. 5ta ed. Editorial “Milagros”. Lima Perú p. 644.
- Callisaya M. Alfredo. (2013). Efecto de niveles de abono orgánico en la concentración de estevioso de la eStevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en dos zonas agroecológicas de norte de la Paz.. Tesis para ing. Agrónomo
- Canto, M., & García, J. (2020). *Microorganismos en la agricultura sostenible*. Editorial Agrícola.
- Cardona, F; Morales, F.J.; Pastor Corrales, N.A. (2002). *Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina*. Lima – Perú. INIA. P. 17 – 21
- Castro B. Leida, González A. José. (2020). Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM). Extraído de: Agronomía Costarricense 45(1): 81-92. ISSN:0377-9424 / 2024 [www.mag.go.cr/revagr/index.html](http://www.mag.go.cr/revagr/index.html)
- Castro Barquero L, Murillo Roos M, Uribe Lorío L, Mata Chinchilla R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas Fluorescens*, *Azospirillum Oryzae*, *Bacillus Subtilis* y Microorganismos de Montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soyatom ate bajo condiciones de invernadero. Agron Costarric.; pp: 21-36.
- Chuquimango Chilón, José (2014). Influencia del abonamiento aplicado foliarmente en el cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana* B.) a nivel de invernadero en Cajamarca. Tesis de grado para optar título de ing. Agrónomo. UNC - Cajamarca
- FAO-UNESCO. (1996). Guía de fertilizantes y nutrición vegetal. Boletín N° p 56.30.

- Flores, L. (2016). Caracterización físico-química del biofertilizante Microorganismos de Montaña (MM) para la Finca Agroecológica Santa Inés. Zamorano, Honduras
- Gallosso Rodriguez, Salomé; Sánchez-Hernández, Rufo; Estrada-Botello, Maximiano; Lázaro-Díaz, Alejandra. (2023). Enmiendas orgánicas en el crecimiento de *Stevia rebaudiana* en Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 14 número 3 01.
- Gallopín, Gilberto C. (1990) Prioridades ecológicas para el desarrollo sostenible en América Latina, Latinoamérica, Medio Ambiente y Desarrollo. Instituto de Estudios e investigaciones Sobre el medio ambiente (IEIMA)
- González Ch., C., R. Ferrera-Cerrato, R. García y A. Martínez (1990). La fijación biológica de nitrógeno en un agroecosistema de bajo ingreso externo de energía en Tamulté de las Sabanas, Tabasco. *Agrociencia Serie Agua- Suelo-Clima*.
- Higa, T., & Wididana, G. (2004). *The concept and theories of effective microorganisms*. Centro Internacional de Investigación de la Agricultura de la Naturaleza. Japón: Okinawa University of Rykyus.
- Jiménez, T.; Cabrera, G.; Álvarez, E. y Gómez, F. (2010). “Evaluación del contenido de esteviósido y rebaudiósido A en una población de *Stevia rebaudiana* Bertoni (kaâ heê) cultivada comercialmente. Estudio preliminar”. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, vol. 8, no. 1, junio de 2010, pp. 47-53, ISSN 1812-9528.
- Li, Y.F. (2013). An integrated study on microbial community in anaerobic digestion systems. Ph.D., The Ohio State University, United States - Ohio.
- López, R., & Torres, A. (2019). *Beneficios de la Stevia rebaudiana en la salud humana*. *Revista de Fitoterapia*, 15(2), 45-52.

- Marcavillaca, M. C. (1984.) Micropropagación *in vitro* de *Stevia rebaudiana* Bertoni por medio de segmentos nodales y meristemas. vol. 9, edit. Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos, Argentina, 241-243 p.
- Medina, J (1990), El biol: fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola. Ed. Peligra. Cochabamba, Bolivia. pp. 42 – 47.
- Medina, A., L. Quipuzco, and J. Juscamaita. (2015). Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Miranda Ruiz, E. (2018). Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol) en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C.Martius) en Pucallpa Perú.
- Mora, N. (2010). Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando Microorganismos de Montaña (MM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica. Instituto tecnológico de Costa Rica, Escuela de Biología.
- Orbe Panchana, José Adrián. (2017). Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano. Tesis para optar título de Ing. Del ambiente. Honduras.
- Paredes, C. (2021). *El biol y su aplicación en la agricultura moderna*. EcoAgricultura, 34(1), 12-20.
- Quezada, F. (2011). Propagación por esquejes de *Stevia* (*Stevia rebaudiana* Bert) en tres sustratos y dos dosis de hormona de enraizamiento bajo invernadero en el Cantón Santa Isabel. Tesis de Grado. Universidad de Cuenca. Ecuador.
- Restrepo, R, J. (2001); Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Biopreparados y biofermentados basados en estiércol. Ed. Rev. San José, Costa Rica: IICA (Instituto Interamericano de cooperación para la

agricultura). p. 155.

Rivero, C. (1999). Revista alcance. Facultad de Agronomía, UCV. Vol. 57. 74, 75p.

Rodríguez C y Tafur T, (2014). Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica. San Martín, Perú: IV Congreso Nacional de Investigación (CONACIN) "Producción y visibilidad científica." p. 2. Rudolph A, Franco C, Becerra J, Barros A, Ahumada R. (2002). Evaluación de materia orgánica e hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos superficiales, Bahía Concepción-Chile. Boletín la Soc Chil Química. Dec; p:12.

Umaña Cardona, Steven (2017). Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Universidad de Costa Rica. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola.

Van Der Heijden, MG; Bardgett, RD; Van Straalen, NM. (2008). The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. Ecology letters 11(3):296-310.

Vázquez, B. L.; Robledo, P. A.; Muratalla, L. A. y Conde, M. V. (2014) "Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni y detección de steviósidos". *Bioagro*, vol. 26, no. 1, pp. 49-56, ISSN 1316-3361

Vargas B, P; Castro B, L. (2019). Aislamiento y evaluación se microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 43(1):47-68.

Villanueva Avellaneda, Karen. (2009). Evaluación de cuatro niveles de fertilización orgánico mineral en el rendimiento de la yerba dulce (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en la zona de Shucush (LONGAR, AMAZONAS) Tesis para optar título de ing. Agrónomo en la UNCP – Satipo.

### **Fuentes Electrónicas:**

- American Society of Agronomy. (ASA), (2024). Crops & Soils. Extraído de internet el 14 de setiembre de 2024, de: <https://www.agronomy.org/publications/books>.
- Cassaica Javier, Álvarez Edgar. (2008). RECOMENDACIONES TECNICAS PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL KA" A HE" E (*Stevia rebaudiana* Bertoni) EN EL PARAGUAY. Manual Técnico N° 8. (doc. en línea). Asunción, Paraguay. Disponible en [http://3.bp.blogspot.com/\\_Kn3TIUKsFnk/SUBewSHFknI/AAAAAAAAAEM/3f7uf3ootqY/s1600-h/FOTO+MANUAL.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_Kn3TIUKsFnk/SUBewSHFknI/AAAAAAAAAEM/3f7uf3ootqY/s1600-h/FOTO+MANUAL.jpg). Acceso 28 de diciembre de 2019.
- Colque, T; Rodriguez, D; Mujuca, A; Canahua, A; Apaza, V; y Jacopsen, S. (2005). Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Estación Experimental ILLPA – Puno, PE. (en línea) Consultado el 12 de agosto 2024. Disponible en: [www.quinoa.life.ku.dk](http://www.quinoa.life.ku.dk).
- Curco L. (2012). “*Propagación vegetativa de la stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) Aplicando hormonas ANA y AIB*”; de Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de estudios a distancia modalidad semipresencial. Ingeniería Agropecuaria. Acceso 12 de agosto de 2024. Sitio web: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/578/1/T-UTEQ-0129.pdf>.
- Foronda, G. (2008). Aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la producción de plantas de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), en Alto Beni – Sapecho. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo Universidad Mayor de San Andrés – Bolivia
- García, J. (2016). Biofertilizantes: Una alternativa sostenible para la agricultura. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la

Universidad Nacional de Colombia. <https://repository.unal.edu.co/handle/10454/39211>

Gatica, Patricio. (2009). AGRO INFORMACION SOBRE *Stevia rebaudiana Bertoni*. (en línea). Chillan, Chile. Disponible en [http://www.Steviabiobio.cl/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9&Itemid=2](http://www.Steviabiobio.cl/web/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=2). Acceso 22 de diciembre de 2024.

Grin. (2011). GERMOPLASM RESOURCES INFORMATION NETWORK. Estados Unidos. Germoplasma de la red de recursos de información. En línea. Maryland, Estados Unidos de Norte América. Disponible en <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl%3F16332>. Acceso el 12 de febrero de 2024.

INCAGRO, (2008). MANUAL TECNICO DE PRODUCCIÓN DE STEVIA. (en línea). Cajamarca, Perú. Disponible en [http://www.incagro.gob.pe/apc-aa-files/e457b3346514303468089b655b420d50/Manual\\_Tecnico\\_de\\_Stevia.pdf](http://www.incagro.gob.pe/apc-aa-files/e457b3346514303468089b655b420d50/Manual_Tecnico_de_Stevia.pdf). Acceso 25 de enero de 2025

Infoagro, (2010.) Stevia. Tipos de sustrato de cultivo. (en línea). Disponible en [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm). Acceso 9 de febrero de 2025.

Martinez Cruz, Michael (2015) *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. Una revisión. Ministerio de Educación Superior. Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Extraído de internet el 17 agosto de 2024, de: <https://ediciones.inca.edu.cu>.

Rodríguez, G. H.; Acosta, de la L. L. L.; Hechevarría, S. I.; Rivera, A. M. M.; Rodríguez, F. C. A.; Sánchez, G. E. y Milanés, F. M. (2007) “Comportamiento del cultivo de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni en Cuba”. *Revista Cubana de Plantas*

*Medicinales*, vol. 12, no. 4, 2007, ISSN 1028-4796, [Consultado: 12 de agosto de 2024], Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1028-47962007000400004&lng=es&nr m=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962007000400004&lng=es&nr m=iso&tlng=es)>.

Taiariol. D. (2006). Caracterización de la Stevia rebaudiana Bert. Acceso 5 de julio de 2024, de monografias.com Sitio web: <http://www.monografias.com/trabajos13/stevia/stevia.shtml>

Shuping, C. y Shizhen, S. (1995). “Study on storage technique of *Stevia rebaudiana* seed”. Acta Agronomica Sinica (China), vol. 21, no. 1, pp. 102-105, ISSN 1875-2780.

## **ANEXOS**

## Instrumentos de Recolección de datos

### FICHA DE EVALUACIÓN DE LA ALTURA DE LA PLANTA HASTA LOS 60 DÍAS DE CULTIVO

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	22	22.2	25.7	30.7	34.70
T1	02	22	22	25.5	31	34.00
T1	03	21	22.4	25.9	31.9	34.70
T1	04	22	23.1	26.6	32.6	35.40
T2	01	21	22.1	26	32.6	35.40
T2	02	22	23.2	27.1	33.7	36.50
T2	03	21	22.4	26.3	32.9	36.00
T2	04	21	22.3	26.2	33.2	36.00
T3	01	21	23.2	27.1	34.7	38.30
T3	02	22	22.4	26.4	33.4	37.20
T3	03	20	22.4	26.4	32.4	36.20
T3	04	21	23.1	27.1	32.1	35.90
T4	01	20	23.5	27.3	34.3	38.00
T4	02	21	23.6	27.5	32.5	36.80
T4	03	21	23.7	28	33.6	36.90
T4	04	20	23.7	27.9	32.9	37.60
T5	01	21	24.7	29.1	34.1	36.60
T5	02	21	24.7	29.1	36.1	39.20
T5	03	22	25.8	30.2	37.2	39.80
T5	04	21	24.7	29.7	37.7	41.30

FICHA DE EVALUCIÓN DEL NÚMERO DE TALLOS DE LAS PLANTAS HASTA LOS 60 DÍAS DE CULTIVO

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	1	1	4	7	10
T1	02	1	1	4	8	11
T1	03	2	2	5	8	11
T1	04	1	1	4	6	10
T2	01	2	2	5	7	11
T2	02	1	2	6	8	12
T2	03	2	2	6	8	10
T2	04	1	1	5	9	11
T3	01	2	2	5	9	12
T3	02	1	2	5	8	12
T3	03	1	2	6	10	14
T3	04	2	2	5	8	12
T4	01	2	2	5	10	14
T4	02	1	2	5	10	13
T4	03	2	2	5	8	13
T4	04	1	2	4	7	11
T5	01	2	2	6	10	14
T5	02	1	2	6	10	14
T5	03	2	2	6	11	14
T5	04	2	2	6	9	13

FICHA DE EVALUACION DEL PESO FRESCO DE PLANTA

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	15	20	27	39	55
T1	02	16	22	29	42	56
T1	03	15	32	39	47	55
T1	04	15	19	29	39	49
T2	01	15	21	29	41	51
T2	02	14	35	43	53	65
T2	03	16	23	33	41	53
T2	04	15	21	34	46	60
T3	01	16	24	29	40	51
T3	02	15	38	43	55	65
T3	03	16	39	45	57	70
T3	04	19	28	34	45	59
T4	01	17	26	29	41	62
T4	02	16	43	48	58	73
T4	03	17	35	39	48	63
T4	04	16	33	37	48	65
T5	01	16	33	35	41	58
T5	02	15	40	45	57	78
T5	03	16	42	46	55	73
T5	04	17	36	41	47	64

FICHA DE EVALUACIÓN DEL NUMERO DE HOJAS

Trat	Rep.	Días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	6	10	68	168	190
T1	02	6	10	68	192	209
T1	03	8	12	80	192	209
T1	04	6	10	68	144	200
T2	01	8	12	70	133	209
T2	02	7	11	84	176	228
T2	03	6	10	84	160	200
T2	04	8	12	70	180	209
T3	01	8	14	70	198	228
T3	02	6	12	70	176	228
T3	03	8	14	96	220	280
T3	04	6	14	80	160	240
T4	01	8	14	80	220	294
T4	02	6	14	80	220	273
T4	03	8	14	90	176	273
T4	04	8	14	72	154	231
T5	01	8	14	102	220	280
T5	02	6	14	102	210	266
T5	03	6	14	96	231	266
T5	04	6	14	102	162	234

FICHA DE EVALUACIÓN DEL PESO FRESCO DE HOJAS						
Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	1.2	1.40	20.40	50.4	57
T1	02	1.2	1.40	20.40	57.6	62.7
T1	03	1.6	1.68	20.00	57.6	41.8
T1	04	1.2	1.40	17.00	28.8	60
T2	01	1.6	1.68	14.00	39.9	54.34
T2	02	1.4	1.54	16.80	52.8	61.56
T2	03	1.2	1.40	25.20	48	52
T2	04	1.6	1.68	14.00	54	54.34
T3	01	1.6	1.96	11.90	59.4	59.28
T3	02	1.2	2.40	11.90	45.76	57
T3	03	1.6	2.80	19.20	66	70
T3	04	1.2	2.80	12.80	48	60
T4	01	1.6	2.80	12.80	66	76.44
T4	02	1.2	2.80	13.60	71.8	70.98
T4	03	1.6	3.08	14.40	56.8	70.25
T4	04	1.6	3.08	10.08	58.2	64.06
T5	01	1.6	3.08	16.32	66	72
T5	02	1.2	3.08	14.28	65.1	70.5
T5	03	1.2	3.08	19.20	69.3	71.5
T5	04	1.2	3.08	14.28	48.6	64.5

FICHA DE EVALUACION DEL PESO SECO DE HOJAS

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	0.24	0.14	2.45	5.04	7.98
T1	02	0.24	0.14	2.45	5.76	8.78
T1	03	0.32	0.17	2.00	5.76	6.69
T1	04	0.24	0.14	2.38	2.88	7.80
T2	01	0.32	0.17	1.82	3.99	7.06
T2	02	0.28	0.15	2.02	5.28	9.23
T2	03	0.24	0.14	2.77	4.80	7.28
T2	04	0.32	0.17	1.96	5.40	8.15
T3	01	0.32	0.20	1.90	5.94	8.30
T3	02	0.24	0.24	1.90	4.58	8.55
T3	03	0.32	0.28	3.07	7.26	10.50
T3	04	0.24	0.28	1.92	5.76	9.00
T4	01	0.32	0.28	2.18	6.60	11.47
T4	02	0.24	0.28	2.45	6.38	10.93
T4	03	0.32	0.31	2.59	6.34	10.58
T4	04	0.32	0.31	1.71	5.54	9.13
T5	01	0.32	0.31	2.45	6.60	10.71
T5	02	0.24	0.31	2.14	6.51	10.11
T5	03	0.24	0.31	2.88	6.93	9.98
T5	04	0.24	0.31	2.28	4.86	8.83

Rendimiento de las plantas (kg/Ha)

Trat	Rep.		
		60 D.	Prod/Ha
T1	01	7.98	10640.00
T1	02	8.78	11704.00
T1	03	6.69	8917.33
T1	04	7.80	10400.00
T2	01	7.06	9418.93
T2	02	9.23	12312.00
T2	03	7.28	9706.67
T2	04	8.15	10868.00
T3	01	8.30	11065.60
T3	02	8.55	11400.00
T3	03	10.50	14000.00
T3	04	9.00	12000.00
T4	01	11.47	15288.00
T4	02	10.93	14574.56
T4	03	10.58	14105.00
T4	04	9.13	12172.16
T5	01	10.71	14280.00
T5	02	10.11	13477.33
T5	03	9.98	13300.00
T5	04	8.83	11778.00

## Panel Fotográfico



Foto N° 01, 02, 03, 04. Preparación de Microorganismos de montaña fase sólida



Foto N° 05, 06. Elaboración del Biol con fósforo



Foto 07: Propagación de esquejes de Stevia



**Foto 08:** Realizando la poda de formación



**Foto 09:** Limpieza y cultivo de las plantas



**Foto 09: Evaluación de altura de planta**



**Foto 10: Número de hojas**