UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

T E S I S

Influencia del humus y bokashi en el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Bach. Greymer AVILA MAMANI

Bach. Yoan Yoger HUAMANTINCO TORRES

Asesor:

MSc. Josué Hernán INGA ORTIZ

La Merced – Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

T E S I S

Influencia del humus y bokashi en el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR	**Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA**
PRESIDENTE	**MIEMBRO**

Mg. José Hernán RODRÍGUEZ HUATAY

MIEMBRO

Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 018-2026/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
AVILA MAMANI, Greymer
HUAMANTINCO TORRES, Yoan Yoger

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis
Influencia del humus y bokashi en el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Asesor
Mag. INGA ORTÍZ, Josué Hernán

Índice de similitud
20 %

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 28 de abril de 2026

Firma Digital UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN (AVANZADA)
Firmado digitalmente por HUANES TOVAR Luis Antonio FAU 20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 28.04.2026 12:36:05 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
FCPR/UIFCCAA

DEDICATORIA

Con una considerable gratitud y aprecio a nuestros padres, por el apoyo incondicional en todo el eslabón de nuestra formación académica.

A nuestro asesor Mag. Josue Hernán Inga Ortiz, por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el desarrollo del presente trabajo.

A nuestros hermanos, por su apoyo y palabras de aliento para seguir adelante con el desarrollo del trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a las instituciones y personas que participaron en realización del presente 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 permitido desarrollar conocimientos, propios de la carrera, a través de las enseñanzas que nos impartieron cada docente que labora nuestra prestigiosa institución.
2. Al Dr. Luis Huanes Tovar, por habernos permitido realizar nuestra investigación en el vivero de Stevia a su cargo.
3. Al Mag. Josue Hernán Inga Ortiz, por brindarnos su tiempo, conocimientos y apoyo en la asesoría de nuestra tesis.
4. A nuestros compañeros de clase, con quienes compartimos gratos momentos durante nuestra vida universitaria.
5. A nuestros padres y familiares, quienes confiaron en nosotros.

RESUMEN

La presente tesis se desarrolló desde los meses a de marzo a junio de 2025, teniendo como objetivo determinar la influencia de los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo usando como sustratos orgánicos el bokashi, humus de lombriz, el Biol de microorganismos de montaña y como testigo se usó la tierra agrícola. Se evaluó a las plantas desde los 15 hasta los 60 días; obteniendo la mayor altura de planta en el tratamiento T5 usando 20,000 kg/Ha de Humus y 2000 Biol de MM/Ha. Logrando 40.23 cm con una diferencia significativa entre los tratamientos; el mayor número de tallos se logró en el mismo tratamiento logrando 12 ramas promedio; 63.00 g, de peso fresco de la planta; el mayor número de hojas igualmente se logró en el T5 usando Bokashi 20000 y 2000 Biol/Ha con 233.75 hojas promedio; 65.38 g. promedio; 8.95 g de peso fresco y seco de las hojas; por lo que afirmamos que los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña incrementan la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

Similar resultado se obtuvo con el tratamiento T5 para evaluar la producción de las plantas logrando un rendimiento de las plantas de 6006.21 kg/Ha. por lo que afirmamos que los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña incrementan la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) a nivel de vivero.

Palabras claves: *Stevia rebaudiana,* Biol de microorganismos de montaña, Sustratos orgánicos

ABSTRACT

This thesis was developed from March to June 2025, with the aim of determining the influence of organic fertilizers and mountain microorganism Biol on the production of Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) under nursery conditions in La Merced - Chanchamayo using bokashi, worm humus, mountain microorganism Biol as organic substrates and agricultural land was used as a control. Plants were evaluated from 15 to 60 days; obtaining the highest plant height in the T5 treatment using 20,000 kg / Ha of Humus and 2000 MM Biol / Ha. Achieving 40.23 cm with a significant difference between treatments; the highest number of stems was achieved in the same treatment, achieving 12 average branches; 63.00 g, fresh weight of the plant; The highest leaf count was also achieved in T5 using Bokashi 20,000 and 2000 Biol/Ha, with an average of 233.75 leaves; 65.38 g average; and 8.95 g fresh and dry leaf weight. Therefore, we affirm that organic fertilizers and mountain microorganism Biol increase Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) biomass.

A similar result was obtained with the T5 treatment to evaluate plant production, achieving a plant yield of 6,006.21 kg/Ha. Therefore, we affirm that organic fertilizers and mountain microorganism Biol increase Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) production at the nursery level.

Keywords: *Stevia rebaudiana*, Mountain microorganism Biol, Organic substrates

INTRODUCCIÓN

La Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) es una planta herbácea que viene desde Sudamérica y es famosa porque endulza de forma natural.

Como no tiene calorías ni carbohidratos, es una opción genial si se quiere evitar el azúcar, sobre todo si la persona se encuentra a dieta o se intenta comer con baja cantidad de carbohidratos. Además, ayuda a que el azúcar en la sangre no suba tan rápido después de comer. Por eso, muchas personas la eligen para cuidarse sin renunciar a lo dulce. Puedes encontrarla en muchas marcas y productos, como Truvia, Pure Via, Stevia In The Raw, SPLENDA Naturals Stevia Sweetener, Sweet Leaf y Enliten. (NAZCA, 2019)

Actualmente se cultiva en todo el mundo porque cada vez más gente busca alternativas más sanas a los edulcorantes artificiales. Para que la Stevia crezca bien, necesita buena tierra, nutrientes y un clima adecuado

Esta planta se adapta a los climas tropicales y subtropicales, y puede crecer desde el nivel del mar hasta los 1700 metros de altura. La capacidad edulcorante de la planta es por la presencia de los esteviósidos, que pueden ser hasta 300 veces más dulces que el azúcar común. Por eso, se está estudiando para ver cómo puede ayudarnos a estar más sanos. (Callisaya, 2013).

Cada vez más agricultores en La Merced – Chanchamayo, Perú, están apostando por el cultivo de Stevia. A pesar de este creciente interés, aún no se comprende completamente cómo los distintos tipos de tierra orgánica impactan en la producción de Stevia cuando se cultiva en viveros. Esta incertidumbre representa un obstáculo para establecer prácticas agrícolas que aseguren una producción sostenible a largo plazo.

Esta tesis tiene como objetivo determinar la influencia del humus,, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana,* Bertoni) en condiciones de vivero de la Merced – Chanchamayo. Se evaluará el

crecimiento, la biomasa, y el rendimiento del cultivo bajo diferentes tratamientos con estos sustratos orgánicos.

Nuestra investigación usará como sustratos orgánicos al humus, el bokashi y el biol de microorganismos de montaña.

Los resultados de nuestra investigación, contribuirá a la generación de información para el desarrollo de prácticas de un cultivo sostenible en la producción de Stevia para la región de la Merced – Chanchamayo, promoviendo el uso de recursos orgánicos y mejorando la calidad del producto final.

ÍNDICE

Pagina.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 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 5

1.4. Formulación de objetivos 5

1.4.1. Objetivo general 5

1.4.2. Objetivos específicos 5

1.5. Justificación de la investigación 6

1.6. Limitaciones de la investigación 8

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio 10
2.2. Bases teóricas – científicas 14
2.2.1. Los microorganismos de montaña 14
2.2.2. El Biol 17
2.2.3. Formas de aplicación del Biol 17
2.2.4. El bokashi y los microorganismos del suelo 19
2.2.5. El humus de lombriz 21
2.2.6. Generalidades de la Stevia (*Stevia rebaudiana,* Bertoni) 23
2.2.7. Propagación por Cultivo de Tejidos 26
2.3. Definición de términos básicos 26
2.4. Formulación de la hipótesis 27
2.4.1. Hipótesis general 27
2.4.2. Hipótesis específicas 28
2.5. Identificación de variables 28
2.5.1. Variable independiente 28
2.5.2. Variable dependiente 28
2.6. Definición operacional de variables e indicadores 29

CAPITULO 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 la investigación 32

3.4.1. Modelo aditivo lineal 32
3.4.2. Análisis de variancia 32
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 34

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. Evaluación de las variables 38
4.1.4. Procedimiento y conducción del experimento 40
4.1.5. Preparación de los tratamientos 41
4.1.6. Para la instalación de las plantas en el vivero 44
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados 45
4.2.1. Altura de planta 45
4.2.2. Número de ramas 48
4.2.3. Peso fresco de la planta (g) 52
4.2.4. Número de hojas de las plantas (unidades) 56
4.2.5. Peso fresco de las hojas 61
4.2.6. Peso seco de las hojas (g) 65

4.2.7. Rendimiento de las hojas (g).....69

4.3. Prueba de hipótesis 72

4.4. Discusión de resultados.....73

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Pagina.

Tabla 1. Composición de los tratamientos 41

Tabla 2. Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días 46

Tabla 3. Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días 47

Tabla 4. Prueba estadística de Tukey para altura de planta a los 60 días 47

Tabla 5. Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo 50

Tabla 6. ANVA para el número de ramas de Stevia a los 60 días de cultivo 51

Tabla 7. Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas a los 60 días de cultivo 52

Tabla 8. Incremento del peso fresco (g) de las plantas de Stevia hasta los 60 días de cultivo 53

Tabla 9. Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo 54

Tabla 10. Peso fresco (g) de las plantas a los 60 días de cultivo 55

Tabla 11. Prueba Tukey para el peso fresco de las plantas a los 60 días 56

Tabla 12. Evolución del número de hojas de Stevia rebaudiana por tratamiento, hasta los 60 días 57

Tabla 13. ANVA para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo 60

Tabla 14. Prueba estadística de tukey para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo 61

Tabla 15. Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia (g) hasta los 60 días de cultivo ... 62

Tabla 16. Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días 63

Tabla 17. Tabla Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo 64

Tabla 18. Tabla Prueba estadística de Tukey para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo 65

Tabla 19. Evolución del peso seco de las hojas en g. hasta los 60 días 66
Tabla 20. peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo 67
Tabla 21. Análisis de varianza para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo 68
Tabla 22. Prueba de significación estadística de Tukey para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo 69
Tabla 23. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición en kg/Ha 70
Tabla 24. ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia 71
Tabla 25. Prueba estadística de Tukey para el rendimiento de las hojas secas de Stevia 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Pagina.

Figura 1. Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días 45

Figura 2. Altura de las plantas a los 60 días 46

Figura 3. Evolución del número de ramas en las plantas hasta los 60 días 50

Figura 4. Número de ramas a los 60 días de cultivo.....50

Figura 5. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días.....54

Figura 6. Peso fresco (g) de las plantas a los 60 días de cultivo por tratamiento 55

Figura 7. Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días 58

Figura 8. Número de hojas en la planta e Stevia a los 60 días de cultivo.....58

Figura 9. Evolución del peso fresco de las hojas 62

Figura 10. Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días.....64

Figura 11. Evolución del peso seco de las hojas por tratamiento hasta los 60 días.....66

Figura 12. peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo.....67

Figura 13. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento 70

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La selva central de nuestro país comprende una biodiversidad de plantas cultivables para beneficio del hombre, pero el deficiente manejo de estos campos agrícolas conlleva a elevar propuestas para mejorar el uso de estas tierras.

Es necesario comprender las ventajas que ofrece la región y las dificultades que enfrentan los agricultores ante las oportunidades que se presentan en este contexto. La agricultura es una actividad económica fundamental en la Amazonía, pero su desarrollo debe considerar la riqueza de la biodiversidad, las diferencias entre la flora y fauna de la sierra andina y la Amazonía, las particularidades ecológicas de la selva y la necesidad de un manejo sostenible. (Canto & Garcia, 2020).

El enfoque integral que valore estos aspectos es necesario para el desarrollo de una agricultura sostenible y y mejore la calidad de vida del poblador en la selva peruana. Sin embargo, la intensificación de la producción agrícola, aunque ha logrado aumentar el rendimiento de los cultivos, ha generado una dependencia de insumos y pesticidas

sintéticos, con consecuencias negativas para el medio ambiente. La degradación de los recursos naturales, la erosión del suelo y la contaminación se han intensificado, sin lograr erradicar la pobreza rural.

Es necesario buscar el equilibrio entre la producción agrícola y el manejo de la biodiversidad, buscando alternativas sostenibles que permitan a la Amazonía peruana prosperar sin comprometer su futuro. (Astier, 1994).

La Amazonía peruana, es un ecosistema rico en biodiversidad, presenta un escenario complejo para la agricultura, con ventajas y desafíos que deben ser cuidadosamente considerados. posee una amplia gama de suelos fértiles y una gran variedad de climas, lo que permite el cultivo de una gran variedad de productos agrícolas, albergando una gran variedad de especies vegetales y animales, lo que ofrece un potencial para la producción de alimentos, medicinas y otros productos de valor, por lo que ofrece la posibilidad de desarrollar sistemas de producción agrícola sostenibles que minimicen el impacto ambiental, como la agricultura orgánica y la agroforestería. Actualmente existe una gran demanda de productos amazónicos, tales como el kion, cúrcuma, cacao, el café y las frutas exóticas, ofrece oportunidades de mercado internacional para los agricultores de la región. (Gallopin, 1990).

El uso de abonos orgánicos es una alternativa para disminuir el deterioro ambiental y mejorar la fertilidad de los suelos. Los agricultores tienen el desafío de conservar estos recursos naturales al utilizados y, al mismo tiempo, aumentar la productividad del suelo. (Astier, 1994)

La Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) surge como una alternativa para brindar alternativas en la solución de esta problemática agraria de la selva peruana. Esta planta herbácea, 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).

La Stevia, un edulcorante natural, que se ha posicionado en el mercado peruano, como un cultivo en expansión en nuestra Amazonía, especialmente en las regiones de Satipo, Pichanaki, Mazamari, San Martín, Bagua y Jaén. El Valle del Alto Mayo, en San Martín, estas regiones destacan como un importante centro de producción.

La Stevia brinda la oportunidad a los agricultores para diversificar la producción agrícola en la Selva Central, ofreciéndoles una alternativa económica por la creciente demanda global por productos naturales y saludables. Sin embargo, a pesar de su potencial, la producción de Stevia aún no se ha masificado en Perú, ya existen pocas empresas y agricultores que se dedican a esta producción, lo que limita su expansión y desarrollo.

Este estudio se centra en la determinar la influencia de los sustratos orgánicos específicamente el humus, el bokashi y el biol de microorganismos de montaña en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en la región de la Merced – Chanchamayo. Considerando que la región de la Merced – Chanchamayo es conocida por su clima tropical húmedo y su suelo rico en materia orgánica, lo que la convierte en un lugar potencial para el cultivo de Stevia. Sin embargo, la investigación sobre el impacto de los sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de la Stevia en esta región es limitada.

En La Merced, Chanchamayo, el cultivo de Stevia enfrenta al reto de mejorar el crecimiento y la producción de la planta. Para lograrlo, es fundamental elegir el sustrato adecuado, ya que este afecta directamente la disponibilidad de nutrientes, la humedad y la estructura del suelo.

Por lo tanto, nos proponemos investigar cómo diferentes sustratos orgánicos influyen en el crecimiento, la biomasa y el rendimiento de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) en un vivero en La Merced, Chanchamayo.

Creemos que los resultados de esta investigación podrían ser muy útiles para mejorar la producción de Stevia: Al identificar los sustratos que favorecen un crecimiento fuerte y una producción abundante. Disminuir el impacto ambiental promoviendo el uso de sustratos orgánicos, que son más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente que los sustratos inorgánicos y aumentar las ganancias del cultivo: Al mejorar el crecimiento y la producción de la planta, lo que puede generar mayores ingresos para los agricultores.

Nuestro objetivo es determinar cuál de los siguientes sustratos orgánicos: bokashi, humus de lombriz y Biol de microorganismos de montaña, ofrece el mejor rendimiento en el cultivo de Stevia. Para ello, evaluaremos parámetros como la altura de la planta, el número de tallos, su biomasa y el rendimiento general de la planta

1.2. Delimitación de la investigación

Este estudio busca determinar el rol de los nutrientes orgánicos en la activación del Biol, como biofertilizante, para optimizar la producción de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) en la Selva Central del Perú.

Con la intención de brindar una propuesta viable a los agricultores y mejorar los sistemas de producción en sus cultivos para mejorar sus recursos económicos.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

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

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Tendrá influencia los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar el crecimiento aéreo de la planta?
- ¿Tendrá influencia los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar la biomasa de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)
- ¿Tendrá influencia los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar la producción de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar el crecimiento aéreo Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- Evaluar la influencia de los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- Tendrá influencia los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para incrementar la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

1.5. Justificación de la investigación

La agricultura necesita de los microorganismos de montaña (MM), en forma sólida como líquidas (bioles), ya que han demostrado ser un aliado fundamental para recuperar los suelos. Estos microorganismos actúan como un agente microbiano que mejora la calidad del suelo, facilitando la absorción de nutrientes, descomponiendo materia orgánica, reprimiendo enfermedades. (Castro y Gonzales, 2020)

Los suelos pueden recuperarse agronómica por la reposición de nutrientes o la reactivación de microorganismos simbióticos. Estos microorganismos, alguno de ellos se asocia a las raíces de las plantas, favorecen la nutrición adecuada, por el aumento de la disponibilidad de nitrógeno mediante las bacterias Rhizobium, favorecen la absorción de fósforo mediante los hongos micorrízicos. (González et al, 1990)

El uso excesivo de fertilizantes inorgánicos y el monocultivo ha generado el desgaste de los suelos, disminuyendo su fertilidad; por lo que, para aumentar la productividad agrícola y proteger los recursos naturales, es necesario incentivar el uso de microorganismos benéficos, como los microorganismos de montaña. 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, (González et al, 1990).

La efectividad de los MM, puede verse limitada por factores como la escasez de materia orgánica en el suelo, el uso de agroquímicos y las prácticas de mecanización, a pesar de que poseen una alta concentración de microorganismos, tienen un bajo contenido de nutrientes. Por lo que es necesario incorporar materia orgánica y realizar otras prácticas agrícolas que favorezcan el desarrollo de los microorganismos, como la

creación de un hábitat adecuado, que actúan como elementos sinérgicos para potencian la acción de los MM.

La interacción biológica entre el suelo–plantas-microorganismos, se realizan preferentemente en el suelo, denominada rizósfera. Entre los efectos más importantes de estas reacciones es la efecto recíproco o mutualismo que se genera entre ellos. (Bendezu y Oseas, 2015).

Las comunidades microbianas de las zonas montañosas, compuestas por hongos, bacterias y levaduras beneficiosas, desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos microorganismos, aplicables mediante riego o pulverización foliar, actúan como biofertilizantes, con dosis y frecuencia de aplicación adaptadas a las necesidades y al ciclo de vida de cada cultivo. (Badilla 2019).

En el cultivo de la Stevia, el nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo de las plantas, ya que participa en la formación de clorofila, pigmento que permite la fotosíntesis y desarrollo de las plantas. Una deficiencia de nitrógeno puede provocar un amarilleamiento de las hojas (clorosis) debido a la reducción en la producción de clorofila. De igual manera el nitrógeno es crucial para el crecimiento de las partes vegetativas de la planta, como las hojas, los tallos y las raíces. Un suministro adecuado de nitrógeno promueve un crecimiento vigoroso y saludable de la Stevia. Galloso et al, (2023).

La Stevia se cultiva principalmente por sus hojas, las cuales contienen los esteviósidos. Un suministro adecuado de nitrógeno es fundamental para la producción de una biomasa abundante de hojas, lo que se traduce en una mayor producción de esteviósidos. Asimismo, La urea es un fertilizante nitrogenado ampliamente utilizado en la agricultura. Es una fuente de nitrógeno fácilmente asimilable por las plantas, lo

que la convierte en una opción eficiente para el cultivo de Stevia. Se descompone rápidamente en el suelo, liberando amonio (NH4+) y nitrato (NO3-), formas de nitrógeno que las plantas pueden absorber fácilmente. Royalbrinkman (2025). Pero por descomponerse rápidamente no es recuperable para futuras campañas agrícolas, generando un desequilibrio nutricional del suelo ya que fertilizantes químicos suelen estar compuestos principalmente por macronutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). La aplicación excesiva de estos nutrientes puede desequilibrar la disponibilidad de otros nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, como calcio, magnesio, azufre, hierro, zinc y cobre. (IFA, 2022). Este desequilibrio puede afectar negativamente el desarrollo de las plantas, haciéndolas más susceptibles a enfermedades y plagas, generando la acidificación del suelo, ya que los fertilizantes nitrogenados, pueden acidificar el suelo, lo que puede afectar la disponibilidad de nutrientes y la actividad de los microorganismos beneficiosos, inhibiendo la actividad de los microorganismos beneficiosos en el suelo, como bacterias, hongos y lombrices.

Nuestra investigación se orienta a la búsqueda de prácticas agrícolas sostenibles y eficientes, aprovechando las características benéficas de los microorganismos de montaña y la adición de humus y bokashi para mejorar el crecimiento y la producción de la Stevia. Proponiendo desarrollarla en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de marzo 2025 a junio del año 2025 para determinar la concentración óptima de nitrógeno en los activados del Biol con microorganismos de montaña, bajo condiciones de Chanchamayo, a nivel de vivero.

1.6. Limitaciones de la investigación

Este estudio enfrenta dos desafíos importantes: primero, la recolección de microorganismos de montaña para la producción del biofertilizante "Biol" el que se ve obstaculizada por la expansión agrícola que contamina los ecosistemas necesarios,

limitando el acceso a bosques vírgenes con árboles en descomposición donde habitan estos microorganismos. Segundo, la optimización de la metodología para la preparación del Biol, incluyendo la adición de nutrientes orgánicos, requiere un desarrollo específico. Superar estas limitaciones es crucial para asegurar la validez y el éxito de la investigación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Canto y Garcia (2020) manifiestan que el uso de los microorganismos de montaña, tanto en la versión sólida como las activaciones líquidas (bioles de MM), es necesaria, por las funciones que se les atribuye como inóculo microbiano, los cuales funcionan como mejorador de la biota del suelo, controla las enfermedades de las plantas, ayuda a descomponer los elementos esenciales del suelo, así como descompone la materia orgánica entre otras funciones.

Los bioles elaborado a base de microorganismos de montaña son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por lo que, las bajas cantidades de materia orgánica en el suelo, la utilización de agroquímicos y el exceso de mecanización pueden limitar las potencialidades de estos microorganismos. Mientras que un manejo adecuado de la incorporación de material orgánico y otras prácticas ecológicas, generan condiciones favorables para el crecimiento de los microorganismos (Castro et al. 2015, Badilla 2019).

Canto y Garcia (2020). Fundamentan la necesidad de realizar el enriquecimiento del Biol con en el proceso de la activación con sales de fuente natural de diversos nutrientes como N, K, P, Ca, Mg y otros elementos menores como Mn y B.

Śniegowska et al, (2024), en su investigación sobre el cultivo de Stevia, tuvo como objetivo determinar si es viable cultivar plantas *de Stevia rebaudiana* en Polonia, un país caracterizado por un clima más frío que las regiones nativas de las plantas de Stevia. Además, se analizó el impacto de la adición de diversas dosis y formas de fertilizantes nitrogenados. Se determinó que la *Stevia rebaudiana* cultivada en Polonia se caracteriza por una concentración bastante baja de esteviósidos, aunque una fertilización nitrogenada adecuada puede mejorar diversas características de las plantas cultivadas. La adición de 100 kg o 150 kg de nitrógeno por hectárea de campo en forma de urea o nitrato de amonio aumentó el rendimiento de las plantas de Stevia.

Youssef, et al (2021). Realizaron un experimento de campo por dos años para investigar la respuesta de crecimiento de las plantas de Stevia bajo la influencia de fertilizantes nitrogenados (NF) y microorganismos efectivos (EM). La investigación se realizó en parcelas divididas, con microorganismos eficientes como el factor de parcela principal (−EM y +EM) y NF como el factor de subparcela [control, NF químicos (Ch-N) y NF orgánicos (Org-N)]. Los resultados mostraron que las plantas tratadas con EM y Org-N mostraron aumentos de 2, 2,2, 2,4, 2,5, 3,3 y 3 veces en la altura de la planta, el número de ramas, el área foliar total, el peso fresco de la planta, el peso seco de la planta y el rendimiento de hojas secas, respectivamente, en comparación con las plantas no tratadas. De manera similar, las plantas que recibieron EM junto con Ch-N mostraron aumentos de 1,86, 1,7, 2,2, 2,12, 3 y 2,72 veces en los mismos rasgos. Los contenidos totales de clorofila, proteína, N, P, K y esteviósidos aumentaron en 88,8, 152, 138, 151,5, 43 y 137,5% cuando se aplicaron EM y Org-N a las plantas de stevia.

La aplicación de EM junto con Ch-N aumentó estas propiedades en 0,5, 127,7, 115, 216, 42,6 y 83,8%, respectivamente, en las mismas características. En general, la aplicación combinada de NF y EM mejoró el crecimiento, el rendimiento y la acumulación de nutrientes en las plantas de Stevia.

Castro y Gonzales (2020), en su experimento para determinar los factores que afectan la calidad de la fase líquida de MM (biol), tales como el tiempo de activación, aireación, presencia de nutrientes, entre otros. manifiestan que el enriquecimiento del Biol de MM con sales de fuente natural de diversos nutrientes como, K, Ca, Mg u otros elementos menores como Mn y B. En este caso, se determinó el efecto del enriquecimiento con K (K2SO4) sobre los 4 grupos funcionales determinados; se encontró que a los 12 DDA (Días después de la activación) todas las poblaciones aumentaron por el enriquecimiento con la sal.

Vega (2017) encontró que el enriquecimiento del Biol con microorganismos de montaña, con soluciones de K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe Mg y Zn, incrementaron en todos los casos las poblaciones Lactobacilos, Levaduras, FN (Bacterias fijadoras de nitrógeno) y microorganismos solubilizadores de fósforo (SP) hasta en el orden de 10 y 100 veces, según el grupo funcional evaluado. La utilización de los activados de MM enriquecidos con estas sales representa un aporte no solo de inóculo microbiano en mayor concentración, sino también de nutrientes.

Torres et al. (2022) estudiaron el efecto de diferentes dosis (10% y 20%) y frecuencias (cada 8 y 25 días) de aplicación de microorganismos de montaña activados (MMA) en el crecimiento de rosales, comparando con un control convencional y otro ecológico. Utilizando un diseño completamente al azar con seis tratamientos (cada uno con 530 plantas), encontraron que las mejores variables de crecimiento (longitud y diámetro del tallo, número y tamaño de hojas, tamaño de la flor y vida útil) se

obtuvieron con la aplicación del 20% de MMA cada 15 días en manejo convencional y cada 8 días en manejo orgánico. En conclusión, la dosis del 20% de MMA promueve el crecimiento y la producción de rosales en invernadero.

Andino (2011) demostró que los microorganismos de montaña (MM) son cruciales en la agricultura orgánica, según su investigación sobre la activación líquida de estos. El estudio analizó variables como el tiempo de activación, la aireación, la cantidad de MM sólido, la melaza y los nutrientes inorgánicos añadidos. Se observó un incremento en las poblaciones microbianas al agregar potasio orgánico (K), indicando que los MM activados y enriquecidos con esta fuente orgánica pueden servir también como fertilizante. Si bien la roca fosfórica no modificó las poblaciones, los resultados sugieren que el fósforo solubilizado se retiene en la biomasa microbiana. Este fósforo es vital para el metabolismo microbiano, incluyendo la producción de enzimas que descomponen la materia orgánica en nutrientes asimilables por las plantas.

El estudio de Orbe (2017) sobre el cultivo de rábano con biofertilizante de microorganismos de montaña (MM) determinó que la dosis más alta (27.20 ml) produjo el mayor crecimiento de la planta (parte aérea y raíces) y el mayor peso de los bulbos, siendo además una opción económicamente viable. Los cambios en el pH y los nutrientes del suelo fueron mínimos, lo que indica que las dosis de MM utilizadas influyeron positivamente en el crecimiento del rábano y en las propiedades del suelo. Se sugiere el uso de MM en conjunto con otros abonos orgánicos para optimizar los rendimientos y se recomienda realizar investigaciones adicionales en diferentes tipos de suelo.

En síntesis, los estudios muestran que los microorganismos de montaña (MM) son una herramienta valiosa para la agricultura sostenible, mejorando la salud del suelo, la absorción de nutrientes y el crecimiento vegetal, lo que lleva a una producción más

eficiente y ecológica. La investigación indica que la aplicación de MM, especialmente combinada con otros fertilizantes orgánicos, influye positivamente en el crecimiento de los cultivos y en las propiedades del suelo, aunque se requieren más estudios para optimizar su uso en diferentes contextos edáficos.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Los microorganismos de montaña

Torres et al. (2022) destacan los microorganismos de montaña (MM) como una alternativa sostenible a los agroquímicos, utilizados como bioestimulantes e inmunoestimulantes en plantas. Según Vinces Moreira (2014) y Succhini Ramírez (2012), estos MM, compuestos principalmente por bacterias, hongos y levaduras benéficas, se originan de la descomposición natural de materia orgánica en diversos ecosistemas, proporcionando nutrientes para el crecimiento vegetal. Su producción artesanal y de bajo costo, según Castro et al. (2015), aprovecha la biodiversidad microbiana de zonas boscosas para su aplicación en la agricultura. La identificación de los MM en hojarasca se basa en el color de sus colonias (verdes, anaranjados, blancos, etc.), más visibles al inicio o final de las temporadas de lluvia (Umaña et al., 2017). Se recomienda recolectarlos en áreas boscosas poco transitadas para evitar la contaminación con microorganismos patógenos.

Según Lombricero (2024), los microorganismos de montaña (MM) son una rica comunidad de hongos y bacterias que viven en simbiosis con la vegetación de bosques y montañas húmedos, intercambiando nutrientes y carbohidratos, impulsados por la energía solar. Para obtener MM, se recolecta mantillo de bosques biodiversos, se mezcla con salvado y agua (con melaza o azúcar), y se fermenta durante 20-30 días en un recipiente cerrado. Este proceso potencia microorganismos anaerobios y aerobios, incluyendo levaduras (favorecidas por la adición de hidratos de carbono) y bacterias

ácido lácticas (estimuladas con leche), que contribuyen a la descomposición de materia orgánica y a la creación de abonos orgánicos líquidos o para aplicación directa en suelos y cultivos.

Castro y Gonzales (2020) destacan la importancia de los microorganismos de montaña (MM), tanto sólidos como en forma líquida (bioles), para la agricultura sostenible. Actúan como mejoradores de la biología del suelo, suprimiendo enfermedades, facilitando la disponibilidad de nutrientes, descomponiendo materia orgánica, optimizando la producción animal y controlando malos olores. Los bioles de MM contienen principalmente cuatro grupos funcionales de microorganismos benéficos: fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, lactobacilos y levaduras (Castro et al., 2015). El creciente interés en su uso agrícola se debe a su capacidad para mejorar la salud del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la resistencia de las plantas a enfermedades (Paredes, 2021).

Asimismo, manifiesta que los microorganismos de montaña desempeñan un papel fundamental en el equilibrio ecológico, estando presentes en todos los ecosistemas naturales. Su uso en la agricultura representa una alternativa sostenible para mejorar la productividad y la salud de los cultivos, contribuyendo a un sistema agrícola más equilibrado y respetuoso con el medio ambiente.

El uso de microorganismos de montaña ofrece importantes ventajas medioambientales al mejorar la salud del suelo y la disponibilidad de nutrientes los microorganismos de montaña reducen la necesidad de fertilizantes sintéticos minimizando el impacto ambiental asociado con su producción transporte y aplicación estos fertilizantes sintéticos a Menudo contribuyen a la contaminación del agua mediante escorrentías, lixiviación, dañando los ecosistemas acuáticos. Los

microorganismos de montaña también promueven la descomposición de la materia orgánica reduciendo la dependencia de productos químicos. Castro y Gonzales (2020)

Los microorganismos de montaña (MM) se componen de aproximadamente 80 especies, distribuidas en diez géneros y cinco grupos taxonómicos: bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras. Los géneros de microorganismos de montaña (MM) son diez, aunque no se especifica en la información proporcionada cuáles son. Sin embargo, se sabe que se agrupan en cinco grupos taxonómicos: Bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras. (Paredes, 2021).

El mismo autor manifiesta que los biofertilizantes a base de microorganismos de montaña (MM) son ricos en microorganismos beneficiosos que mejoran la salud del suelo. Estos microorganismos aceleran la descomposición de la materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para las plantas.

Un ejemplo son las bacterias Azotobacter, que se adhieren a las raíces de las plantas y fijan nitrógeno atmosférico (N2) al suelo. Este proceso enriquece el suelo con nitrógeno, un nutriente fundamental para el crecimiento vegetal.

Según García (2016), los biofertilizantes de microorganismos de montaña (MM) ofrecen una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos, mejorando la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. La acción de los diversos grupos de microorganismos en los MM es crucial para la salud del suelo y el crecimiento de las plantas, ya que colonizan las raíces y la materia orgánica, produciendo sustancias beneficiosas, facilitando la absorción de nutrientes, protegiendo contra enfermedades, solubilizando fosfatos y otros nutrientes, fijando nitrógeno, induciendo resistencia al estrés y mejorando la estructura del suelo. Por lo que, los MM son una herramienta valiosa para una agricultura sostenible, mejorando la salud del suelo y la productividad

de los cultivos, sin depender de prácticas agrícolas intensivas que pueden tener impactos negativos en el medio ambiente. (Castro et al., 2015).

2.2.2. El Biol

El biol, un biofertilizante natural (Restrepo, 2015; Umaña, 2017), se obtiene de la fermentación anaeróbica de materia orgánica (estiércol, enriquecido con leche, melaza y ceniza o con microorganismos específicos (Umaña, 2017). Este proceso genera un producto rico en fitorreguladores que promueven el crecimiento vegetal y aumenta la actividad biológica del suelo (Umaña, 2017). Esta limitación de los bioles de MM en suelos con baja materia orgánica se puede superar con la aplicación del biol, que por su alta concentración de nutrientes fácilmente asimilables, ofrece una fertilización más rápida y efectiva a corto plazo (Bonten et al., 2014).

Un fertilizante orgánico rico en fitoreguladores, incluso en pequeñas dosis, estimula significativamente el crecimiento vegetal (Andino, 2011). Mejora el desarrollo radicular, foliar y la floración, además de aumentar el vigor y la germinación de las semillas (Andino, 2011). Su efecto positivo en el crecimiento, atribuido en parte a la tiamina y a precursores hormonales, incrementa la biomasa, aunque también contiene compuestos como la metionina con posibles efectos inhibidores (Medina et al., 2015). Además de aumentar la producción y calidad de los cultivos, este fertilizante orgánico mejora la absorción de nutrientes y la resistencia a plagas y enfermedades (Miranda, 2018).

2.2.3. Formas de aplicación del Biol

El Biol es un biofertilizante líquido elaborado a partir de la fermentación controlada de residuos orgánicos y microorganismos benéficos que favorecen el desarrollo vegetal. En el cultivo de Stevia, la aplicación del Biol puede realizarse principalmente de las siguientes maneras:

Se puede realizar la aplicación directa a las hojas; Consiste en pulverizar el Biol directamente sobre las hojas de las plantas de Stevia. Esta técnica permite una absorción rápida de nutrientes y microorganismos a través de los estomas foliares, estimulando el crecimiento y fortaleciendo la planta contra enfermedades. La aplicación foliar suele realizarse en horas de baja radiación solar para evitar daños por quemaduras.

También se puede aplicar directamente al suelo: El Biol se puede aplicar directamente al suelo o al sustrato en el que crecen las plantas. Esta forma de aplicación mejora la microflora del suelo, incrementa la disponibilidad de nutrientes, y promueve un ambiente favorable para el desarrollo radicular, lo que se traduce en un mejor crecimiento y rendimiento de la Stevia.

También se puede aplicar al momento del riego de las plantas: Se mezcla el Biol en el agua de riego para que las plantas reciban los nutrientes y microorganismos beneficiosos de manera constante durante el ciclo de crecimiento. Esta técnica facilita la distribución uniforme del biofertilizante y optimiza su efectividad.

Li (2013) señala que el biol, un fertilizante orgánico con microorganismos beneficiosos y fitoreguladores, se puede aplicar de diversas maneras para mejorar el crecimiento de los cultivos.

El biol se puede aplicar de varias maneras (Miranda, 2018): foliarmente (diluido al 2.5-10% en agua, temprano en la mañana o tarde); al suelo (líquido o sólido, alrededor del tronco en árboles); mediante riego (mezclado con el agua); o como tratamiento de semillas (mejorando la germinación y resistencia a enfermedades).

La aplicación de Biol favorece la disponibilidad de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, y mejora la estructura del suelo al incrementar la actividad microbiológica. Además, el Biol puede inducir la producción de hormonas vegetales

como auxinas, giberelinas y citoquininas, que promueven la división celular, elongación y ramificación de las raíces, así como el desarrollo foliar.

En el caso específico de la Stevia (Stevia rebaudiana), un cultivo sensible a las condiciones del suelo y la nutrición, el uso del Biol puede mejorar significativamente la absorción de nutrientes y la resistencia a estrés abiótico y biótico, lo que se traduce en un mayor crecimiento, incremento de biomasa y mejor rendimiento.

Por lo tanto, la correcta aplicación del Biol, ya sea foliar o al suelo, es una práctica sostenible que contribuye a optimizar la producción de Stevia, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y promoviendo un manejo agrícola más ecológico y amigable con el medio ambiente.

2.2.4. El bokashi y los microorganismos del suelo

Landazuri y Tigrero (2009) definen el bokashi como materia orgánica fermentada, un abono orgánico tradicional japonés. Su preparación utiliza materia orgánica (como semolina de arroz, torta de soya y harina de pescado) e inoculantes de suelos de bosques vírgenes, ricos en microorganismos benéficos que aceleran la descomposición. El bokashi mejora la salud del suelo al incrementar la biodiversidad microbiana, optimizar sus propiedades físicas y químicas, prevenir enfermedades y aportar nutrientes para el crecimiento de los cultivos.

El bokashi es un sustrato orgánico fermentado en condiciones anaeróbicas, utilizando microorganismos específicos como bacterias lácticas, levaduras y hongos. Estos microorganismos descomponen la materia orgánica, produciendo ácidos orgánicos, enzimas y fitohormonas, que enriquecen el sustrato. (Soto 2002).Se elabora por fermentación anaeróbica, este proceso de fermentación ocurre en ausencia de oxígeno, lo que da como resultado un producto con un alto contenido de ácidos orgánicos y microorganismos benéficos; adicionalmente se inocula con

microorganismos específicos como bacterias lácticas, levaduras y hongos, que descomponen la materia orgánica de forma eficiente; por la aceleración de la descomposición de la materia orgánica, la textura del bokashi es granular, lo que facilita su aplicación al suelo. Por la acción de los microorganismos el bokashi tiene un olor ligeramente ácido debido a la presencia de ácidos orgánicos. Por la acción de los microorganismos El bokashi libera nutrientes de forma gradual, lo que lo convierte en un fertilizante sostenible y de liberación lenta. (Soto 2002).

Beijerinck (1901) descubrió la fijación biológica de nitrógeno (FBN), un proceso realizado por procariotas que usan la enzima nitrogenasa para convertir el nitrógeno atmosférico (N2) en amoníaco (NH3), asimilable por las plantas. Estos procariotas incluyen cianobacterias (acuáticas), bacterias de suelo de vida libre (como Azotobacter), bacterias asociativas con plantas (como Azospirillum), y las bacterias simbióticas con leguminosas y otras plantas (como Rhizobium y Bradyrhizobium) (Postgate, 1982).

La conversión del nitrógeno atmosférico es un proceso energéticamente costoso (Postgate, 1982), debido a la fuerte unión entre los átomos de nitrógeno en la molécula de N2. La nitrogenasa cataliza la ruptura de este enlace y la adición de hidrógeno. Se necesitan 16 moles de ATP para reducir cada mol de N_2 (Hubbell & Kidder, 2009). Los microorganismos fijadores de nitrógeno obtienen esta energía de la oxidación de compuestos orgánicos; los de vida libre no fotosintéticos de otros organismos, los fotosintéticos (como las cianobacterias) de la fotosíntesis, y los simbióticos y asociativos de sus plantas hospedantes (Hubbell & Kidder, 2009). Las industrias utilizan el proceso Haber-Bosch para reducir el nitrógeno básicamente de la misma manera. La agricultura convencional ha dependido de este proceso para producir el fertilizante comercial necesario para el cultivo de la mayoría de los cultivos híbridos

del mundo. Pero este enfoque tiene muchas consecuencias, entre ellas el uso de combustibles fósiles para la energía necesaria para producir este fertilizante, las emisiones de dióxido de carbono resultantes y la contaminación por la quema de estos combustibles, y los efectos adversos para la salud humana (Vitousek 1997).

Diversas bacterias heterotróficas del suelo fijan nitrógeno sin interactuar directamente con otros organismos. Entre ellas se encuentran especies de Azotobacter, Bacillus, Clostridium y Klebsiella. Estas bacterias obtienen energía oxidando moléculas orgánicas del entorno o de la descomposición de materia orgánica. Algunas poseen capacidades quimiolitotróficas, utilizando compuestos inorgánicos como fuente de energía.

Las bacterias Azospirillum establecen asociaciones con diversas gramíneas, incluyendo importantes cereales como arroz, trigo, maíz, avena y cebada, fijando nitrógeno en la rizosfera. Muchos microorganismos fijan nitrógeno simbióticamente, recibiendo azúcares de la planta a cambio de nitrógeno fijado. *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* colonizan las raíces, formando nódulos donde fijan nitrógeno, permitiendo a la planta producir hojas ricas en nitrógeno, aumentar la fotosíntesis y generar semillas con mayor contenido de este nutriente.

2.2.5. El humus de lombriz

El humus es un material orgánico complejo, amorfo y coloidal, formado por la descomposición de la materia orgánica (restos vegetales y animales) por la acción de microorganismos en condiciones aeróbicas. Es un compuesto estable y rico en nutrientes que se caracteriza por su alta capacidad de retención de agua y nutrientes.

El humus de lombriz es un biofertilizante de alta calidad que se produce mediante la acción de las lombrices de tierra. Es un producto orgánico rico en nutrientes, microorganismos beneficiosos y con una alta capacidad de retención de

agua, lo que lo convierte en un excelente mejorador del suelo y promotor del crecimiento de las plantas, es un estiércol biodinámico, tiene un mayor contenido mineral, mayor número de componentes (enzimas, hormonas, vitaminas, población microbiana); nutritivamente es más rico que el humus del suelo). Según El lombricero. (2024), el humus de lombriz es un fertilizante bio-orgánico producido por la lombriz de tierra mediante la digestión de sustancias orgánicas en descomposición. Posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables coadyuva a obtener indicadores productivos elevados y eficientes. Su estructura granular, composición química y microbiológica, lo convierte en un fertilizante orgánico de alto poder nutritivo.

Ventajas del humus de lombriz para el uso agrícola

El humus de lombriz, o vermicompost, presenta una serie de ventajas para su aplicación en la agricultura, respaldadas por evidencia científica que destaca su superioridad frente a otras enmiendas orgánicas. Estas ventajas se pueden clasificar en mejoras a nivel físico, químico y biológico del suelo, resultando en un incremento en la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Incrementa la agregación del suelo, mejorando la estabilidad estructural y reduciendo la erosión hídrica y eólica. La estructura granular resultante facilita la aireación y la infiltración de agua, optimizando las condiciones para el desarrollo radicular. (El lombricero, 2024). La mayor agregación y la actividad biológica estimulada por el vermicompost contribuyen a un incremento en la porosidad del suelo, favoreciendo la aireación y el drenaje, lo que resulta en un mejor desarrollo radicular y una mayor disponibilidad de oxígeno para los microorganismos del suelo

2.2.6. Generalidades de la Stevia (*Stevia rebaudiana,* Bertoni)

La Stevia (*Stevia rebaudiana*), originaria de Paraguay, se cultiva por su dulzor y bajo contenido calórico (Infoagro, 2010). Su cultivo comercial comenzó en Paraguay en 1964, expandiéndose a nivel mundial, con China como principal productor y Japón como mayor consumidor (Rodriguez et al., 2007). De 30 a 300 veces más dulce que el azúcar, su dulzor proviene de los esteviósidos y rebaudiosidos en sus hojas (Rodriguez et al., 2007). Además de edulcorante, la stevia tiene propiedades medicinales, potencialmente beneficiosa para la diabetes tipo II por su dulzor sin calorías (Grin, 2011). Popular en Japón (41% del mercado de edulcorantes), también reduce la absorción de grasa, regula la presión arterial, y posee propiedades antibióticas y antifúngicas (Grin, 2011), con aplicaciones cosméticas para el tratamiento de la piel.

Descripción botánica de la Steva rebaudiana B.

La *Stevia rebaudiana* (Asteraceae), una planta herbácea perenne, alcanza hasta 90 cm de altura (y más en los trópicos), inicialmente sin ramificaciones (Landazuri y Tigrero, 2009). Es una planta de día corto, con un fotoperiodo crítico de 12-13 horas según el ecotipo (Landazuri y Tigrero, 2009). Descrita botánicamente en 1905 por Bertoni como una planta de 40-80 cm (Cardozo, 2006), es la única especie del género *Stevia* (con más de 100 especies en América) que contiene edulcorantes en sus hojas (Cardozo, 2006). La Stevia es una planta herbácea perenne, con tallo erguido, ligeramente leñoso y velloso. Inicialmente sin ramificaciones, desarrolla múltiples tallos (hasta 20) con la poda, alcanzando hasta 90 cm de altura (o más en climas tropicales) (Grin, 2011). Tiene un sistema radicular pivotante, delgado y superficial (Grin, 2011).

Las hojas de la *Stevia rebaudiana* son elípticas, ovaladas o lanceoladas, ligeramente vellosas, con disposición opuesta en etapas tempranas y alterna en la

madurez (antes de la floración). Sus pequeñas flores blancas, hermafroditas y con corola tubular, se agrupan en capítulos formando panículas. La planta es autoincompatible (protandria) y la polinización es entomófila; además, es apomíctica obligatoria, produciendo semillas sin fecundación. El fruto es un aquenio (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)

La *Stevia rebaudiana*, originaria de la selva subtropical paraguaya, ha sido usada ancestralmente por tribus indígenas como edulcorante y medicina (Curco, 2012). Aunque la *S. rebaudiana* es la más conocida, el género *Stevia* incluye más de 240 especies americanas. Los guaraníes la llamaban "ka'a he'ê" o "yerba dulce" (Curco, 2012). Bertoni (1887) describió su dulzor, y Rebaudi (1900) aisló el esteviósido y el rebaudiosido, 200-300 veces más dulces que la sacarosa (Curco, 2012). Existen más de 144 variedades, destacando la Morita 2 por su alto poder edulcorante (Infoagro, 2008). Asia concentra el 95% de la producción mundial (Taiariol, 2006), mientras que en América, Paraguay, Brasil, Argentina, Colombia y Perú son los principales productores, con Paraguay apuntando a aumentar sus exportaciones (Jiménez et al., 2010).

Reproducción de la Stevia

La reproducción sexual de la stevia, a través de aquenios, produce alta variabilidad genética por la polinización cruzada. La dificultad de recolectar las semillas, debido a la baja tasa de germinación (10-38%), a la esterilidad de la mayoría de los aquenios y a su fácil dispersión por el viento, limita su uso en la producción comercial (Vásquez et al., 2014). Aunque la propagación por semillas es útil para el mejoramiento genético, se requieren condiciones especiales de almacenamiento y siembra para evitar la dispersión de las semillas

Propagación Asexual

Debido a la alta variabilidad genética de las plantas obtenidas a través de semillas, la reproducción asexual preserva las características genotípicas y fenotípicas de la planta madre, por lo que se considera como la mejor opción de reproducción a la asexual. Este método se puede realizar mediante retoños, estacas o cultivo de tejidos (Marcavillaca, 1984).

La reproducción por brotes 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 con raíces individuales que pueden separarse y trasplantarse (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 para establecer la plantación madre. El manejo de esta plantación es similar al de una plantación comercial, manteniendo un buen estado nutricional y fitosanitario.

Una vez establecida la plantación madre, se deben cortar esquejes con cinco hojas abiertas y opuestas, de 8 a 18 cm de longitud, evitando el uso de esquejes con

hojas alternas. Los esquejes cortados deben ser plantados en camas de enraizamiento inmediatamente para prevenir la desecación. El riego es una de las labores culturales más importantes después de la plantación, asegurando un alto porcentaje de prendimiento y un adecuado enraizamiento de los esquejes (Marcavillaca, 1984).

2.2.7. Propagación por Cultivo de Tejidos

La micropropagación, técnica de propagación vegetativa *in vitro*, permite la multiplicación clonal rápida y la obtención de plantas de *Stevia* uniformes y libres de patógenos, siendo crucial para la producción comercial a gran escala al garantizar la homogeneidad genética y la sanidad del material vegetal (Vásquez et al., 2014). Este procedimiento aséptico implica la manipulación de explantes vegetales para generar poblaciones de plántulas sanas (Vásquez et al., 2014).

La micropropagación ofrece ventajas significativas en la propagación de *Stevia*: multiplicación clonal acelerada, reducción del ciclo de cultivo, aumento de la densidad de plantación, control estricto de la sanidad y capacidad de propagar genotipos valiosos. El proceso se divide en cinco etapas: (i) selección y desinfección de explantes de la planta madre, (ii) establecimiento del cultivo *in vitro* mediante la inducción de callos o brotes a partir de explantes, (iii) multiplicación de brotes mediante subcultivos sucesivos, (iv) enraizamiento de brotes mediante la inducción de raíces adventicias, y (v) aclimatación *ex vitro* para la adaptación a condiciones ambientales naturales (Shuping & Shizhen, 1995).

2.3. Definición de términos básicos

- ***Stevia rebaudiana*** es una herbácea perenne con tallo erecto, ligeramente leñoso y pubescente. Presenta hojas elípticas, ovaladas o lanceoladas, de textura suave y pubescente. Sus pequeñas flores blancas, hermafroditas, se disponen en inflorescencias corimbosas terminales o axilares

- **El bokashi**. es un abono orgánico fermentado que se produce mediante un proceso anaeróbico, utilizando microorganismos específicos para descomponer la materia orgánica. Es un producto rico en nutrientes, microorganismos beneficiosos y ácidos orgánicos, que mejora la salud del suelo y el crecimiento de las plantas.
- **Humus de lombriz.** El humus de lombriz, también conocido como vermicompost, es un tipo de humus de alta calidad que se produce mediante la digestión y excreción de las lombrices de tierra.
- **Biol.** El biol es un abono foliar orgánico que surge de la digestión anaeróbica de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Su riqueza en fitohormonas lo convierte en un estimulante del crecimiento vegetal, beneficiando la germinación de semillas, el desarrollo radicular y la floración
- **Microorganismos de Montaña**. Los microorganismos de montaña son una comunidad diversa y adaptable de seres vivos microscópicos que habitan en los ecosistemas montañosos. Estas comunidades desempeñan roles cruciales en el funcionamiento de los ecosistemas de montaña, influyendo en la fertilidad del suelo, la descomposición de materia orgánica, la regulación del ciclo de nutrientes y la dinámica de las plantas.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Al menos uno de los sustratos orgánicos integrados por humus, bokashi y Biol de microorganismos de montaña favorecen a la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en La Merced – Chanchamayo, bajo condiciones de vivero

Hipótesis nula:

Ninguno de los sustratos orgánicos integrados por humus, bokashi y Biol de microorganismos de montaña favorecen a la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en La Merced – Chanchamayo, bajo condiciones de vivero

2.4.2. Hipótesis específicas

- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar el crecimiento aéreo de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar la biomasa de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni).
- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Humus, bokashi y el Biol de microorganismos de montaña

Indicadores

Abono Orgánico (AO)	Bokashi (kg/Ha)	Biol de MM (lt/Ha)	AO/planta(gr)	Biol de MM/planta (ml)
Tierra agrícola	0	0	0	0
Bokashi	10000	1000	148.91	1.49
Bokashi	20000	2000	297.83	2.98
Humus	10000	1000	148.91	1.49
Humus	20000	2000	297.83	2.98

2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta

- Biomasa de las plantas
- Producción de la planta de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) Walp)

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
Independiente			
Humus, bokashi y Biol de microorganismos de montaña	Es un tipo de abono foliar orgánico, elaborado con una diversidad de bacterias, hongos y otros microorganismos que habitan en los suelos de ecosistemas montañosos. y la acción de los nutrientes orgánicos	Biol de MM Bokashi Humus de lombriz	Cantidad de Biol de MM con y sin nutrientes orgánicos
Dependiente			
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.	- Peso fresco de la planta - Número de ramas - Número de hojas - Peso fresco de las hojas - Peso seco de las hojas	Gramos Unidades Unidades Gramos 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

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Es Aplicada, porque evalúa el efecto de biofertilizantes a base de microorganismos de montaña (MM), con y sin adición de nutrientes orgánicos, en la producción de hojas de *Stevia rebaudiana* en la selva central del Perú. Utilizando principios fenológicos, se analiza la influencia de estos biofertilizantes en el crecimiento de la *Stevia* en un vivero, buscando ofrecer una alternativa innovadora para los agricultores de la región

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es aplicada, porque usa los conocimientos básicos para determinar la influencia de la variable independiente sobre la variable dependiente

3.3. Métodos de investigación

Nuestra investigación, usará el método experimental, según la definición de Barreto & Raun (1990). Esto implica manipular intencionalmente una variable independiente (Biol de microorganismos de montaña y nutrientes inorgánicos) para evaluar su efecto en la variable dependiente (el crecimiento y la producción de la *Stevia*

rebaudiana). Utilizando la observación como herramienta de recolección de datos que se registrarán 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 la investigación

El diseño de investigación usado para la nuestra investigación fue el diseño completamente azar (DCA) aplicando 5 tratamientos con cuatro repeticiones, y lo presentamos el siguiente modelo aditivo lineal:

3.4.1. Modelo aditivo lineal

$Y_{ij} = \square + \square_i + e_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = valor observado

$\square$ = Media poblacional.

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

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

i=1,2,..., t

j=1,2,...,ri

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 instalarán en parcelas de 5 líneas con 30 plantas por línea, teniendo un área bruta de 12 m^2. 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: La población en estudio lo conforma 120 plantas de (*Stevia rebaudiana).*(4 repeticiones x 5 Tratamientos x 4 evaluaciones = 80 plantas) y 40 plantas para evitar el error de los bordes.

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

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el análisis de nuestros datos se aplicará el ANVA (análisis de varianza) aplicando la prueba estadística de Tukey al 5%; y el procesamiento de los datos para el análisis estadístico se realizará con el app SPSS, ver 22.

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

Esta investigación se realiza como parte de los requisitos para obtener el título profesional de pregrado. Por lo tanto, la validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación se aseguraron mediante la revisión de bibliografía relevante, lo que nos permitió crear herramientas de evaluación adecuadas para las variables que estudiamos. Estas herramientas nos proporcionaron los datos necesarios para analizar cómo los tratamientos afectaron a la variable dependiente. Este enfoque es habitual en investigaciones de este nivel, sobre todo cuando se adaptan instrumentos ya existentes para evaluar las variables específicas del estudio.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de nuestros datos se aplicará el ANVA (análisis de varianza) aplicando la prueba estadística de Tukey al 5%; y el procesamiento de los datos para el análisis estadístico se realizará con el app SPSS, ver 22.

3.9. Tratamiento estadístico

Para analizar los datos recopilados en el trabajo de investigación, se empleará 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

Este estudio de pregrado se llevó a cabo en el vivero experimental de Stevia de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (sede La Merced), bajo la supervisión de nuestro asesor. Los resultados, producto de un trabajo de campo realizado con ética y responsabilidad, se detallan en los anexos. Esperamos que esta investigación sirva como base para futuros estudios y contribuya al conocimiento sobre el manejo y la producción de Stevia, beneficiando así a los agricultores de la región

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución

Nuestra investigación se realizó en el vivero experimental de la Filial La Merced (Chanchamayo, Junín), de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

A. Ubicación política

Departamento : Junín

Provincia : Chanchamayo

Distrito : Chanchamayo

B. Ubicación geográfica

Longitud Oeste : 075º20.148’

Latitud Sur : 11º04.586’

Altitud : 835 m.s.n.m

Zona de Vida : bh-PT

4.1.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

- Tablero de madera para colección de datos
- Fichas de datos
- Mangueras de jebe para regar las plantas
- Baldes con tapa de 20 lts
- Tijera de podar
- Cuchillo
- Machete
- Cinta métrica
- Baldes

Materiales de escritorio

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

Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- Horno de secado

- Termómetro

Material biológico

- Plantas de Stevia rebaudiana
- Bokashi
- Humus de lombriz
- Pulpa de café
- Gallinaza

Descripción de los tratamientos

Tratam	Abono Orgánico (AO)	Bokashi (kg/Ha)	Biol de MM (lt/Ha)
T1	Tierra agrícola	0	0
T2	Bokashi	10000	100
T3	Bokashi	20000	200
T4	Humus	10000	100
T5	Humus	20000	200

Croquis de campo

Distribución de las unidades experimentales

REPET.	TRATAMIENTOS				
1	T3	T1	T5	T4	T2
2	T5	T3	T4	T2	T1
3	T2	T3	T1	T5	T4
4	T2	T1	T3	T4	T2

4.1.3. 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 cama de cultivo 4 plantas por cada tratamiento para evaluar los siguientes indicadores:

A. Altura de plantas

B. Número de ramas

C. Peso fresco de la planta

D. Número de hojas

E. Peso fresco de las hojas

F. Peso seco de las hojas

G. Rendimiento de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

a. Altura de planta (m)

Las mediciones de realizaron desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, utilizando un flexómetro metálico.

b. Número de ramas (unidades)

Se evaluó contando el número de ramas que emitió las plantas, luego de la poda de formación hasta los 60 días de cultivo.

c. Peso fresco de la planta (g)

Para la evaluación se extrajo las plantas de la cama de cultivo y se cortó las raíces para realizar el pesaje de cada planta con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error.

d. Número de hojas de las plantas

Para la evaluación se cuantificó el número de hojas que emitió las plantas, luego de la poda de formación hasta los 60 días de cultivo.

e. Peso fresco de las hojas (g)

Se procedió a deshojar las hojas de los tallos, para realizar el pesaje de la planta se usó una balanza digital con 0.01 g de error

f. Peso seco de las hojas

Luego de realizar el peso fresco de las hojas, se envolvieron las hojas en papel, etiquetándolo según tratamiento y repetición, luego llevo a la estufa de secado en el laboratorio de Biología de la Filial La Merced. A 60°C por 48 horas, con la intención de obtener un promedio máximo del 10% de humedad en las hojas.

g. Rendimiento de las plantas de Stevia

Luego de haber realizado el peso seco de las hojas, se procedió a realizar el cálculo del rendimiento del peso seco de las hojas expresado en kg/Ha. Considerando una densidad de población de 67,154 plantas/Ha.

4.1.4. Procedimiento y conducción del experimento

a. Instalación de los esquejes de Stevia en las camas de cultivo.

Para iniciar la investigación de Stevia en el vivero, se tuvo que propagar las plántulas de estevia; para lo cual se seleccionó esquejes de plantas maduras, con tallos gruesos y hojas anchas sin flores. Se cortaron las yemas de las ramas para obtener los esquejes, realizando un corte de las ramas después del cuarto par de hojas, luego se eliminó los tres pares inferiores del esqueje para evitar la deshidratación, estos esquejes se sembraron en las cubetas de germinación las que se llenaron con una mezcla de tierra negra y arena en proporción 3:1. Se colocó un esqueje en cada cubeta, se regó y se cubrió con plástico transparente para mantener la humedad y facilitar la germinación.

Luego de 20 días, se observó la emisión de nuevas hojas y el enraizamiento de los esquejes. Se dejaron las plantas en las cubetas por 15 días más para asegurar el enraizamiento y la formación de nuevas hojas.

Finalmente, a los 45 días, las plántulas se trasplantaron a las camas de cultivo en el invernadero, considerando los tratamientos y repeticiones establecidos para la investigación.

b. Poda de formación

A los 20 días del trasplante de las plántulas en las pozas de cultivo y verificado que tienen raíces, se realizó la poda de formación, realizando un

corte del ápice del tallo a los 20 cm de altura del tallo, dejando 3 a 4 pares de hojas para estimular el brote de las ramificaciones (Illanes, 2018), quedando la planta con una altura de 20 cm del suelo aproximadamente, siendo esta la altura inicial para el desarrollo de la presente investigación, luego cada 15 días de procedió a realizar las evaluaciones de los indicadores a evaluar.

c. Delimitación de las parcelas experimentales

Las camas de cultivo tuvieron la cantidad de plantas para realizar los muestreos cada 15 días, realizándose 4 evaluaciones cada 15 días hasta los 60 días; se distribuyó las camas de cultivo por tratamiento (5). Se realizó el muestreo de 4 plantas por cada tratamiento (4 x 5 x 4= 80 plantas fueron usadas hasta los 60 días para las evaluaciones, considerando una mortalidad e imprevistos se adicionó el 15% de plantas al cultivo que constituyen 12 plantas más; conformando una población total de 102 plantas

4.1.5. Preparación de los tratamientos

a. Elaboración de los tratamientos

Tabla 1. *Composición de los tratamientos*

Tratam	Abono Orgánico (AO)	Bokashi (kg/Ha)	Biol de MM (lt/Ha)	AO/planta(gr) 67,154 plantas/Ha	Biol de MM/planta (ml)
T1	Tierra agrícola	0	0	0	0
T2	Bokashi	10,000	1000	148.91	1.49
T3	Bokashi	20,000	2000	297.83	2.98
T4	Humus	10,000	1000	148.91	1.49
T5	Humus	20,000	2000	297.83	2.98

Para la elaboración de los tratamientos se siguió las dosis detalladas en la tabla 01. Las cantidades se expresan en kg/Ha para el humus y el bokashi y en litros /Ha para el Biol. Pero para la aplicación de los Abonos orgánicos

sólidos (AO) y líquidos (Biol) se hizo el cálculo, según la cantidad de plantas que se cultivará en 1 Ha. Estos datos se reportan en la Tabla 01.

Preparación de los MM sólidos

En un costal limpio se obtendrán los microorganismos de montaña, los que se encuentran en los palos podridos y hojarasca en el bosque virgen en Chanchamayo. Se escogerá un lugar que no haya sido trabajado por los agricultores al menos que tenga tres años de descanso las tierras, para garantizar la presencia de estos microorganismos. Desechando la hojarasca superficial para tomar las muestras que se encuentran debajo de la primera capa de hojarasca.

La preparación de los MM sólidos se realizó con los siguientes insumos:

- 20 kg. de hojarasca y palos podridos (con presencia de microorganismos)
- 20 kg de afrecho de arroz
- 5 litro de melaza
- Agua de lluvia (cantidad suficiente para mantener la mezcla húmeda)

Se trituran los palos podridos; luego se mezclará con la hojarasca y el afrecho de arroz hasta obtener una mezcla homogénea de todos los insumos. Agregamos agua de lluvia libre de cloro hasta que la mezcla tenga una consistencia húmeda, sin desmoronarse al tacto de la mano; al tomar un puñado de la mescla no debe de escurrir agua al hacer presión al apretar el puño, tampoco debe de desboronarse.

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.

A los 30 días de fermentación, se destapa el cilindro y se observa a la mezcla. Se espera que emita un aroma agridulce, indicándonos que la preparación de los MM sólidos ha sido exitosa. Si tiene un olor desagradable, indica la presencia de microorganismos que no son benéficos para la agricultura y se debe de desechar el preparado.

Activación del Biol de MM con nutrientes orgánicos

Para preparar el biofertilizante (biol de MM con los abonos orgánicos), se rotularon 4 cilindros con tapa para los cuatro tratamientos (el 1er. tratamiento es el testigo) (se pesa 20 kg de la mezcla de microorganismos sólidos ya preparados. Esta mezcla se colocará en una bolsa de tela y se introducirá en un cilindro de 100 litros que contiene:

- 74 litros de agua
- 5 kg de microorganismos de montaña
- 5 litro de melaza
- Luego mezclar bien.
- Luego de 6 días de fermentación, se añade al preparado 1 kg de bokashi (T2); 2 kg bokashi (T3); 1 kg humus (T4) y 2 kg humus (T5)

Se agitará para conseguir que se disuelva con el líquido. Dejando en maceración anaeróbica por 20 días.

La duración de la maceración influye en la composición microbiana del biol. Los 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.

En nuestra investigación, para garantizar la presencia de levaduras y otros compuestos orgánicos beneficiosos para la fertilización de las plantas, aplicaremos una fermentación de 20 días.

Se elaboraron cuatro formulaciones de biol, uno para cada tratamiento,

La aplicación del Biol de MM y abono orgánico se aplicó al inicio de la instalación, y a los 15 días.

Es importante destacar que estos tiempos pueden variar ligeramente dependiendo de la temperatura ambiente y la composición de la mezcla de microorganismos sólidos. (Ramírez, 2011).

4.1.6. Para la instalación de las plantas en el vivero

- Se preparó cinco camas de cultivo con madera de 2 x 1 m. para la instalación de los cinco tratamientos con plantas podadas, considerando un distanciamiento entre plantas de 25 cm. y 25 cm. Entre líneas y columnas de cultivo. Cultivando 32 plantas como repeticiones para cada tratamiento. Debiendo estar bajo sombra al 50%, las camas donde se colocaron las plantas de estevia.
- Al inicio de la investigación, se aplicó al suelo el Biol con los sustratos orgánicos como abono de acuerdo con las dosis programadas para cada tratamiento y para cada planta (con la intención de crear condiciones óptimas al cultivo según cada tratamiento) con la intención que las plantas tengan condiciones previas de acuerdo a cada tratamiento.

- A los quince días se aplicó otra dosis de Biol con el abono orgánico a las plantas según cada tratamiento.
- Seguidamente, cada quince días se evaluó los indicadores de la variable dependiente.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Altura de planta

Los datos para la altura de planta se tomaron cada 15 días después de la poda de formación, se presentan en el anexo 01 y se observa en el gráfico 01; aquí podemos ver que la tendencia del crecimiento de las plantas para cada tratamiento es ascendente desde el inicio de la investigación hasta los 60 días de cultivo. Se observa que el crecimiento de las plantas se realiza desde el inicio, pero a partir de los 45 días se dispersa el crecimiento de las plantas hasta los 60 días de cultivo. Observamos que al final del cultivo (día 60), el tratamiento T5 (2000 kg/Ha de Humus y 2000 lt/Ha de Biol) presenta la mayor altura promedio de planta (40.23 cm), seguido de T3 (39.23 cm) y T2 (38.58 cm). Luego le sigue el T4 (37.08 cm) y finalmente el T1 (Testigo con 36.00 cm).

Figura 1. *Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días*

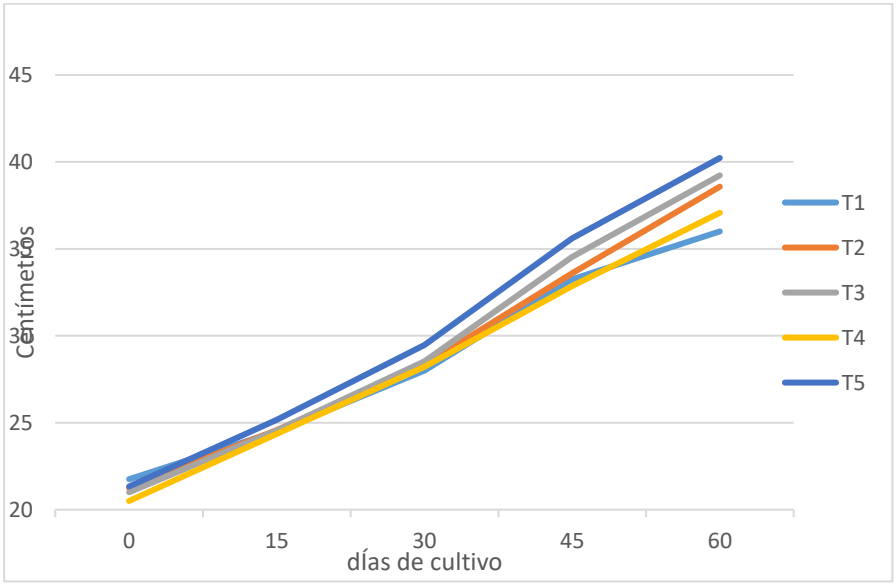
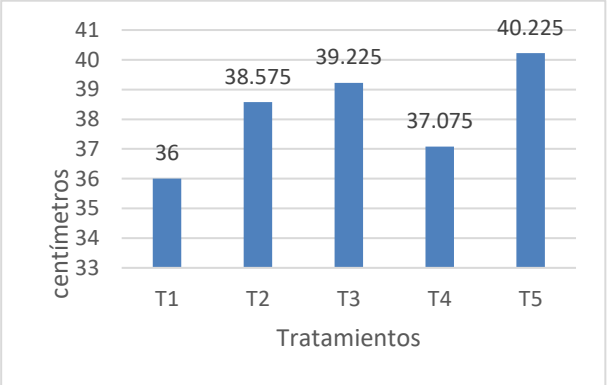


Tabla 2. *Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días*

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	36.50	39.00	39.70	36.20	39.40
R2	36.30	38.20	39.50	37.30	38.40
R3	35.20	37.30	40.20	37.40	41.20
R4	36.00	39.80	37.50	37.40	41.90
Prom	36.00	38.58	39.23	37.08	40.23

Figura 2. *Altura de las plantas a los 60 días*



En la tabla 4.1. se presenta la altura promedio de las plantas al final de la investigación (60 días de cultivo) por tratamiento y por repetición; y se observa en el gráfico 02. observamos que a los 60 días de cultivo las plantas tuvieron como máxima altura promedio de 40.225 cm para el T5 (con 2000 kg/Ha de Humus y 2000 lt/Ha de Biol y la menor altura lo presenta el T1 (Testigo: tierra agrícola) con 36.00 cm.

En la tabla 4.2, presentamos el ANVA para la altura de planta a los 60 días de cultivo para los tratamientos y sus repeticiones, vemos que presenta el coeficiente de variación de 2.82%, valor muy bueno, nos indica que no hubo mucha variación entre los valores de las repeticiones y sus tratamientos; y, de acuerdo con Calzada (1982), quien manifiesta que es un valor muy bueno, por lo que podemos presumir que la distribución las dosis de los abonos orgánicos y el Biol están bien estructuradas para los tratamiento porque no hay mucha variabilidad entre los datos registrados. Igualmente Gordon y Camargo (2015), quienes realizaron la Clasificación de rangos

del coeficiente de variación; nuestro valor está reportado como valor bajo de CV; ya que sostienen que el coeficiente de variación es un valor que se usa como una medida para estimar la validez de los ensayos y se utiliza para decidir si un experimento es confiable o no; en base a esta definición , afirmamos que nuestros resultados estadísticamente son confiables.

Tabla 3. *Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	45.58	11.40	**9.796**	3.056	4.893	* *
Error	15	17.45	1.16				
Total	19	63.03					
	% CV	2.82	DS	1.82			

Asimismo, observamos que el F calculado 9.796 valor superior al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893) afirmando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esta significación estadística nos indica que los resultados entre los tratamientos son estadísticamente diferentes y que los abonos orgánicos y el Biol usados en nuestra investigación si influyen significativamente en el crecimiento de las plantas de Stevia.

Al tener significación estadística entre los tratamientos se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar cual de los tratamientos tiene mejor resultados en nuestra investigación. Se presenta en la tabla 4.3.

Tabla 4. *Prueba estadística de Tukey para altura de planta a los 60 días*

		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamientos	N	a	b	c
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	40.23		
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	39.23	39.23	
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4	38.58	38.58	
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4		37.08	37.08
T1: (Testigo)	4			36.00
Sig.		.245	.082	.631

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

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

Pero analizando los resultados vemos que los tratamientos T5, T3 y T2 se encuentran en el subgrupo (a) con mayor altura de planta pero con un nivel de significancia de 0.245, valor muy alejado de la unidad (1.000) lo que nos indica que existe una probabilidad del 24% de tener los mismos valores usando cualquiera de las dosis de los tratamientos de ese subgrupo; le sigue el subgrupo (b) T3, T2 y T4 con un nivel de significancia de 0.082, valor muy bajo lo que nos indica que solo se tiene una probabilidad del 8% de tener la misma altura de planta de ese usando cualquiera de las dosis de los tratamientos de ese subgrupo y finalmente en el subgrupo (c) se encuentran con menor altura de planta los tratamientos T2 y T1 (Testigo) con un nivel de significancia de 0.631; lo que nos indica que existe una probabilidad del 63% de tener las mismas altura de planta usando cualquiera de las dosis de esos tratamientos. Pudiendo concluir que la mejor dosis para tener mejor altura de planta es con el T5 con 20,000 kg/Ha de humus con 2000 lt/Ha de Biol; pero seguido por el T3 con 20,000 kg/Ha de Bokashi y 2000 lt/Ha de Biol. Y, en el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos con la menor altura de planta con una significancia del 63%, entre el Tratamiento Testigo con T2 con 10,000 kg/Ha de humus más 1000 lt/Ha de Biol. Lo que nos indica que los resultados tienen un 63% de similitud.

4.2.2. Número de ramas

La evaluación del número de ramas se realizó cada 15 días, hasta los 60 días de cultivo luego de la poda de formación, los datos se presentan en la tabla 4.3 y se observa en el gráfico 03. La tabla muestra el número de tallos en cada tratamiento en diferentes puntos de tiempo (0, 15, 30, 45 y 60 días). Los datos muestran un crecimiento positivo en el número de tallos a lo largo de los 60 días para todos los tratamientos. Analizando cada tratamiento podemos observar que:

- T1 (Tierra agrícola): Este tratamiento actúa como Testigo. Muestra el menor incremento en el número de tallos a lo largo del tiempo, alcanzando aproximadamente 10 tallos al final del período de estudio.
- T2 (Bokashi 10000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha): Este tratamiento muestra un incremento significativo en el número de tallos en comparación con el control. Alcanza aproximadamente 10.25 tallos al final del período de estudio.
- T3 (Bokashi 20000 kg/Ha + Biol 2000 lt/Ha): El tratamiento T3 muestra un comportamiento similar a T5, tiene un incremento lento de tallos hasta los 45 días, pero a los 60 días logra 12 tallos igualando al T5.
- T4 (Humus 10000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha): Este tratamiento muestra un incremento en el número de tallos, superando al testigo. Alcanza aproximadamente 10 tallos al final del período de estudio.
- T5 (Humus 20000 kg/Ha + Biol 2000 lt/Ha): Este tratamiento muestra un comportamiento similar a T2, aunque con un ligero incremento en el número de tallos a los 45 días, pero a los 60 días logra 12 tallos como el T2. alcanzando 12 tallos al final del período de estudio.

Por lo que podemos concluir que la aplicación de Bokashi y Humus tiene un efecto positivo en el incremento del número de tallos en plantas de Stevia; y, los tratamientos con Humus (T5) y Bokashi (T3) en dosis más altas (20000 kg/Ha y 2000 lt/Ha de Biol) parecen tener ligeramente más efecto en comparación con las dosis más bajas. Asimismo, se nota que la diferencia entre los tratamientos con Bokashi y Humus no es muy grande, lo que sugiere que ambos abonos orgánicos pueden ser utilizados de manera efectiva para mejorar el crecimiento de la Stevia.

Tabla 5. *Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo*

	Dias				
Trat	0	15	30	45	60
T1	1.25	1.25	3	6.5	9.75
T2	1.5	1.75	4	8.25	10.25
T3	1.5	1.75	5	8.5	12
T4	1.5	1.75	3.75	7.5	10
T5	1.75	1.75	5.25	9.25	12
Prom.	01.50	01.65	04.20	08.00	10.80

Figura 3. *Evolución del número de ramas en las plantas hasta los 60 días*

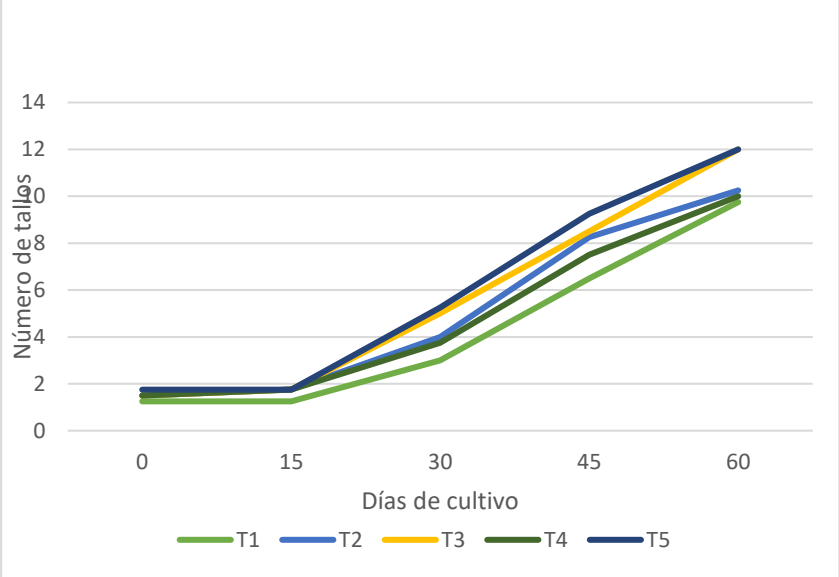
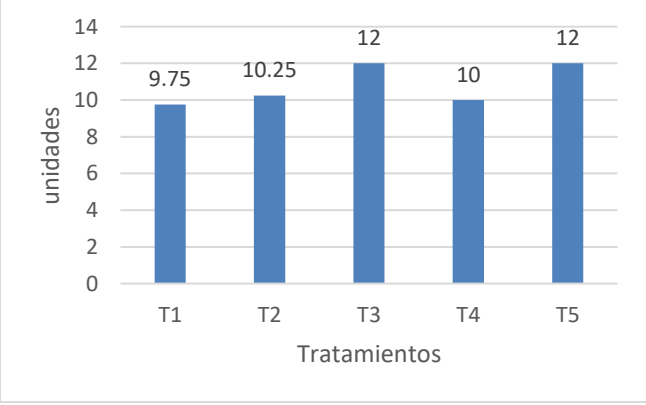


Figura 4. *Número de ramas a los 60 días de cultivo*



En el gráfico 04. Se presenta el número de ramas a los 60 días de cultivo, donde observamos que el T5 y T3 (Humus 20000 kg/Ha + Biol 2000 lt/Ha) y(Bokashi 20000

kg/Ha + Biol 2000 lt/Ha) respectivamente son los tratamientos que presenta el mayor valor con 12 ramas promedio, seguido por el T2 (Bokashi 10000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha) y T4 (Humus 10000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha) con 10.25 y 10.00 ramas respectiva y finalmente se muestra a los tratamientos T1 (Testigo) con el menor valor de ramas con 9.75 ramas.

En la tabla 4.4, se presenta el ANVA para los 60 días de cultivo, aquí vemos que el coeficiente de variación (CV) presenta el valor de 8.11%, que de acuerdo con Calzada (1982) es un valor muy bueno porque es inferior al 30%, indicándonos que no hubo mucha variación de los datos para los tratamientos y sus repeticiones; pudiendo afirmar que la distribución las dosis suministradas para cada tratamiento están bien estructuradas y que no hay mucha variabilidad entre los datos. El F calculado de 6.464, valor superior al F teórico al 5 (3.056) y 1% (4.893), por lo que se afirma, que hay diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos para el número de ramas a los 60 días de cultivo. La alta significación estadística, nos indica que hay un efecto diferente en cada tratamiento según los abonos orgánicos aplicados.

Tabla 6. *ANVA para el número de ramas de Stevia a los 60 días de cultivo*

F de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	19.70	4.92	**6.424**	3.056	4.893	* *
Error	15	11.50	0.77				
Total	19	31.20					
	% CV	8.11	DS	1.28			

En la tabla 4.5, se presenta la prueba estadística de Tukey al 5%, para el número de ramas la Stevia a los 60 días, con la que se hizo el análisis de los datos. Este método se utiliza para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Esta tabla nos muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Se reporta que los tratamientos T5 (Humus 20000 kg/Ha + Biol 2000

lt/Ha), T3 (Humus 20000 kg/Ha + Biol 2000 lt/Ha) y el T2 (Bokashi 10000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha) se encuentran en el mismo subgrupo (a) con mayor número de ramas con 12,12 y 10.5 ramas respectivamente, con una significancia de 0.081, lo que nos indica que existe una probabilidad muy baja de 8% para tener el mayor peso usando cualquiera de las dosis usadas en estos tratamientos; mientras que en el subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T2 (Bokashi 10,000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha) y T4 (Humus 10,000 kg/Ha + Biol 1000 lt/Ha) y el T1 (Testigo) con 10.25, 10.00 y 9.75 ramas respectiva, con una significancia de 0.924, lo que representa el 92.4% de tener el mayor peso de ese subgrupo usando cualquiera de las dosis de esos tratamientos.

Tabla 7. *Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas a los 60 días de cultivo*

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	12.00	
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	12.00	
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4	10.25	10.25
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4		10.00
T1: (Testigo)	4		9.75
Sig.		.081	.924

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.3. Peso fresco de la planta (g)

Los datos para evaluar el peso fresco de las plantas se realizaron cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, el incremento del peso fresco de las plantas se presenta en la tabla 4.6 y se observa en el gráfico 05. Aquí podemos observar la evolución del peso fresco de plantas de *Stevia rebaudiana* a lo largo de 60 días para cinco tratamientos

diferentes (T1, T2, T3, T4 y T5). El eje x representa los días de cultivo (0 a 60), y el eje y representa el peso fresco en gramos.

Se observa también que todos los tratamientos muestran una tendencia general de aumento en el peso fresco con el tiempo, lo cual es esperado a medida que las plantas crecen.

Analizando en forma individual para cada tratamiento, observamos que el T1 (Testigo): Muestra un crecimiento constante, pero es el tratamiento con el menor peso fresco hasta el final de la investigación (60 días). Los tratamientos T2, T3 y T4: muestran patrones de crecimiento similares, con pesos frescos intermedios al final de la investigación; y, el T5: es el tratamiento que muestra el mayor peso fresco destacando su incremento de peso a partir de los 45 días hasta el final de la investigación, indicando que este tratamiento fue el más efectivo para promover el crecimiento en términos de peso fresco. Presumiendo que la diferencia en el peso fresco entre los tratamientos sugiere que al menos una de las dosis entre los tratamientos influye en el incremento del peso fresco de las plantas.

Tabla 8. *Incremento del peso fresco (g) de las plantas de Stevia hasta los 60 días de cultivo*

	Dias				
Tratam	0	15	30	45	60
T1	15.75	23.75	28.75	39.75	49.5
T2	16.75	24.75	30.25	41.00	53.00
T3	17.50	25.25	31.00	42.50	54.75
T4	16.50	25.75	30.25	40.75	51.50
T5	18.00	25.25	31.50	43.75	63.00
Promedio	16.90	24.95	30.35	41.55	54.35

Figura 5. *Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días*

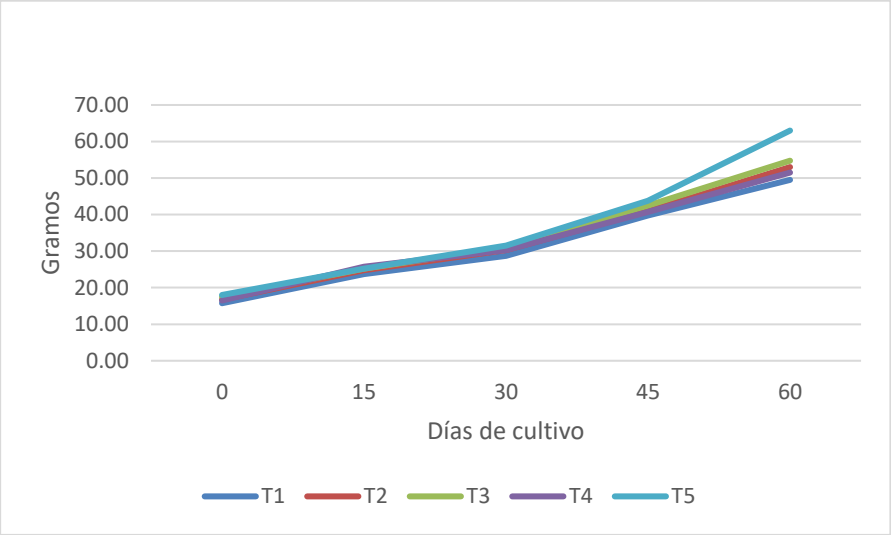


Tabla 9. *Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	433.80	108.45	**6.886**	3.056	4.893	* *
Error	15	236.25	15.75				
Total	19	670.05					
	% CV	7.30	DS	5.94			

Al realizar el análisis de varianza para el peso fresco de las plantas para los 60 días de cultivo, proporciona una evaluación estadística para determinar existen o no hay diferencia estadística entre las medias de los pesos frescos de las plantas de Stevia rebaudiana; el ANVA se presenta en la tabla 4.6, aquí observamos que el F calculado es de 6.886 valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893) por lo que afirmamos que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamiento, lo que nos indica que las dosis de abono orgánico y Biol, por lo menos uno de ellos, tiene resultado diferente.

Asimismo, observamos que el coeficiente de variabilidad es de 7.30%. es una medida de la dispersión relativa de los datos. Un CV bajo indica que los datos son

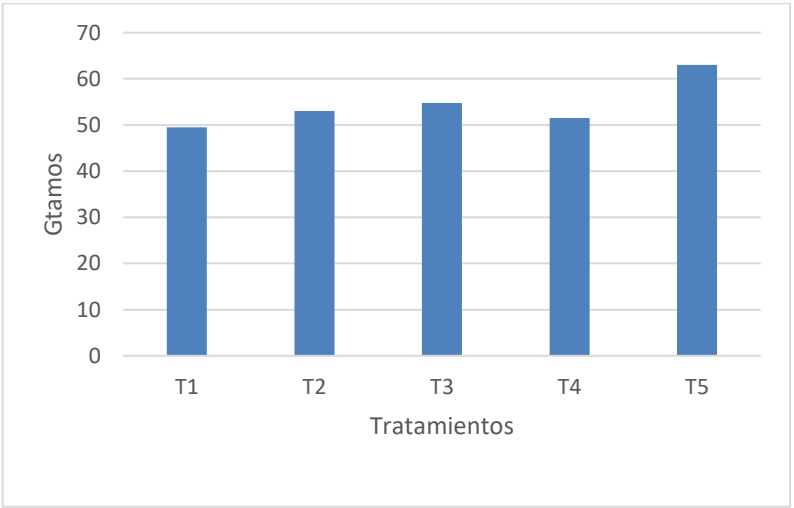
relativamente homogéneos. En este caso, 7.30% es relativamente bajo, lo que sugiere que el experimento es preciso. Es un valor muy bueno de acuerdo con Calzada (1982), lo que nos indica que formulación de los porcentajes de abono orgánico y el Biol de MM usado para las plantas de Stevia rebaudiana no tuvo mucha variabilidad y se verifica por la similitud de los datos entre las repeticiones en cada tratamiento.

Al tener significación estadística altamente significativa entre los tratamientos se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5% para determinar que tratamiento tiene mejor resultado para incrementar el peso fresco de las plantas. Los datos se presentan en la tabla 4.7 y se observa en el gráfico 06.

Tabla 10. *Peso fresco (g) de las plantas a los 60 días de cultivo*

Trat/Rep	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
R1	53	53	54	51	61
R2	51	57	54	49	69.5
R3	45	53	55	46	61.5
R4	49	49	56	60	60
Prom	49.50	53.00	54.75	51.50	63.00

Figura 6. *Peso fresco (g) de las plantas a los 60 días de cultivo por tratamiento*



La prueba estadística de Tukey se presenta en la tabla 4.8. Así vemos que los tratamientos forman dos subgrupos; encontrándose en el primer subgrupo con mayor peso fresco los tratamientos T5= Humus 20000 y 2000 Biol y el T3= Bok 20000 y 2000

Biol con 63.00 y 54.75 g. respectivamente; y, con una significación estadística de 0.066, lo que represente la probabilidad de 6% de tener los mismos resultados usando cualquiera de las dosis de los tratamientos de este subgrupo. En el subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T3, T2, T4 y T1 con 54.75, 53.00, 51.50 y 49.50 g. respectivamente; con una significación estadística de 0.373, lo que representa que existe una probabilidad de 37% de tener los mismos pesos usando cualquiera de las dosis de ese subgrupo.

Tabla 11. *Prueba Tukey para el peso fresco de las plantas a los 60 días*

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	63.00	
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	54.75	54.75
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4		53.00
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4		51.50
T1: (Testigo)	4		49.50
Sig.		.066	.373

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 de las plantas (unidades)

El registro de datos para evaluar el número de hojas de las plantas se realizó de igual manera cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, se presenta en la tabla 4.9 y lo vemos en el gráfico 07; en esta tabla observamos la evolución del número de hojas de Stevia rebaudiana para los cinco tratamientos hasta los 60 días. Se puede observar que todos los tratamientos muestran un aumento significativo en el número de hojas a partir de los 15 hasta el término de la investigación, indicándonos un crecimiento general de las plantas. Realizando el análisis por tratamiento vemos que el T1 (Tierra agrícola, 0 Bokashi, 0 Biol): usado como tratamiento Testigo. Vemos que el número de hojas

aumenta, pero a un ritmo más lento en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que los nutrientes nativos en la tierra agrícola son suficientes para el crecimiento básico, pero no óptimos para maximizar la producción de hojas. El T2 (Bokashi 10000 kg/Ha, Biol 1000 lt/Ha): muestra una mejor producción de hojas en comparación con el Testigo (T1), lo que indica que Bokashi y Biol proporcionan nutrientes beneficiosos y/o estimulan el crecimiento de la planta. El T3 (Bokashi 20000 kg/Ha, Biol 2000 lt/Ha) muestra un rendimiento superior al T2. Indicando que el aumento en la concentración de Bokashi y Biol mejora significativamente la producción de hojas en comparación con T2. T4 y T5. El T4 (Humus 10000 kg/Ha, Biol 1000 lt/Ha) muestra un rendimiento inferior en comparación con T2 y T3. Esto podría deberse a una menor concentración de nutrientes en el Humus, o a que Stevia rebaudiana responde mejor al Bokashi. El T5 (Humus 20000 kg/Ha, Biol 2000 lt/Ha) muestra un rendimiento similar al T3. El aumento en la concentración de Humus y Biol mejora significativamente la producción de hojas en comparación al resto de los tratamientos, pero ligeramente inferior al T3.

Tabla 12. *Evolución del número de hojas de Stevia rebaudiana por tratamiento, hasta los 60 días*

	Dias				
Tratamientos	0	15	30	45	60
T1	07	11	54	149	181
T2	7.25	11.75	64	165	209.5
T3	7	14	90	195.5	233.75
T4	7.50	13.50	62.00	165.00	202.50
T5	6.5	14	92	200	233.5
Promedio	06.95	12.85	72.40	174.90	212.05

Figura 7. *Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días*

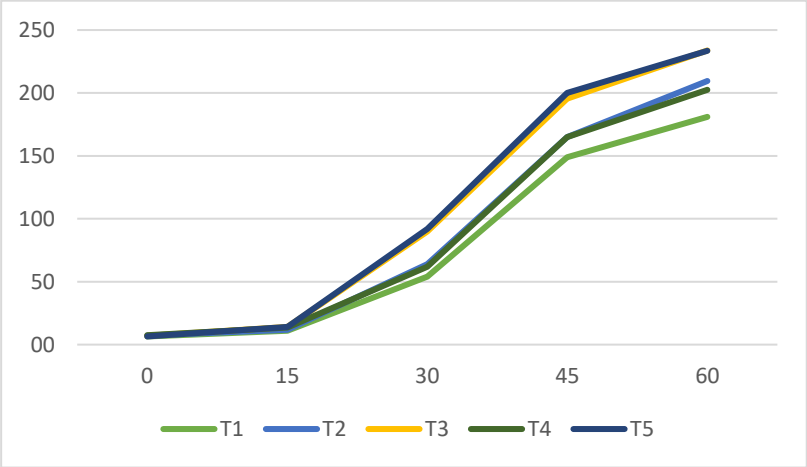
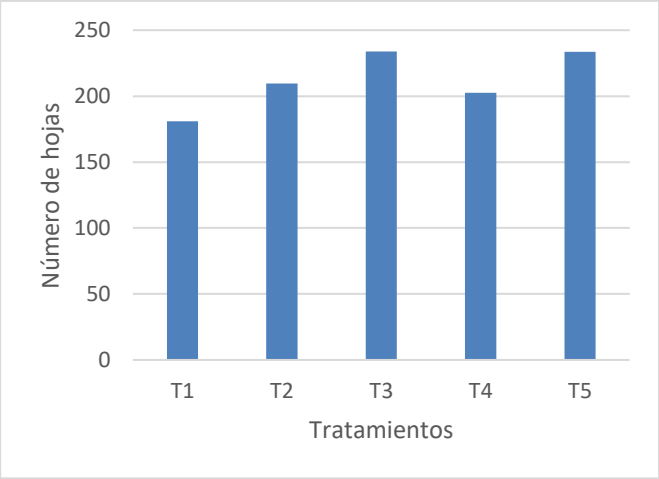


Figura 8. *Número de hojas en la planta e Stevia a los 60 días de cultivo*



En el gráfico 07 de barras, muestra el número total de hojas en plantas de *Stevia rebaudiana* bajo cinco tratamientos diferentes. Los tratamientos involucran diferentes combinaciones de fertilizantes orgánicos (Bokashi y Humus) y Biol de MM (un tipo de fertilizante líquido).

Analizando cada uno de los tratamientos, vemos que el T1 (Tierra agrícola, 0 Bokashi, 0 Biol): tratamiento que sirve como control. Tiene el menor número de hojas a los 60 días, lo que indica que los nutrientes nativos en la tierra agrícola son suficientes para el crecimiento básico, pero no óptimos para maximizar la producción de hojas. El

T2 (Bokashi 10000 kg/Ha, Biol 1000 lt/Ha) muestra un número significativamente mayor de hojas en comparación con el control (T1), lo que indica que Bokashi y Biol proporcionan nutrientes beneficiosos y/o estimulan el crecimiento de la planta. T3 (Bokashi 20000 kg/Ha, Biol 2000 lt/Ha) vemos que tiene el mayor número de hojas. Consideramos que el aumento en la concentración de Bokashi y Biol hace mejorar significativamente la producción de hojas en comparación al testigo. El T4 (Humus 10000 kg/Ha, Biol 1000 lt/Ha) muestra un número de hojas menor en comparación con T2, T5 y T3, pero mayor al T1 (Testigo). Esto podría deberse a una menor concentración de nutrientes en el Humus, o a que Stevia rebaudiana responde mejor al Bokashi. El T5 (Humus 20000 kg/Ha, Biol 2000 lt/Ha) muestra un número casi similar al T3. Lo que podríamos suponer que el aumento en la concentración de Humus y Biol mejora la producción de hojas en comparación con T4.

En la tabla 4.10, presentamos el ANVA para del número de hoja para los 60 días de cultivo, esta tabla nos indica que el coeficiente de variación es de 8.37%, es un valor bueno de acuerdo a Calzada (1982) por tener un valor inferior al 30% indicándonos que no hubo mucha variación de los valores entre tratamientos y sus repeticiones; deduciendo que las dosis de los abonos orgánicos y el Biol están bien estructuradas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados. En la misma tabla nos reporta el F calculado de 6.323 valor superior al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893), por lo que afirmamos que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos para los 60 días de cultivo. Este valor nos indica que los abonos orgánicos usado en esta investigación influyen en el incremento del número de hojas de las plantas de *Stevia rebaudiana.*

Tabla 13. *ANVA para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	7971.20	1992.80	6.323	3.056	4.893	* *
Error	15	4727.75	315.18				
Total	19	12699					
	%CV	8.37	DS	25.85			

Al presentar el ANVA, una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5% (ver tabla 4.11), para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor efecto para incrementar el número de hojas; en esta tabla podemos observar que se forman 2 subgrupos, estando en el primer subgrupo (a) los tratamientos con mayor número de hojas, así vemos que el T3 lidera el grupo, seguido por el T5, T2 y T4 con 233.75, 233.5, 209.5 y finalmente el T4 con 202.5 hojas promedio respectivamente; igualmente se observa que este subgrupo reporta una significación estadística de 0.145, valor muy alejado de la unidad (1.000) lo que nos indica que existe una probabilidad de 14% para tener el valor más alto del número de hojas de ese subgrupo usando cualquiera de las dosis de esos tratamientos. En el subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T2, T4 y T1 (Testigo) con 209.50, 202.50 y 181.00 hojas promedio respectivamente; con una significación estadística de 0.208, lo que representa la probabilidad del 20.8% para tener el mayor número de hojas de ese subgrupo usando cualquiera de las dosis de esos tratamientos.

Tabla 14. *Prueba estadística de tukey para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo*

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	233.75	
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	233.50	
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4	209.50	209.50
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4	202.50	202.50
T1: (Testigo)	4		181.00
Sig.		.145	.208

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

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

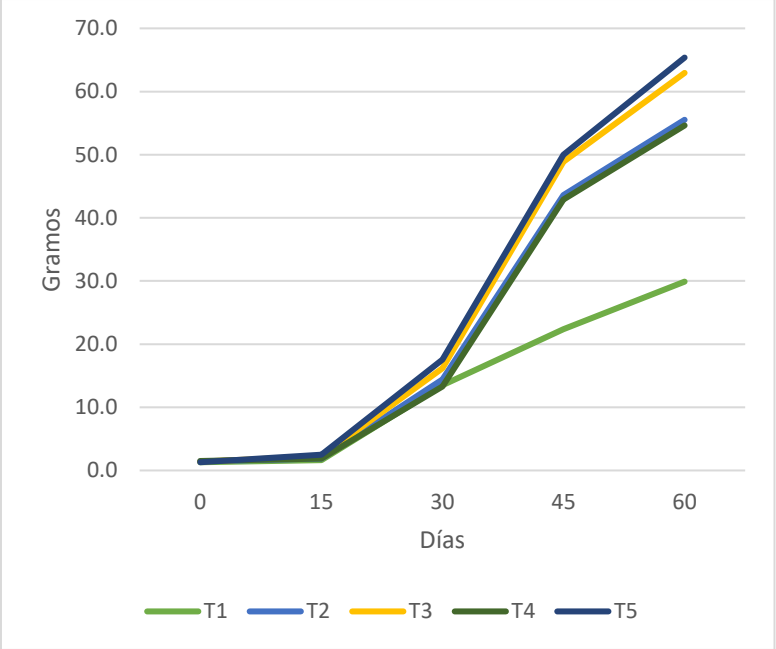
4.2.5. Peso fresco de las hojas

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 08; aquí vemos que el incremento del peso fresco de las hojas se acentúa a partir de los 15 hasta los 45 días de cultivo para todos los tratamientos; pero Asimismo, a partir de los 45 días hasta el final de la investigación los tratamientos T5 (Humus 20000 y 2000 Biol) y T3 (Bok 20000 y 2000 Biol) forman un primer grupo de linea con pesos muy cercanos y tienen el mayor peso fresco de las hojas; el T2 (Bok 10000 y 1000 Biol) y T4 (Humus 10000 y 1000 Biol) forman el segundo grupo de líneas con pesos muy cercanos y finalmente se encuentra el T1 (Testigo) formando una última línea con el menor peso fresco de las hojas.

Tabla 15. *Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia (g) hasta los 60 días de cultivo*

	Dias				
Tratam	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
T1	1.3	1.6	13.5	22.4	29.9
T2	1.5	1.9	14.4	43.6	55.5
T3	1.4	2.2	16.2	48.9	63.0
T4	1.5	1.9	13.3	42.9	54.6
T5	1.3	2.5	17.6	50.0	65.4
Promedio	1.39	2.03	14.99	41.55	53.68

Figura 9. *Evolución del peso fresco de las hojas*



La evolución del peso fresco de las hojas se presenta en la tabla 4.12 y se visualiza en el gráfico 08 y lo visualizamos en gráfico 08; aquí podemos observar que el mayor incremento del peso fresco de las hojas se inicia a partir de los 30 días de cultivo hasta los 45 días, luego siguen incrementando los pesos pero con menor intensidad.. Asimismo, se observa que los tratamientos T5 Humus 20000 y 2000 Biol) y el T3 (Bokashi20000 y 2000 Biol) tratamientos con mayor cantidad de humus y bokashi son los que presentan el mayor peso fresco de las hojas; seguidos por el T2 (Bokashi 10000 y 1000 Biol) y T4 (Humus 10000 y 1000 Biol) ambos tratamientos con

la misma cantidad de humus y bokashi forman el segundo grupo de líneas y con el peso fresco de hojas más bajo se encuentra el T1 (Testigo). Lo que nos indicaría que tanto el humus como el bokashi en mayor cantidad influye en forma directa en el incremento del peso fresco de las hojas.

El análisis estadístico del peso fresco de las hojas de *Stevia rebaudiana* se realizó al final de la investigación a los 60 días de cultivo ya que nuestro objetivo de investigación es evaluar cuál de los cuatro sustratos orgánicos y el Biol influyen en el crecimiento y producción de Stevia bajo condiciones de vivero, para Chanchamayo*;* en la tabla 4.13 y gráfico 09, se presenta el peso fresco de las hojas promedio a los 60 días de cultivo. En el gráfico se observa que el T3 y T5, son los tratamientos con mayor peso fresco de las hojas, seguido por el T2 y T4 y con el menor peso se encuentra el tratamiento T1 (Testigo).

Tabla 16. *Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días*

Promedio	**29.90**	**55.53**	**62.95**	**54.63**	**65.38**
Trat/Rep	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**
R1	24.3	44	66	66	68
R2	27	72.6	72	50	65.75
R3	24.3	56	56.81	52.5	61.75
R4	44	49.5	57	50	66

Figura 10. *Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días*



En la tabla 4.14, se presenta el análisis de varianza del peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo, observamos que el F calculado es de 10.882, 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 diferencia estadística altamente significativa para el 5%, y para el 1% nos permite aceptar la hipótesis alterna que alguno de los sustratos orgánicos y el biol influyen en el crecimiento y producción de Stevia bajo condiciones de vivero, para Chanchamayo. Igualmente, observamos que el coeficiente de variabilidad es de 15.90% que según Calzada (1982), es un valor aceptable por encontrarse dentro del rango del 30%.

Tabla 17. *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 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	3170.15	792.54	**10.882**	3.056	4.893	* *
Error	15	1092.40	72.83				
Total	19	4262.555					
	%CV	15.90	DS	14.98			

Al tener un valor superior al F calculado con relación al F teórico al 5 y 1% se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar que tratamientos tienen

mayor influencia en incrementar el peso fresco de las hojas. Esta prueba estadística lo presentamos en la table 14.5; observamos que se forman 2 subgrupos, en el primer subgrupo y con mayor peso fresco se encuentran los tratamientos T5, T3, T2 y T4; con una significación estadística de 0.419, lo que nos indica que existe una probabilidad del 41% de tener el mayor peso fresco de las hojas usando cualquiera de las dosis de los tratamientos de ese subgrupo. En el subgrupo (b) se encuentra solo el T1 (Testigo). Lo que corrobora que los abonos orgánicos y el biol si tienen influencia en el incremento del peso fresco de las hojas, ya que existe un marcado distanciamiento en peso con los tratamientos del subgrupo (a).

Tabla 18. *Tabla Prueba estadística de Tukey para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo*

Peso fresco de hojas

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	65.38	
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	62.95	
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4	55.53	
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4	54.63	
T1: (Testigo)	4		29.90
Sig.		.419	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.2.6. Peso seco de las hojas (g)

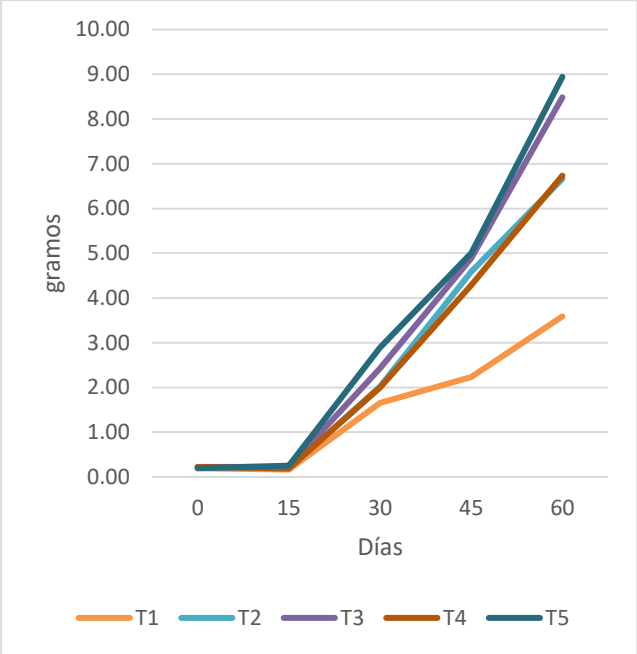
La evaluación del peso seco de las hojas de las plantas se realizó igualmente cada 15 días y lo presentamos en la tabla 4.16 y el gráfico 10; aquí observamos que el peso seco de las hojas se mantuvo constante hasta los 15 días de cultivo luego a partir de los 30 días hasta el final de la investigación se incrementó el peso seco de las hojas para todos los tratamientos; pero a partir de los 30 hasta los 60 días, se forman 3 grupos

de líneas, formando la primera línea con mayor peso seco los tratamientos los tratamientos T3 y T5; seguido por el segundo grupo de líneas formado por los tratamientos T2 y T4 con menor peso en comparación al primer grupo de líneas y al último se encuentran solo el tratamiento Testigo T1;con in incremento de peso seco más lento hasta los 45 días, para elevar su incremento de peso hasta los 60 días.

Tabla 19. *Evolución del peso seco de las hojas en g. hasta los 60 días*

	Dias				
Tratamientos	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
T1	0.20	0.16	1.65	2.24	3.59
T2	0.22	0.19	2.02	4.58	6.66
T3	0.23	0.22	2.43	4.89	8.48
T4	0.23	0.19	2.00	4.29	6.74
T5	0.20	0.25	2.89	5.00	8.94

Figura 11. *Evolución del peso seco de las hojas por tratamiento hasta los 60 días*

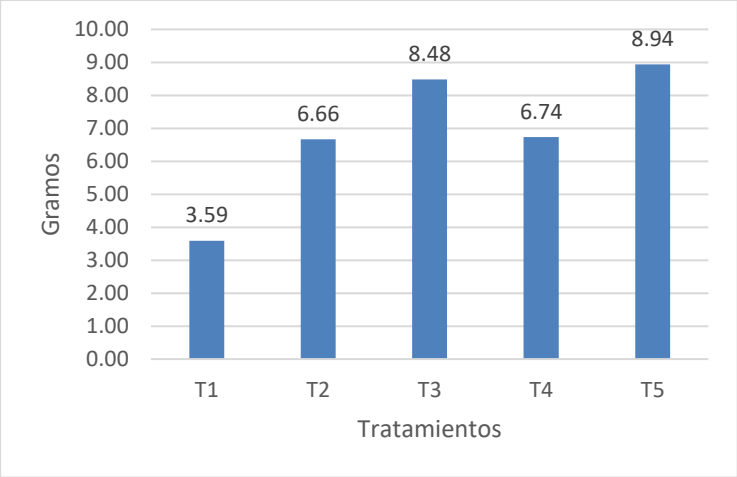


En la tabla 4.17 se presentan los datos del peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo y se visualiza en el gráfico 11.

Tabla 20. *peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo*

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2.92	5.28	7.92	9.24	9.24
R2	3.24	8.71	10.08	6.00	8.65
R3	2.92	6.72	7.95	6.30	8.65
R4	5.28	5.94	7.98	5.40	9.24
Promedio	**3.59**	**6.66**	**8.48**	**6.74**	**8.94**

Figura 12. *peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo*



En el presente gráfico podemos observar que al final de la investigación se observa que el T5 y el T3 (con 20,000 kg/Ha de humus y bokashi), son los tratamientos que logran el mayor peso seco de las hojas con 8.98y 8.48 g. respectivamente, seguido por el T4 con 6.74 g, y el T2 con 6.66 g, y en último lugar se encuentra el Testigo con 3.59 g.

El análisis de varianza, para el peso seco de las hojas a los 60 días de cultivo se presenta en la tabla 4.17, aquí observamos que el F calculado es de 11.530, valor superior al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), por lo que afirmamos existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; esto quiere decir que hay efecto positivo de las dosis de los abonos orgánicos y el Biol en los tratamientos que influyen en el incremento del peso seco de las hojas; por lo que, nos

permitimos aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula que alguno de los sustratos orgánicos y el Biol, influyen en el incremento de las hojas secas de Stevia bajo condiciones de vivero, para Chanchamayo.

El coeficiente de variabilidad es de 18.02% es un valor aceptable según Calzada (1982), lo que nos indica que no hubo mucha variación de los datos entre los tratamientos y sus repeticiones; ya que según este autor sostiene que el coeficiente de variación es bueno cuando se tiene un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de abono orgánico y el Biol están bien planteados para los tratamientos ya que no hay mucha variabilidad entre los resultados registrados con relación a la media.

Tabla 21. *Análisis de varianza para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 05%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	70.92	17.73	**11.530**	3.056	4.893	* *
Error	15	23.07	1.54				
Total	19	93.986					

Al tener diferencia altamente significativa entre los tratamientos en el ANVA para el peso seco de las hojas, se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar que tratamientos tienen mayor influencia en incrementar el peso seco de las hojas. Esta prueba estadística lo presentamos en la tabla 4.18; aquí observamos que se forman 2 subgrupos, en el primer subgrupo y con mayor peso fresco se encuentran los tratamientos T5, T3, T4 y T2; con una significación estadística de 0.120, valor muy alejado de la unidad (1.000); lo que nos indica que existe una probabilidad del 12% de tener el mayor peso fresco de las hojas usando cualquiera de las dosis de los tratamientos de ese subgrupo, recomendando usar la dosis del T5 para obtener el mayor peso seco de las hojas. En el subgrupo (b) se encuentra solo el T1 (Testigo). Lo que

corrobora que los abonos orgánicos y el biol si tienen influencia en el incremento del peso seco de las hojas, ya que existe un marcado distanciamiento en peso con los tratamientos del subgrupo (a).

Lo que nos indicaría que hay efecto significativo entre las dosis de los abonos orgánicos y el Biol para incrementar el peso seco de las hojas.

Tabla 22. *Prueba de significación estadística de Tukey para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo*

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T5= Humus 20000 y 200 Biol	4	8.95	
T3= Bok 20000 y 200 Biol	4	8.48	
T4= Humus 10000 y 100 Biol	4	6.74	
T2: Bok 10000 y 100 Biol	4	6.66	
T1: (Testigo)	4		3.59
Sig.		.120	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

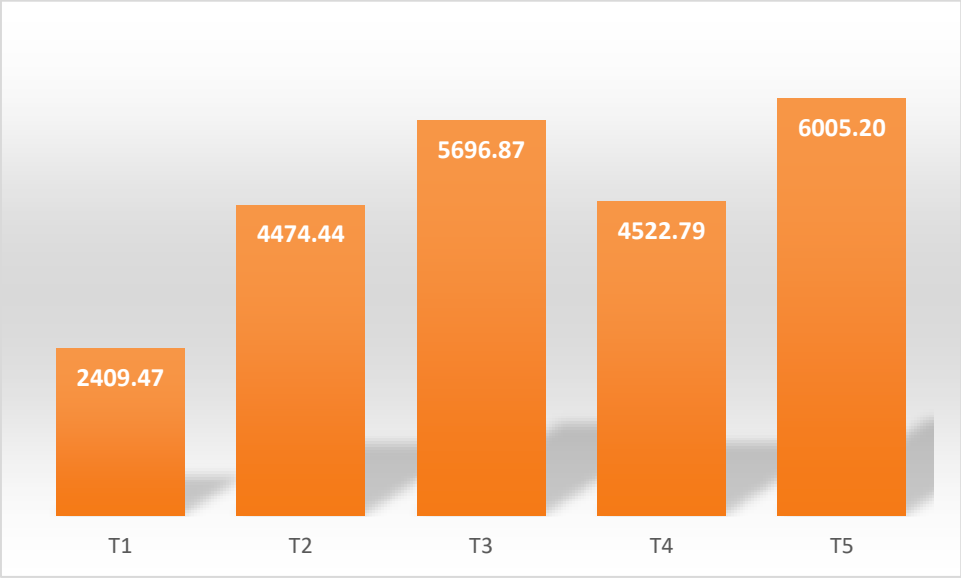
4.2.7. Rendimiento de las hojas (g)

En nuestra tesis tuvo como objetivo determinar la influencia de los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia a los 60 días del cultivo. El rendimiento se realizó calculando la cantidad de plantas que se puede cultivar en una Ha de terreno, considerando los distanciamientos entre plantas y surcos y respetando las calles principales y secundarias (0.90 y 0.70 m) para realizar las labores de cultivo, considerando el distanciamiento entre plantas y entre surcos de 0.2 x 0.3 m, considerando la cama de cultivo con las calles principal y secundaria de 40 m^2; una población total a cultivar de 67,154 plantas/Ha. Los resultados del rendimiento de los tratamientos los presentamos en la tabla 4.19 y el gráfico 12;

Tabla 23. *Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición en kg/Ha*

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	1958.20	3545.71	5318.56	6204.99	6204.99
R2	2175.77	5850.42	6769.08	4029.21	5805.42
R3	1958.20	4512.72	5340.99	4230.67	5805.42
R4	3545.71	3988.92	5358.85	3626.29	6204.99
Promedio	2409.47	4474.44	5696.87	4522.79	6005.20

Figura 13. *Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento*



En el gráfico 12, observamos que el mayor rendimiento de las hojas secas de Stevia se obtuvo en el T5 (Humus 20000 y 2000 Biol) con 6,005.20 kg/Ha, seguido por el T3 (Bokashi 20,000 y 2000 Biol) con 5,696.87 kg/Ha; luego le sigue el T4 (Humus 10000 y 1000 Biol) con 4,522.79 kg/Ha luego se encuentra el T2 (Bok 10000 y 1000 Biol) con 4,474.47 kg/Ha y finalmente el T1 (Testigo) con 2,409.47 kg/Ha.

Estos rendimientos fueron sometidos al análisis de varianza para determinar si existe diferencia estadística entre sus tratamientos, lo presentamos en la tabla 4.20. Aquí podemos observar que se presenta un coeficiente de variación de 18.65% de acuerdo a Calzada (1982 es considerado como un valor bueno, indicándonos que no hubo mucha variación de los resultados entre los tratamientos y las repeticiones; y de acuerdo al mismo autor manifiesta que el coeficiente de variación es bueno, cuando es inferior al

30%, indicando que la distribución las dosis de los abonos orgánicos y el Biol están bien estructuradas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados con relación a la media.

El F calculado es de 8.609, valor superior al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), afirmando que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; por lo tanto, las dosis de los abonos orgánicos y el Biol usados en esta investigación influyen en el incremento del rendimiento de las hojas de Stevia.

Tabla 24. *ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia*

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	5	31982036.05	6396407.21	**8.609**	2.958	4.695	* *
Error	14	10401741.47	742981.53				
Total	19	42383777.52					

Teniendo una diferencia altamente significativa en el ANVA, se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, se presenta en la tabla 4.21; aquí podemos observar que los tratamientos se reagrupan en dos subgrupos de acuerdo a la similitud de sus resultados. Observando que en el primer subgrupo (a) con el mayor rendimiento se encuentran los tratamientos T5, T3, T4 y T2 en orden decreciente de rendimiento y en el subgrupo (b) se encuentra solo el T1 (Testigo) lo que nos indica que las dosis de abonos orgánicos y el Biol usados en esta investigación influyen en el incremento del rendimiento de la planta de Stevia. Por lo que aceptamos la hipótesis alterna que las dosis de abono orgánicos y el biol de microorganismos de montaña influyen en el rendimiento de las plantas de Stevia. Asimismo, se observa que los tratamientos con mayor concentración de humus y bokashi (20,000 kg y 2000 lt/Ha de Biol T5 y T3) son los tratamientos con mayor rendimiento, seguido por los tratamientos T4 y T2

(10,000 kg/Ha de humus y bokashi y 1000 lt/Ha de Biol) en comparación al tratamiento Testigo que muestra el menor rendimiento.

Tabla 25. *Prueba estadística de Tukey para el rendimiento de las hojas secas de Stevia*

Rendimiento

HSD Tukey[a]

		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos	N	a	b
T5= Humus 20000 y 2000 Biol	4	6005.21	
T3= Bok 20000 y 2000 Biol	4	5696.87	
T4= Humus 10000 y 1000 Biol	4	4522.79	
T2: Bok 10000 y 1000 Biol	4	4474.44	
T1: (Testigo)	4		2409.47
Sig.		.120	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

4.3. Prueba de hipótesis

La prueba de hipótesis de nuestra investigación, la realizamos a partir de la hipótesis planteada.

Así que tenemos:

Hipótesis alterna

Al menos uno de los sustratos orgánicos integrados por humus, bokashi y Biol de microorganismos de montaña favorecen a la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en La Merced – Chanchamayo, bajo condiciones de vivero

Hipótesis nula:

Ninguno de los sustratos orgánicos integrados por humus, bokashi y Biol de microorganismos de montaña favorecen a la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en La Merced – Chanchamayo, bajo condiciones de vivero

Hipótesis específicas

- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar el crecimiento aéreo de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)
- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- El humus, el bokashi y el Biol de microorganismos de montaña tendrán influencia para incrementar la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

Regla de decisión

Si fc <=ft, se acepta la Ho, y se rechaza la Ha

Si fc > ft, se rechaza la Ho, y se acepta la Ha

	C V	f cal	$f_{0.5}$	$f_{0.1}$	Decisión
Altura de planta	2.82	9.796	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Número de ramas	8.11	6.424	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Peso fresco de la planta	7.30	6.886	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Número de hojas	8.37	6.323	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Peso fresco de las hojas	15.90	10.882	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Peso seco de las hojas	18.02	11.530	3.056	4.893	Se acepta la Ha
Rendimiento	18.65	8.609	2.958	4.695	Se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

En este estudio, examinamos cómo los sustratos orgánicos compuestos por humus, bokashi y biol de microorganismos de montaña afectan la producción de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) en La Merced, Chanchamayo, bajo condiciones controladas de vivero. El objetivo principal fue identificar cuál de estos sustratos ofrece el mejor resultado en términos de crecimiento y producción de hojas de Stevia, específicamente en el entorno de Chanchamayo, en la Selva Central.

El análisis de varianza realizado a los 60 días de cultivo reveló que los coeficientes de variación (CV) para todos los indicadores evaluados oscilaron entre el 2.82% (para la altura de la planta) y el 18.65% (para el rendimiento de las plantas). De acuerdo con la clasificación de rangos del coeficiente de variación propuesta por Gordon y Camargo (2015), estos valores se consideran bajos. Estos autores señalan que el CV es una herramienta para evaluar la validez de los ensayos y determinar si un experimento es fiable. Por lo tanto, podemos afirmar que nuestros resultados son estadísticamente confiables.

Esta conclusión se alinea con lo expresado por Patel et al. (2001), quienes indican que el coeficiente de variación varía según el tipo de experimento. Estos autores sugieren rangos aceptables de entre 6 y 8% para estudios de cultivares, de 10 a 12% para investigaciones en fertilización, y de 13 a 15% para ensayos sobre la evaluación de plaguicidas. Dado que nuestra investigación se enfoca en evaluar el efecto de abonos orgánicos en el crecimiento y la producción de Stevia, se sitúa dentro del área de fertilización, y los valores del coeficiente de variación obtenidos se encuentran dentro de los rangos considerados aceptables (13 al 15%).Patel et al. también advierten que, cuando el valor del CV supera el 30%, los datos deben descartarse debido a la baja precisión.

Según la clasificación de Pimentel (1985), nuestros coeficientes de variación (CV) se ubican en un rango de bajo a medio, ya que este autor considera que las investigaciones agrícolas presentan un rango bajo cuando el CV es inferior al 10%, medio entre 10 y 20%, alto entre 20 y 30%, y muy alto cuando supera el 30%.

Los resultados del análisis de varianza mostraron una alta significación estadística para todos los indicadores analizados. Esto nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, que indica que al menos uno de los sustratos

orgánicos (humus, bokashi y biol de microorganismos de montaña) favorece la producción de Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo.

Al analizar la altura de las plantas, observamos que los tratamientos T5 (Humus 20,000 y 2000 Biol) y T3 (Bokashi 20000 y 2000 Biol) presentaron los valores más altos. Esto sugiere que estos tratamientos influyeron significativamente en el crecimiento de las plantas, posiblemente debido a la presencia de ácido húmico en el humus.

Nuestros valores para la altura de la planta fueron relativamente superiores (valor máximo: 40.23 y 39.23 cm para T5 y T3) en comparación con los resultados reportados por Foronda (2008), quien evaluó el efecto de bioestimulantes orgánicos en la producción de Stevia en Bolivia. Foronda reportó una altura máxima de 37.22 cm para el tratamiento T4 (Biol 750 cc/l) y 35.73 cm para el tratamiento T8 (nutriGROW 8 cc/l). Estos valores son inferiores a los obtenidos en nuestra investigación, lo que sugiere que los abonos orgánicos y el biol de microorganismos de montaña influyen significativamente en el incremento de la altura de la planta de Stevia, con dosis de 20,000 kg/Ha de Humus y bokashi, y 2000 lt/Ha de Biol de MM. De manera similar, nuestros resultados superan los reportados por Flores y Lita (2011) en Ecuador, quienes obtuvieron una altura máxima de planta de 30.26 cm al evaluar el efecto de diferentes niveles de NPK y promotores de crecimiento en Stevia rebaudiana.

Asimismo, nuestros resultados son superiores a los de Villanueva (2009), quien evaluó el efecto de diferentes niveles de fertilización orgánica mineral en Stevia rebaudiana en Perú, reportando un valor máximo de 36.29 cm.

En cuanto al número de ramas, el análisis de varianza (ANVA) reveló una significancia estadística altamente significativa, lo que indica que los tratamientos

aplicados tienen un efecto diferente en el incremento del número de ramas. La prueba estadística de Tukey a los 60 días de cultivo identificó dos subgrupos, siendo los tratamientos con Humus 20000 y 2000 Biol, y Bokashi 20000 y 2000 Biol los que estimularon la mayor formación de ramas en las plantas de Stevia.

Al comparar nuestros resultados con los de Almaguer et al. (2018), quienes evaluaron el efecto del Pectimorf ® en el crecimiento de esquejes de Stevia en la fase de vivero, observamos que la adición de Pectimorf a una concentración de 20 mg L-1 incrementó el número de raíces y hojas, el diámetro del tallo, y la masa seca de hojas y ramas. Estos hallazgos se basan en estudios realizados con Oligo galacturónidos (OGs), que sugieren que las oligosacarinas pueden estimular la actividad fotosintética, lo que resulta en una mayor disponibilidad de esqueletos carbonados para la síntesis de nuevos compuestos, como las proteínas (Perez et al., 2013), lo que podría explicar el incremento en el tamaño de la planta y sus ramas.

En base a nuestros resultados donde se obtuvo los mejores valores para los indicadores evaluados, podemos manifestar que el humus de lombriz conocido como vermicompost, es un biofertilizante natural producido por la acción de las lombrices en la descomposición de materia orgánica. Este producto es rico en nutrientes esenciales para el desarrollo vegetal, como nitrógeno, fósforo, potasio, así como en microorganismos beneficiosos que mejoran la disponibilidad de nutrientes y la estructura del suelo (Edwards et al., 2011). En el caso específico de *Stevia rebaudiana*, una planta valorada por sus compuestos edulcorantes naturales, el uso del humus de lombriz ha demostrado beneficios significativos en su crecimiento vegetativo, incluyendo un aumento en la altura de las plantas. Según estudios realizados por Domínguez y Edwards (2011), el vermicompost mejora la fertilidad del suelo y

promueve un ambiente favorable para la absorción de nutrientes, lo que se traduce en un desarrollo más vigoroso de las plantas.

Además, investigaciones como las de Atiyeh et al. (2000) han reportado que la aplicación de humus de lombriz incrementa la actividad microbiana y la disponibilidad de fitohormonas naturales, como auxinas y citoquininas, que estimulan el crecimiento celular y elongación de las plantas. Esto es particularmente relevante para Stevia, ya que un mayor crecimiento en altura puede correlacionarse con un incremento en la biomasa foliar, importante para la producción de estevia dulce.

Por otra parte, el humus de lombriz mejora la retención de agua y la aireación del suelo, factores fundamentales que contribuyen a un mejor desarrollo radicular y, en consecuencia, a una mayor absorción de nutrientes y agua, elementos clave para el crecimiento óptimo de Stevia (Arancon et al., 2004).

En resumen, la aplicación de humus de lombriz de tierra actúa como un fertilizante orgánico integral que no solo provee nutrientes esenciales sino también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo, favoreciendo el incremento de la altura y desarrollo general de Stevia rebaudiana, tal como lo evidencian múltiples investigaciones en el ámbito de la agricultura sostenible y cultivos orgánicos.

De igual manera el bokashi también se obtuvo buenos resultados usando el bokashi como abono orgánico, estos resultados pueden estar influenciados por el bokashi, que es un fertilizante orgánico fermentado, producido a partir de la descomposición controlada de materia orgánica mediante microorganismos efectivos (EM), que incluye bacterias fotosintéticas, bacterias ácido-lácticas y levaduras, entre otros (Higa & Parr, 1989). Este proceso de fermentación conserva gran parte de los nutrientes y mejora la calidad del producto final, que se utiliza para enriquecer el suelo y promover el crecimiento vegetal.

Diversos estudios han demostrado que la aplicación de bokashi puede incrementar el crecimiento de las plantas, incluyendo el aumento en la altura, debido a su aporte equilibrado de nutrientes esenciales y a la mejora de la actividad biológica del suelo En el caso de Stevia rebaudiana, planta de importancia comercial por sus compuestos edulcorantes naturales, el uso de bokashi favorece un desarrollo vegetativo más vigoroso.

La fermentación del bokashi produce compuestos bioactivos, como ácidos orgánicos y fitohormonas naturales, que estimulan la germinación y elongación celular, promoviendo así un mayor crecimiento en altura (Villanueva, G. (2009). Además, los microorganismos presentes en el bokashi mejoran la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, elementos esenciales para la biosíntesis y desarrollo de tejidos en Stevia.

Por otra parte, la incorporación de bokashi en el suelo mejora sus propiedades físicas y químicas, tales como la capacidad de retención de agua y la aireación, lo que facilita un crecimiento radicular saludable y una absorción eficiente de nutrientes (Higa, & Parr, (2013), Este mejor desarrollo radicular se refleja en un incremento en la altura y biomasa de las plantas.

En resumen, el uso de bokashi como fertilizante orgánico promueve un ambiente edáfico más favorable para el crecimiento de *Stevia rebaudiana*, contribuyendo al incremento de su altura mediante la mejora de la nutrición, la actividad microbiana y las propiedades del suelo, tal como lo evidencian diferentes investigaciones en el campo de la agricultura sostenible y manejo orgánico de cultivos.

Asimismo, también podemos afirmar que se obtuvo buenos resultados usando el Biol de microorganismos de montaña ya que es considerado como un biofertilizante líquido resultante de la fermentación anaerobia de microorganismos benéficos

provenientes del suelo, en este caso específicos de zonas de montaña. Estos microorganismos incluyen bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo, y productores de fitohormonas, los cuales tienen un papel fundamental en la promoción del crecimiento vegetal (Gutiérrez-Miceli et al., 2007).

En cultivos como Stevia rebaudiana, el uso de biol de microorganismos de montaña ha demostrado incrementar significativamente la altura de las plantas. Esto se debe a que estos microorganismos contribuyen a mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales, especialmente nitrógeno y fósforo, que son primordiales para procesos metabólicos asociados al crecimiento y desarrollo celular (Vessey, 2003).

Además, los microorganismos presentes en el biol producen sustancias bioactivas, incluyendo auxinas, giberelinas y citoquininas, que actúan como fitohormonas naturales estimulando la elongación celular y la división, lo que favorece un mayor crecimiento en altura (Bashan et al., 2012). Estas hormonas también mejoran la formación y desarrollo del sistema radicular, facilitando una absorción más eficiente de agua y nutrientes, aspectos críticos para el crecimiento óptimo de Stevia.

La aplicación del biol también promueve la actividad microbiana del suelo, mejorando la estructura y fertilidad del mismo, lo que repercute positivamente en la salud general de las plantas y su capacidad para crecer más vigorosamente (Álvarez & Rimski-Korsakov. 2016). En particular, los microorganismos adaptados a condiciones de montaña suelen ser más eficientes en la solubilización de nutrientes y producción de metabolitos beneficiosos, lo que puede potenciar aún más el crecimiento de la Stevia.

En conclusión, el biol de microorganismos de montaña actúa como un biofertilizante integral que, mediante la mejora de la nutrición mineral y la estimulación hormonal natural, contribuye al incremento de la altura y desarrollo de Stevia

rebaudiana, tal como lo sostienen diversas investigaciones en el ámbito de la agricultura orgánica y microbiología aplicada.

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña para la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo***;*** en base a los resultados se tiene las siguientes conclusiones:

- Al evaluar la variable crecimiento aéreo de las plantas considerando la altura de la planta, se obtuvo una alta significación estadística entre los tratamientos, por lo concluimos que los diferentes sustratos orgánicos usados en nuestra investigación influyen en incrementar estos parámetros evaluados, logrando la mayor altura de planta con 40.23 cm usando 20,000 kg/Ha de Humus y 2000 Biol de MM/Ha.
- Para evaluar el incremento de la biomasa de las plantas se obtuvo los mejores resultados usando 20,000 kg/Ha de Humus y 2000 Biol de MM/Ha; logrando 12 ramas promedio, 63.00 g, de peso fresco de la planta; el mayor número de hojas se logró usando Bokashi 20000 y 2000 Biol/Ha con 233.75 hojas promedio; 65.38 g. promedio; 8.95 g de peso fresco y seco de las hojas; por lo que afirmamos que los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña incrementan la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- Para evaluar el incremento de la producción de las plantas se obtuvo los mejores resultados usando (T3) 20,000 kg/Ha de Bocashi y 2000 Biol de MM/Ha; logrando Al evaluar el rendimiento de las plantas logrando 6006.21 kg/Ha. por lo que afirmamos que los abonos orgánicos y el Biol de microorganismos de montaña incrementan la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) a nivel de vivero.

RECOMENDACIONES

- Desarrollar nuevas investigaciones con diferentes abonos orgánicos para determinar la influencia en la producción de Stevia rebaudiana.
- Recomendar el uso del humus de lombriz de tierra y biol de microorganismos de montaña como abono orgánico para obtener mayor producción en las plantas de Stevia
- Recomendar la dosis de Humus 20,000 kg/Ha y 2000 lt/Ha Biol de microorganismos de montaña como abono orgánico en las plantas.
- Recomendar investigar abonamiento de la Stevia rebaudiana a campo abierto para evaluar el crecimiento y el rendimiento de esta planta.
- Promover en los agricultores de la selva central, el uso de humus de lombriz de tierra, bokashi y microorganismos de montaña como abono en sus cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almánzar, H. A. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial* bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica. CATIE

Almaguer, R. Yadira. (2018). Respuesta de Stevia rebaudiana Bertoni a la aplicación de del producto bioactivo PECTIMORF. Ministerio de Educación Superior. Cuba. Cultivos Tropicales, 2018, vol. 39, no. 4.

Álvarez, C.; Rimski-Korsakov. (2016). Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos. 1ra Edición. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Argentina. 167 pp.

Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, & J. D. Metzger. (04). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. effects on growth and yields. Bioresource Technology. 93: 145-153

Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards & J. D. Metzger. (2000). Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology. 75: 175-180

Bashan Y, Salazar B, Moreno M, López R, Linderman R (2012) Restoration of eroded soil in the Sonoran Desert with native leguminous trees using plant growth-promoting microorganisms and limited amounts of compost and water. J Environ Manag 102:26-36.

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.

Bendezu C, Oseas R. (2015). Propagación vegetativa de Stevia rebaudiana, Bertoni con aplicación de ácido indol-acético – Satipo. Tesis para optar el titulo de ingeniero agrónomo en la UNCP.

Calzada, J. (1982); Métodos estadísticos para la investigación. 5ta ed. Editorial "Milagros". Lima Perú

Callisaya M. Alfredo. (2013). Efecto de niveles de abono orgánico en la concentración de esteviosido de la eStevia (Stevia rebaudiana Bert.) en dos zonas agroecológicas de norte de la Paz. Tesis para ing. Agrónomo

Carrillo Leonor. (2003). Microbiología Agrícola, Capítulo 3.

Edwards, C., Arancon, N y Sherman, R. (2011). Vermiculture technology earthworms, Organic Wastes, and Environmental Management. Northwestern United States: Taylor & Francis Group

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

Gallopin, 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).

Gordón, Román y Camargo, I. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maiz. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), Panamá.

Gutiérrez-Miceli, F. A., J. Santiago-Borraz, J. A. Montes Molina, C. C. Nafate, M. Abdud-Archila, M. A. Oliva Llaven, R. Rincón-Rosales & L. Deendoven. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (Lycopersicum esculentum). Bioresource Technolology. 98: 2781-2786.

Gusqui Vilema, Luis. Et al. (2010). Evaluación de cuatro dosis de humus para la adaptación del cultivo no tradicional de yerba dulce (Stevia rebaudiana) en la zona de Santo Doingo de los Tsachilas. Congreso acuatoriano de la Ciencia del suelo. Ecuador.

HIGA, T.; PARR, J.F. (1989). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura t medio ambiente sostenible

Infoagro. (2010). La Stevia. Tipos de sustratos, p 11.

Maniega Cuadrado, Isabel; Molero Llamazares, Ramón; Perea Martínez, Ana; Pérez García, Raquel. (2008). Actividad alelopática de la cafeína en plántulas de trigo y Lenteja. Revista Ambiociencias. (ABC). España.

Nicolalde, J. & Lita, E. (2011). Efecto de tres niveles de N, P, K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de stevia (stevia reubadiana Bertoni), en selva alegre. Imbabura. Tesis Ing. Agronomía y Ambientales .Universidad Técnica del Norte. Puerto Rico.07 página.

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.

Pacheco, A., Pohlan H.A.J. (2005) Plantas aromáticas como cultivo intercalado, experiencias y efectos alelopáticos sobre el café (Coffea arabica L.). Memorias en extenso. Primer Congreso Internacional de plantas medicinales en Villahermosa, Tabasco, México, pp. 207-216.

Pámies, J. (2007). Manual de cultivo, reproducción y uso de la stevia rebaudiana. Argentina.

Patel, J.K., N.M. Patel, y R.L. Shiyani. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. Curr. Sci. 81(9):1163-1164

Pérez JL, García L, Veitía N, Bermúdez I, Collado R. (2013). Efecto del ácido 2,4-diclorofenoxiacético en la respuesta embriogénica de soya cultivar INCASoy-27. Cultivos Tropicales. 34(3).

Pimentel, F. (1985). Curso de estadística experimental. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.

Quezada, F. (2011). Propagación por esquejes de stevia (stevia reubadiana bert) en tres sustratos y dos dosis de hormona de enraizamiento bajo invernadero en el Cantón Santa Isabel. Tesis Ing. Agr.Facultad de Agronomía, Universidad de Cuenca. Ecuador. 06 Página.

Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil. 255: 571-586

Villanueva, G. (2009). Evaluación de cuatro niveles de fertilización orgánica mineral en el rendimiento de Stevia rebaudiana, en la UNCP – Satipo.

8.2. Fuentes Electrónicas:

Cassaica Javier, Álvarez Edgar. (2008). Recomendaciones técnicas para la producción sustentable del KA"A HE"E (Stevia rebaudianaBertoni) en el Paraguay. Manual Técnico Nº 8. (doc. en línea). Asunción, Paraguay. Disponible en http://3.bp.blogspot.com/_Kn3TlUKsFnk/SUbewSHFkn I/AAAAAAAAAEM/3f7uf3ootqY/s1600- h/FOTO+MANUAL.jpg. Acceso 28 de diciembre de 2023.

Fundación Colombiana para el Desarrollo y el Fomento Social. (FUNCFUS) (1994). Manual de la Stevia. (en línea). Colombia.. Disponible en http://translate.googleusercontent.com/translate_c?hl= en&langpair=es%7Cen&u=http://www.scribd.com/doc/ 39933345/ManualStevia&rurl=translate.google.com&usg=ALkJrhirv92Z W88pU71zlnuPEktkbKOJwQ Acceso 25 de agosto de 2024.

Gatica, Patricio. (2009). Agro información 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. Acceso 22 de diciembre de 2023.

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&langpai r=en%7Ces&u=http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl%3F16332. Acceso el 12 de febrero de 2024.

Higa, T.; Parr, J. (2013). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Centro Internacional de Investigación de Agricultura. Acceso 9 de agosto de 2025. Disponible en: https://docplayer.es/9736836-Microorganismos-beneficos-y-efectivos-para-una-agricultura-y-medio-ambiente-sostenible.html

INTAGRI (2024). La gallinaza como fertilizante. Acceso 9 de agosto de 2024. Extraído de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante.

Illanes, Joel (2018). Nutraestevia. El crecimiento en el consumo de la Stevia en el Perú. Extraído de internet el 29 de enero de 2019, de https://www.nutrastevia.pe/nutrablog/el-crecimiento-en-el-consumo-de-la-stevia-en-el-peru

INGREDION, (2022) Instituto de la Stevia. Extraído de internet el 2 de marzo de 2025 de: https://www-ingredion-com.translate.goog/na/en-us/ingredients/ingredient-types/stevia.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20stevia?,m%C3%A1s%20dulces%20que%20el%20az%C3%BAcar.

Landazuri, P; Tigrero, S, J. (2009). Stevia rebaudiana Bertoni una planta medicinal. (en línea) Ediespe, primera edición. Sangolqui Ecuador. Disponible en http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Manudefinit1.pdf Acceso el 22 de febrero de 2023.

Martínez P, Tomas. (2002). La hierba dulce, Historia uso y cultivo de Stevia rebaudiana Bertoni (en línea). Albacete, España. Disponible en http://books.google.com/books?id=HM3Mz7ChjzcC&pr intsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r &cad=0#v=onepage&q&f=false. Acceso 22 de febrero de 2018.

Pérez, Gustavo. (2008). Soberanía Alimentaria, Estevia. (en línea). Bolivia. Disponible en http://soberanialimentaria.org.bo/index.php?option=co m_content&view=frontpage&Itemid=1. Acceso 22 de abril de 2011.

Sáinz, Javier. (2023). Porqué deberíamos apostar por el cultivo de la Stevia para cosechar el dulzor del futuro. Acceso eo 17 de setiembre de 2024, de Porqué deberíamos apostar por el cultivo de la Stevia para cosechar el dulzor del futuro | SWT STEVIA.

Torres A. Carmencita (2013). Uso de pulpa de café en la elaboración de abonos para incrementar la productividad de café. Instituto de Investigación de la amazonía Peruana. Extraído de internet, el 15 de setiembre de 2024. De: https://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1257.pdf.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Anexo 01. Altura de la planta hasta los 60 días de cultivo

	Dias				
Trat	0	15	30	45	60
T1	21.75	24.5	28	33.25	36
T2	21.25	24.575	28.35	33.6	38.58
T3	21	24.55	28.53	34.53	39.23
T4	20.5	24.35	28.225	32.85	37.08
T5	21.33	25.17	29.47	35.6	40.23
Promedio	21.17	24.63	28.51	33.97	38.22

Anexo 02: Número de ramas

	Dias				
Trat	0	15	30	45	60
T1	1.25	1.25	3	6.5	9.75
T2	1.5	1.75	4	8.25	10.25
T3	1.5	1.75	5	8.5	12
T4	1.5	1.75	3.75	7.5	10
T5	1.75	1.75	5.25	9.25	12
Prom.	01.50	01.65	04.20	08.00	10.80

Anexo 03: Peso fresco de las plantas

	Dias				
Tratam	0	15	30	45	60
T1	15.75	23.75	28.75	39.75	49.5
T2	16.75	24.75	30.25	41.00	53.00
T3	17.50	25.25	31.00	42.50	54.75
T4	16.50	25.75	30.25	40.75	51.50
T5	18.00	25.25	31.50	43.75	63.00
Promedio	16.90	24.95	30.35	41.55	54.35

Anexo 04: Número de hojas

	Dias				
Tratamientos	0	15	30	45	60
T1	07	11	54	149	181
T2	7.25	11.75	64	165	209.5
T3	7	14	90	195.5	233.75
T4	7.50	13.50	62.00	165.00	202.50
T5	6.5	14	92	200	233.5
Promedio	06.95	12.85	72.40	174.90	212.05

Anexo 5: Peso fresco de las hojas

	Dias				
Tratam	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
T1	1.3	1.6	13.5	22.4	29.9
T2	1.5	1.9	14.4	43.6	55.5
T3	1.4	2.2	16.2	48.9	63.0
T4	1.5	1.9	13.3	42.9	54.6
T5	1.3	2.5	17.6	50.0	65.4
Promedio	1.39	2.03	14.99	41.55	53.68

Anexo 06: Peso seco de las hojas

	Dias				
Tratamientos	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
T1	0.20	0.16	1.65	2.24	3.59
T2	0.22	0.19	2.02	4.58	6.66
T3	0.23	0.22	2.43	4.89	8.48
T4	0.23	0.19	2.00	4.29	6.74
T5	0.20	0.25	2.89	5.00	8.94

Anexo 07: Rendimiento

Tratamientos	**60**
T1	2409.47
T2	4474.44
T3	5696.87
T4	4522.79
T5	6005.20



Foto N° 01. Preparación de Sustratos orgánicos: Bokashi



Foto 02: humus de lombriz



- **Foto 03:** Biol de microorganismos de montaña





Foto 04: Preparación de esquejes de Stevia en bandejas germinadoras





Foto 05: Instalación de esquejes de Stevia en camas de cultivo





Foto N° 06. Poda de formación





Foto N° 06. Aplicación del Biol





Foto 07: Limpieza de los cultivos









Foto 08: Limpieza de los cultivos





Foto 09: Evaluación de la altura de planta





Foto 10: Cosecha a los 60 días de cultivo







Foto 11: Peso fresco de las hojas





Foto 12: Número de ramas



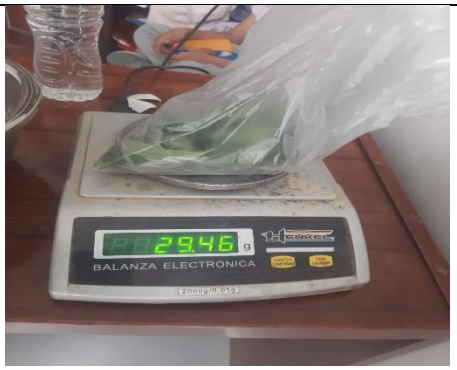


Foto 13: Peso seco de las hojas