

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto del Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos
en 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. Julian DÍAZ GALLARDO

Bach. Jakelin Mirian HUAYLLAS PARIONA

Asesor:

Msc. Josué Hernán INGA ORTIZ

La Merced – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto del Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos
en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de
vivero en La Merced – Chanchamayo**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
PRESIDENTE

Mg. José Hernán RODRIGUEZ HUATAY
MIEMBRO

Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 041-2025/UIFCCAA/V

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

Presentado por

DÍAZ GALLARDO, Julian
HUAYLLAS PARIONA; Jakelin Mirian

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo

Tesis

Efecto del Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Asesor

Msc. Inga Ortíz, Josué Hernán

Índice de similitud

11 %

Calificativo

APROBADO

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

Cerro de Pasco, 07 de agosto de 2025



Firmado digitalmente por HUANES
TOVAR, Luis Antonio FAJ
20154925046.pdf
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.08.2025 18:07:35 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

DEDICATORIA

Con eterna gratitud y entrañable cariño a nuestras madres, quienes con su invalorable apoyo y paciencia nos formaron para ser profesionales de éxito.

A nuestro asesor por el apoyo brindado y las sugerencias respectivas durante el desarrollo del presente trabajo.

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido en la cristalización 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 albergado y haber hecho posible nuestra formación académica a través de las enseñanzas impartidas por los docentes.
2. Al Dr. Luis Huanes Tovar, por habernos permitido realizar nuestra investigación en el vivero de Stevia a su cargo
3. Al Ing. Iván Sotomayor Córdova, 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 setiembre 2024 a enero de 2025, teniendo como objetivo general Determinar la influencia Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo; usando como testigo Agua más RF (Testigo); T2: 10 ml Biol de MM/lit de agua sin RF ni K; T3: 20 ml Biol de MM/lit de agua sin RF ni K; T4: 10 ml Biol de MM/lit de agua con RF y K y T5: 20 ml Biol de MM/lit de agua con RF y K. evaluando a las plantas desde los 15 hasta los 60 días; obteniendo la mayor altura de planta en el tratamiento T5 con 41.43 cm con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos; el mayor número de ramas se logró también en el tratamiento T5 con 13.75 ramas promedio; con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El mayor peso fresco de la planta igualmente se obtuvo en el T5 con 68.5 g. igualmente con una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El mayor número de hojas se obtuvo en el T4 igualmente con una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El mayor peso fresco de las hojas se logró en el T5 con 67.88 g.. El mayor peso seco de las hojas se logró igualmente en el T5 con 10.33 g también con una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Similar resultado se tuvo para la producción de hojas secas con mayor valor para T5 con 13768.33 kg/Ha de hojas secas, con una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos.

Palabra clave: *Stevia rebaudiana*, Biol, roca fosfórica, potasio

ABSTRACT

This thesis was developed from September 2024 to January 2025, with the general objective of determining the biological influence of mountain microorganisms with inorganic nutrients based on phosphorus and potassium on the production of Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) under nursery conditions in La Merced - Chanchamayo; using as a witness Water plus RF (Witness); T2: 10 ml Biol of MM / lt of water without RF or K; T3: 20 ml Biol of MM / lt of water without RF or K; T4: 10 ml Biol of MM / lt of water with RF and K and T5: 20 ml Biol of MM / lt of water with RF and K. evaluating the plants from 15 to 60 days; obtaining the highest plant height in treatment T5 with 41.43 cm with a highly significant difference between treatments; The highest number of branches was also achieved in treatment T5, with an average of 13.75 branches, with a highly significant difference between treatments. The highest plant fresh weight was also obtained in T5, with 68.5 g, also with a highly significant difference between treatments. The highest number of leaves was obtained in T4, also with a highly significant difference between treatments. The highest fresh leaf weight was achieved in T5, with 67.88 g. The highest dry leaf weight was also achieved in T5, with 10.33 g, also with a highly significant difference between treatments. A similar result was obtained for dry leaf production, with a higher value for T5, with 13,768.33 kg/ha of dry leaves, with a highly significant difference between treatments.

Keywords: *Stevia rebaudiana*, Biol, phosphate rock, potassium

INTRODUCCIÓN

La *Stevia rebaudiana* es una planta originaria de América del Sur que contiene glucósidos de esteviol, compuestos que proporcionan un sabor dulce intenso sin aportar calorías. Esto la convierte en una opción atractiva para personas con diabetes, obesidad o que buscan reducir su consumo de azúcar. Además, la stevia posee propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que la convierte en un objeto de estudio prometedor en el ámbito de la salud.

Nuestra investigación se basa en la optimización de las técnicas de cultivo y se enfoca en desarrollar prácticas de cultivo sostenibles que maximicen la producción de stevia.

La creciente demanda global de edulcorantes naturales ha impulsado la expansión del cultivo de *Stevia rebaudiana*. Sin embargo, la producción de stevia depende de varios factores, incluyendo la calidad del suelo, los nutrientes disponibles y el clima.

La *Stevia rebaudiana* crece mejor en regiones tropicales y subtropicales, a altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1700 metros. Su alto poder edulcorante (hasta 300 veces mayor que la sacarosa), gracias a los esteviósidos, la convierte en un tema de investigación por sus posibles beneficios para la salud (Callisaya, 2013).

Considerando que la Región de Chanchamayo se caracteriza por un clima tropical y subtropical, con temperaturas cálidas y húmedas durante todo el año y con una altitud promedio de 800 metros sobre el nivel del mar, recibe una cantidad significativa de lluvia durante todo el año, lo que proporciona la humedad necesaria para el cultivo de *Stevia rebaudiana*, que se adapta a altitudes entre el nivel del mar y los 1700 msnm; esto coincide con las preferencias de la *Stevia rebaudiana*, que prospera en climas cálidos y húmedos; por lo que en base a las condiciones climáticas de Chanchamayo, se puede recomendar este cultivo.

Castro y Gonzales (2020) destacan la importancia creciente del uso de microorganismos de montaña, en sus formas sólida y líquida (bioles), como mejoradores de la salud del suelo.

Estos microorganismos mejoran la biología del suelo, suprimen enfermedades, facilitan la absorción de nutrientes, descomponen materia orgánica, optimizan la producción pecuaria y controlan malos olores, entre otras funciones. Los mismos autores recomiendan enriquecer los bioles durante su activación con sales de origen natural, proporcionando nutrientes como potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y oligoelementos como manganeso (Mn) y boro (B).

Por lo que, nuestra investigación, pretende determinar la concentración óptima de P y K en los activados del Biol de microorganismos de montaña, bajo condiciones de Chanchamayo, a nivel de vivero.

INDICE

Página

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	5
1.3. Formulación del problema.....	5
1.3.1. Problema general	5
1.3.2. Problemas específicos.....	6
1.4. Formulación de objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Justificación de la investigación.....	7
1.6. Limitaciones de la investigación	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	10
------------------------------------	----

2.2.	Bases teóricas – científicas	12
2.2.1.	Los microorganismos de montaña	12
2.2.2.	El fósforo y los microorganismos del suelo	16
2.2.3.	El sulfato de potasio y los microorganismos de montaña.	20
2.2.4.	El Biol.....	21
2.2.5.	Formas de aplicación del biol.....	22
2.2.6.	Descripción botánica de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)	24
2.2.7.	Taxonomía de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)	25
2.2.8.	Origen y distribución de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)	25
2.2.9.	Reproducción de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni).....	26
2.2.10.	Propagación por Cultivo de Tejidos	28
2.3.	Definición de términos básicos	28
2.4.	Formulación de la hipótesis.....	29
2.4.1.	Hipótesis general	29
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	30
2.5.	Identificación de variables.....	30
2.5.1.	Variable independiente	30
2.5.2.	Variable dependiente	30
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	33
3.2.	Nivel de investigación	33
3.3.	Métodos de investigación.....	33
3.4.	Diseño de investigación.....	34

3.4.1. Modelo aditivo lineal.....	34
3.4.2. Análisis de variancia.....	34
3.5. Población y muestra	35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	35
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	36
3.9. Tratamiento estadístico.....	36
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	37

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	38
4.4.1. Lugar de ejecución.....	38
4.4.2. Materiales y equipos	39
4.4.3. Materiales de escritorio	39
4.4.4. Evaluación de las variables.....	41
4.4.5. Procedimiento y conducción del experimento.....	42
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	46
4.2.1. Altura de planta	46
4.2.2. Número de ramas.....	50
4.2.3. Peso fresco de la planta (g).....	54
4.2.4. Número de hojas de las plantas	56
4.2.5. Peso fresco de las hojas	60
4.2.6. Peso seco de las hojas (g)	64
4.2.7. Rendimiento de las hojas (g)	68
4.3. Prueba de hipótesis	71

4.4. Discusión de resultados	72
------------------------------------	----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días.....	47
Tabla 2. Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días.....	48
Tabla 3. Prueba estadística de Tukey para la altura de planta a los 60 días	49
Tabla 4. Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo	50
Tabla 5. Número de ramas de las plantas a los 60 días de cultivo.....	51
Tabla 6. ANVA para el número de ramas de Stevia a los 60 días de cultivo	53
Tabla 7. Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas a los 60 días de cultivo	54
Tabla 8. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días de cultivo	54
Tabla 9. Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo.....	55
Tabla 10. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo	56
Tabla 11. Evolución del número de hojas de Stevia rebaudiana por tratamiento, hasta los 60 días	57
Tabla 12. ANVA para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo	58
Tabla 13. Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo	60
Tabla 14. Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia (g) hasta los 60 días de cultivo...	60
Tabla 15. Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días.....	62
Tabla 16. Tabla Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo	63
Tabla 17. Prueba estadística de tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo	63

Tabla 18. Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días	64
Tabla 19. Peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo.....	65
Tabla 20. Análisis de varianza para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo	67
Tabla 21. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo	67
Tabla 22. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición en kg/Ha	69
Tabla 23. ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia.....	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfico 1. Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días	47
Gráfico 2. Altura de las plantas a los 60 días.....	47
Gráfico 3. Evolución del número de ramas de la Stevia hasta los 60 días de cultivo.....	51
Gráfico 4. Número de ramas a los 60 días de cultivo	52
Gráfico 5. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días	55
Gráfico 6. Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días.....	57
Gráfico 7. Número de hojas en la planta e Stevia a los 60 días de cultivo	58
Gráfico 8. Evolución del peso fresco de las hojas	61
Gráfico 9. Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días	62
Gráfico 10. Evolución del peso seco de las hojas por tratamiento hasta los 60 días	65
Gráfico 11. Peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo.....	65
Gráfico 12. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento.....	69

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La selva peruana, es un lugar donde se mezclan y se funden diferentes elementos, culturas, ideas y experiencias, dando como resultado algo nuevo y transformador; así mismo contiene mucha biodiversidad por lo que exige una mirada crítica a las actividades económicas que se desarrollan en su territorio, especialmente en el sector agrícola.

Es fundamental comprender las ventajas que ofrece la región, las dificultades que enfrentan los agricultores y las oportunidades que se presentan en este contexto. La agricultura se erige como 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)

Un enfoque integral que reconozca estos aspectos es crucial para el desarrollo de una agricultura responsable y próspera 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 encontrar un equilibrio entre el desarrollo agrícola y la preservación de la biodiversidad, buscando alternativas sostenibles que permitan a la Amazonía peruana prosperar sin comprometer su futuro. (Astier, 1994).

Asimismo, la Amazonía peruana, siendo 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. Asimismo, existe una creciente demanda global de productos amazónicos, como el cacao, el café y las frutas exóticas, ofrece oportunidades de mercado para los agricultores de la región.

Por lo que existen desafíos de la agricultura en la Amazonía peruana para evitar la deforestación, la erosión del suelo y la contaminación por el uso de pesticidas son problemas que amenazan la sostenibilidad de la agricultura en la Amazonía. Igualmente falta infraestructura, como carreteras y sistemas de riego, que limitan el acceso a los mercados y dificulta la producción a gran escala.

La creciente demanda global de alimentos y materias primas ha generado una presión sin precedentes sobre los sistemas agrícolas, especialmente en la Amazonía

peruana. Esta situación exige una transformación en las prácticas agrícolas, buscando un equilibrio entre la producción y la sostenibilidad.

Es necesario reducir la tasa de degradación de los recursos naturales, al mismo tiempo que se incrementa la productividad de los cultivos. Para lograrlo, se requiere el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que permitan un manejo más eficiente y responsable de los sistemas agrícolas. (Gallopín, 1990).

El mismo autor manifiesta que el uso de abonos orgánicos es una alternativa para mitigar el deterioro ambiental y mejorar la calidad y fertilidad del suelo. Por lo que los agricultores tienen el desafío de conservar los recursos naturales utilizados y, al mismo tiempo, aumentar la productividad del suelo. (Astier, 1994)

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

La Selva Central, tradicionalmente dedicada al cultivo de café, cítricos, kió y bananos, enfrenta un desafío: estos cultivos se han vuelto menos rentables. La búsqueda de nuevas alternativas agrícolas se vuelve crucial para asegurar la estabilidad económica de los agricultores de la zona. (ASA, 2024).

Por lo que, la Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) surge como una alternativa prometedora para solucionar de alguna forma la problemática agraria de esta zona. 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, ha encontrado un nicho de mercado en Perú, con cultivos en expansión en la Amazonía, especialmente en las regiones de Satipo,

Pichanaki, Mazamari, San Martín, Bagua y Jaén. El Valle del Alto Mayo, en San Martín, se destaca como un importante centro de producción. Empresas como Stevia One Peru SAC, con amplia experiencia en el cultivo de stevia, impulsan la investigación, desarrollo y producción a gran escala.

La Stevia representa una oportunidad para diversificar la producción agrícola en la Selva Central, ofreciendo a los agricultores una alternativa económica y aprovechando 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. Son pocas las empresas y agricultores que se dedican a su cultivo y manejo, lo que limita su expansión y desarrollo.

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

Los bioles de MM son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por ello, condiciones como bajas cantidades de materia orgánica en el suelo, la utilización de agroquímicos y la mecanización pueden limitar las potencialidades de este inóculo microbiano. Mientras que un manejo adecuado de la incorporación de material orgánico y otras prácticas ecológicas, que brinden albergue y las condiciones idóneas para los microorganismos, son factores sinérgicos (Badilla 2019).

Castro y Gonzales (2020). Sustentan la necesidad de realizar el enriquecimiento del Biol con en el proceso de la activación con sales de fuente natural de diversos nutrientes como K, Ca, Mg u otros elementos menores como Mn y B.

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

Por lo que, la presente investigación, se realizará en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de setiembre 2024 a enero del año 2025 para determinar la concentración óptima de P y K en los activados del Biol de microorganismos de montaña, bajo condiciones de Chanchamayo, a nivel de vivero.

1.2. Delimitación de la investigación

Este estudio busca determinar el rol de los nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio 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 aportar una alternativa viable a los agricultores de la región y mejorar su sistema de producción en los cultivos y contribuir en su desarrollo económico.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

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

1.3.2. Problemas específicos

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

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la influencia Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

1.4.2. Objetivos específicos

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

1.5. Justificación de la investigación

Los microorganismos de montaña (MM), tanto en su forma sólida como en activaciones líquidas (bioles de MM), han demostrado ser un aliado fundamental para la agricultura sostenible. Estos microorganismos actúan como un inóculo microbiano que mejora la salud del suelo, suprimiendo enfermedades, facilitando la absorción de nutrientes, descomponiendo materia orgánica y optimizando la producción animal. (Castro y Gonzales, 2020)

La calidad del suelo puede recuperarse mediante la reposición de nutrientes o la reactivación de microorganismos simbióticos. Estos microorganismos, que se asocian a las raíces de las plantas, favorecen una nutrición adecuada, como el aumento de la disponibilidad de nitrógeno por las bacterias *Rhizobium* o la mejora de la absorción de fósforo por los hongos micorrízicos. (González et al, 1990)

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

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

Los MM están constituidos por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas. Estos microorganismos generan descomposición de la materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación. El biol puede ser aplicado en riego o como fertilizante foliar, ajustando la frecuencia y las dosis según el desarrollo de la planta y las necesidades nutricionales. (Badilla 2019).

Las reacciones biológicas del suelo–plantas-microorganismos, se realizan preferentemente en el suelo, denominada rizósfera. Entre los efectos más importantes de estas reacciones es la Efecto recíproca que se genera entre ellos. (Bendezu y Oseas, 2015).

Nuestra investigación propone evaluar la influencia del Biol de microorganismos de montaña activado con nutrientes inorgánicos a base de roca fosfórica y sulfato de potasio para determinar su influencia en la producción de *Stevia rebaudiana*.

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

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación se enfrenta a dos principales limitaciones:

La obtención de los microorganismos de montaña es esencial para la elaboración del Biol, requiere acceder a bosques vírgenes, no contaminados por la actividad humana. Sin embargo, la expansión de la agricultura hacia zonas boscosas dificulta la búsqueda de estos microorganismos, que se encuentran en árboles en estado

de descomposición. Es necesario acceder a áreas aún no invadidas por la agricultura para obtenerlos.

Otra limitación fue la metodología para la preparación del Biol potenciado con nutrientes inorgánicos requiere de procedimientos específicos que debe ser desarrollados y optimizados para esta investigación.

La alta humedad ambiental presenta un desafío significativo para la zona de Chanchamayo que incrementa el riesgo de enfermedades fúngicas. Se espera que los microorganismos presentes en el biol como abono orgánico fermentado, actúe como un agente protector, previniendo la infestación de hongos y enfermedades que afectan a la planta.

Otra limitación fue la falta de información específica sobre las prácticas de cultivo adaptadas a estas condiciones ambientales. La mayor parte de la bibliografía disponible se centra en el uso de fertilizantes sintéticos y abonos orgánicos de otros microclimas, sin considerar las particularidades de la selva central.

Por lo que, se debe de superar estas limitaciones para conseguir el éxito del estudio y la obtención de resultados confiables.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Castro y Gonzales (2020), en su investigación para evaluar factores que afectan la calidad de la fase líquida de MM, 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 (K_2SO_4) 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 de los activados líquidos de MM, con soluciones de K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe Mg y Zn, incrementó 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 sales, representa un aporte no solo de inóculo microbiano en mayor concentración, sino también de nutrientes.

La investigación de Andino (2011) sobre la activación líquida de microorganismos de montaña (MM) reveló que los MM son un insumo fundamental para la producción orgánica/ecológica. El estudio evaluó factores como el tiempo de activación, la aireación, la dosis de MM sólido, la melaza y la adición de nutrientes inorgánicos. Se encontró que la adición de una fuente orgánica de potasio (K) aumentó las poblaciones de microorganismos, lo que sugiere que los MM activados reforzados con una fuente orgánica pueden ser utilizados también como fuente de nutrientes. La adición de roca fosfórica no alteró las poblaciones, pero los datos sugieren que el fósforo solubilizado es retenido en la biomasa. El fósforo es un elemento esencial para el metabolismo de los microorganismos, incluyendo la producción de enzimas que descomponen la materia orgánica en nutrientes que las plantas pueden absorber.

Orbe (2017) evaluó la eficiencia de diferentes dosis de biofertilizante con MM en el cultivo de rábano. Los resultados mostraron que la dosis más alta de biofertilizante (27.20 ml) generó el mayor crecimiento foliar, radicular y peso de bulbo, siendo económicamente viable. Se observaron cambios mínimos en el pH y en los macro y micro elementos del suelo, lo que sugiere que las dosis empleadas influyeron en el crecimiento del cultivo y en la modificación del suelo. Se recomienda utilizar los MM en combinación con otros abonos orgánicos para obtener mejores rendimientos y realizar más estudios en suelos.

En resumen, ambas investigaciones demuestran que los MM son una herramienta prometedora para la agricultura sostenible, mejorando la salud del suelo, la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas. Su uso puede contribuir a una producción agrícola más eficiente y respetuosa con el medio ambiente. Igualmente, se

determinó que las dosis empleadas influyeron en el crecimiento del cultivo y en la modificación del suelo. Por lo que se recomienda utilizar los Microorganismos de Montaña (MM) en combinación con otros abonos orgánicos para obtener mejores rendimientos y realizar más estudios en suelos.

Umaña (2017) investigó el impacto de los microorganismos de montaña (MM) en el suelo y el crecimiento de dos cultivos agrícolas: culantro y espinaca. Se aplicaron los MM en forma líquida (biol) y a través del fertirriego. Los resultados mostraron una mejora significativa en la producción de ambos cultivos, en comparación con un grupo control que no recibió MM.

El estudio también demostró que el uso de MM mejoró las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, lo que sugiere una relación directa entre la aplicación de MM y la mejora de la salud del suelo.

En resumen, la investigación de Umaña (2017) evidencia que los MM pueden ser una herramienta eficaz para mejorar la productividad de los cultivos y la salud del suelo, lo que contribuye a una agricultura más sostenible.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Los microorganismos de montaña

El lombricero, (2024), manifiesta que los microorganismos de montaña (MM) son un tesoro de biodiversidad que habita en los bosques y montañas húmedos y sombríos. Estos hongos y bacterias conviven con árboles y plantas, creando una simbiosis mágica que beneficia a todo el ecosistema. Los MM extraen nutrientes de las capas profundas del suelo, poniéndolos a disposición de las plantas, mientras que las plantas les ceden carbohidratos. Este intercambio constante se alimenta de la energía solar.

Para obtener MM, se recolectan muestras del mantillo de bosques o montañas ricos en biodiversidad. Luego se mezcla este mantillo con salvado de arroz o trigo, se añade agua de lluvia enriquecida con melaza, panela o azúcar, y se fermenta la mezcla en un bidón herméticamente cerrado durante 20 o 30 días. El resultado son los MM sólidos, listos para la elaboración de abonos orgánicos líquidos o para rociar cúmulos de materia orgánica, suelos o cultivos.

La fermentación del cultivo de MM favorece la proliferación de microorganismos anaerobios facultativos y aerobios estrictos, como las levaduras (hongos unicelulares) que se utilizan para fermentar pan, cerveza o vino. Para potenciar estas levaduras, se añaden fuentes ricas en hidratos de carbono, como salvados, harinas o rastrojos triturados.

Otro tipo de microorganismos que se potencian en la fermentación son las bacterias ácido-lácticas (lactobacilos), que transforman la lactosa en ácido láctico. Estas bacterias son beneficiosas para la conservación de alimentos, como el chucrut o la producción de kéfir, yogur o mantequilla, ya que reducen el pH del medio, eliminando patógenos indeseables. Para favorecer su presencia, se añade leche al sustrato de cultivo.

En resumen, la diversidad de microorganismos presentes en los MM depende de los insumos que se añaden y de la forma de cultivo. El uso de MM ofrece una alternativa natural y sostenible para mejorar la salud del suelo y la productividad de los cultivos.

Castro y Gonzales (2020), manifiestan que los microorganismos de montaña (MM), tanto en su forma sólida como en activaciones líquidas (bioles de MM), se han convertido en un elemento fundamental para la agricultura sostenible. Su función como inóculo microbiano los convierte en un mejorador de la biología del suelo, supresor de

enfermedades, facilitador de la disponibilidad de nutrientes, descomponedor de materia orgánica, optimizador de la producción animal y controlador de malos olores, entre otras funciones.

Las poblaciones microbianas benéficas presentes en los bioles de MM se clasifican principalmente en cuatro grupos funcionales: fijadores de nitrógeno (FN), solubilizadores de fósforo (SP), lactobacilos (Lac) y levaduras (Lev). (Castro et al 2015).

Los MM son una comunidad diversa de microorganismos beneficiosos que habitan en suelos de ecosistemas naturales sin alteración humana. Su uso en la agricultura está en auge debido a su capacidad para mejorar la salud del suelo, aumentar la disponibilidad de nutrientes y fortalecer la resistencia de las plantas a enfermedades, ((Paredes, 2021).

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.

Mora (2010), en su investigación ha demostrado los beneficios de utilizar MM en la agricultura, promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Asimismo, manifiesta que los MM, generan procesos para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de los suelos en los cultivos, optimizando la asimilación de nutrientes, favorecen el crecimiento y protección de las plantas. (Martinez, 2015).

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

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

Manifiesta el autor que las bacterias como *Azotobacter*, presentes en los biofertilizantes, se adhieren a las raíces de las plantas, mejorando la fijación de nitrógeno atmosférico (N_2) al suelo. Este proceso enriquece el suelo con nitrógeno, un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas.

García, (2016), manifiesta que los biofertilizantes a base de microorganismos de montaña (MM) ofrecen una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos, sin depender de fertilizantes químicos.

El rol de los microorganismos en el sistema suelo es fundamental para la productividad de los suelos y las plantas. Los diferentes grupos funcionales presentes en los MM tienen el potencial de colonizar el sistema radicular y/o la materia orgánica, estableciéndose activamente y promoviendo la síntesis de sustancias benéficas para las plantas. Además, facilitan la absorción de nutrientes, fomentan la protección contra enfermedades, solubilizan fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijan nitrógeno (N), inducen la resistencia al estrés, estabilizan los agregados y mejoran la estructura del suelo. (Castro *et al.* 2015).

En resumen, 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.

2.2.2. El fósforo y los microorganismos del suelo

Vargas y Castro (2019), manifiestan que los microorganismos solubilizadores del fósforo (SP) son cruciales para el crecimiento vegetal, ya que el fósforo (P), aunque abundante en el suelo, a menudo no está disponible para ser absorbido por el fósforo inorgánico y orgánico, hacen que el elemento sea accesible para las plantas. El principal mecanismo para la solubilización es la producción de ácidos orgánicos, mientras que la mineralización del P orgánico se lleva a cabo mediante la acción enzimática. Por lo que los SP juegan un papel fundamental en la nutrición de las plantas, desbloqueando el fósforo del suelo y haciéndolo disponible para su absorción, lo que contribuye al crecimiento vegetal.

Mora (2010), manifiesta que el fósforo (P) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y los microorganismos. Aunque puede estar presente en grandes cantidades en el suelo, a menudo no está disponible para ser absorbido.

Los microorganismos solubilizadores de fósforo (SP) liberan ácidos orgánicos que disuelven formas de fósforo inorgánico, haciéndolo accesible para las plantas. Además, al descomponer la materia orgánica, liberan fósforo en forma mineral, que también puede ser absorbido por las plantas. Otros microorganismos pueden fijar el fósforo en formas orgánicas, aumentando su disponibilidad a largo plazo.

El fósforo es crucial para el metabolismo de los microorganismos, ya que es un componente del ATP (adenosín trifosfato), la molécula que proporciona energía para las reacciones químicas dentro de las células. Sin suficiente fósforo, la producción de

ATP se ve afectada, limitando la capacidad de los microorganismos para descomponer la materia orgánica.

El fósforo también es necesario para el crecimiento y la reproducción de los microorganismos. Un suministro adecuado de fósforo permite que los microorganismos se multipliquen y formen poblaciones más grandes, acelerando la descomposición de la materia orgánica y liberando nutrientes esenciales para las plantas.

Para aumentar la cantidad de fósforo disponible en el suelo, se pueden implementar diversas prácticas agrícolas que favorezcan su liberación y absorción: **Abono orgánico:** El compost elaborado a partir de residuos orgánicos aporta fósforo al suelo de forma lenta y gradual, mejorando la estructura del suelo y favoreciendo la actividad microbiana.

- **Estiércol animal:** El estiércol de aves y ganado, rico en fósforo, enriquece el suelo en este nutriente, estimulando el crecimiento de los microorganismos.
- **Biol:** El "Biol" contiene microorganismos que ayudan a solubilizar el fósforo presente en el suelo, haciéndolo más accesible para las plantas y los microorganismos.
- **Roca fosfórica:** La roca fosfórica, un mineral rico en fósforo, puede ser incorporada al suelo en forma de polvo fino o en forma de biofosfatos, que son rocas fosfóricas tratadas con microorganismos solubilizadores de fósforo, aumentando la disponibilidad de este nutriente en el suelo.

En resumen, el fósforo es un nutriente crucial para la salud del suelo y el crecimiento de las plantas. Implementar prácticas agrícolas que favorezcan la disponibilidad de fósforo en el suelo es fundamental para una agricultura sostenible. García (2016).

El uso de activados líquidos de microorganismos de montaña (MM) en el suelo ha demostrado aumentar las concentraciones de fósforo (P) en la solución del suelo, según Castro et al. (2015).

Las bacterias fotosintéticas son un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos y azúcares a partir de los exudados que producen las raíces. Estas bacterias promueven el desarrollo y crecimiento de las plantas. Por lo que los MM y las bacterias fotosintéticas juegan un papel importante en la nutrición de las plantas, mejorando la disponibilidad de nutrientes esenciales como el fósforo y proporcionando compuestos que favorecen el crecimiento vegetal.

Paredes (2021), manifiesta que Las bacterias lácticas, al producir ácido láctico a partir de azúcares de las secreciones de las plantas, actúan como un agente esterilizante que previene el crecimiento de microorganismos dañinos en las raíces.

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

Los microorganismos de montaña (MM) juegan un papel fundamental en este proceso, liberando nitrógeno y fósforo, dos elementos que suelen ser limitantes para el crecimiento de las plantas. Por lo que, los MM contribuyen a la salud del suelo y al crecimiento de las plantas de varias maneras: las bacterias lácticas ayudan a proteger las raíces de patógenos, la descomposición de la materia orgánica libera nutrientes esenciales y los MM liberan nitrógeno y fósforo, nutrientes cruciales para el desarrollo vegetal. (Colque et al., 2005).

Los hongos fermentativos y las levaduras, como la *Saccharomyces* spp, desempeñan un papel crucial en el crecimiento de las plantas. Estos microorganismos sintetizan sustancias antimicrobianas, aminoácidos y azúcares, además de elaborar enzimas y hormonas que promueven la mitosis en los tejidos de la raíz.

Los actinomicetos, a su vez, se benefician de los productos elaborados por las levaduras para desarrollar sus funciones como biofertilizantes. Estos microorganismos trabajan en conjunto, creando un ecosistema beneficioso para el crecimiento de las plantas. Las levaduras proporcionan nutrientes y productos esenciales para los actinomicetos, que a su vez contribuyen a la fertilidad del suelo y al desarrollo de las plantas. (Higa & Wididana, 2004).

El fósforo, es un componente clave del ATP (adenosín trifosfato), la molécula que proporciona energía para las reacciones químicas dentro de las células; por lo que mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo al descomponer la materia orgánica y liberar nutrientes esenciales para las plantas, como el nitrógeno; también es fundamental para el desarrollo de las raíces, la fotosíntesis y la producción de flores y frutos. Mientras que el potasio regula el equilibrio hídrico y ayuda a las plantas a absorber y retener agua, lo que es crucial para su crecimiento y resistencia a la sequía, facilitando la absorción de otros nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el fósforo, aumentando la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, y mejora la calidad de los frutos.

En general, la adición de fósforo y potasio a los biols a base de microorganismos de montaña puede aumentar su eficacia y generar un impacto positivo en la salud del suelo y la productividad de los cultivos.

2.2.3. El sulfato de potasio y los microorganismos de montaña.

Colque et al., (2005), manifiestan que los nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio juegan un papel crucial en la activación del biol a base de microorganismos de montaña. Estos nutrientes actúan como "combustible" para el crecimiento y la actividad de los microorganismos, potenciando su capacidad para beneficiar el suelo y las plantas. Es importante considerar que la fertilización con compuestos como el sulfato de potasio puede afectar indirectamente a los microorganismos del suelo al influir en la disponibilidad de nutrientes y en la estructura del ecosistema. En ese sentido, la utilización de K_2SO_4 puede tener consecuencias en la biodiversidad microbiana, ya sea positivas al mejorar la disponibilidad de nutrientes o negativas si se altera el equilibrio natural del suelo.

El lombricero, (2024), manifiesta que el potasio (K) es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de los microorganismos. Es fundamental para la activación de enzimas, la síntesis de proteínas y la regulación del equilibrio hídrico celular. El K_2SO_4 es una fuente de potasio soluble, lo que significa que los microorganismos pueden acceder al potasio fácilmente. Su presencia en el medio de cultivo podría contribuir a un mejor crecimiento y desarrollo de los microorganismos. La activación del biol de microorganismos de montaña implica la creación de un ambiente favorable para su crecimiento y multiplicación. Esto se logra mediante la adición de nutrientes, como el potasio, y la creación de condiciones óptimas de temperatura, humedad y pH. La cantidad de K_2SO_4 que se añade al biol es crucial. Una concentración excesiva podría ser tóxica para los microorganismos. Asimismo, la activación del biol depende de otros factores, como la fuente de carbono, la presencia de otros nutrientes y las condiciones ambientales se puede inferir que el potasio, como nutriente esencial, podría contribuir al crecimiento y desarrollo de los

microorganismos. Sin embargo, se necesitan estudios específicos para determinar la influencia real del K_2SO_4 en la activación del biol.

2.2.4. El Biol

Restrepo (2015), El biol es un biofertilizante natural elaborado a partir de estiércol fresco, diluido en agua y enriquecido con leche, melaza y ceniza. Este proceso de fermentación anaeróbica, que dura varios días, transforma los desechos orgánicos en un producto rico en fitorreguladores, sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas.

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

Los bioles de MM son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por eso, en terrenos con bajas cantidades de materia orgánica en el suelo pueden limitar las potencialidades de este inóculo microbiano. Mientras que un manejo adecuado de la incorporación de material orgánico y otras prácticas ecológicas, que brinden albergue y las condiciones idóneas para los microorganismos, son factores sinérgicos (Badilla 2019).

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

El "biol" es un fertilizante orgánico rico en fitoreguladores que, incluso en pequeñas cantidades, tiene efectos positivos significativos en el desarrollo de las plantas. Dentro de sus beneficios se considera como un buen mejorador del sistema radicular porque fortalece y expande las raíces, ayuda al desarrollo foliar y promueve el crecimiento de las hojas, ayudando a la floración, así como aumenta el vigor y la capacidad germinativa de las semillas dándole más vitalidad y capacidad de germinar. (Andino, 2011).

El uso del biol tiene un impacto positivo en el crecimiento de las plantas, aumentando significativamente su biomasa. Se especula que la tiamina presente en el biol estimula el desarrollo de las raíces. Además, este fertilizante contiene compuestos que actúan como precursores hormonales, aunque también se han identificado sustancias como la metionina que podrían tener efectos inhibidores (Medina et al., 2015).

El biol no solo incrementa la producción y mejora la calidad de los cultivos, sino que también contribuye a una mejor absorción de nutrientes, fortaleciendo la planta y haciéndola más resistente a plagas y enfermedades (Miranda, 2018).

2.2.5. Formas de aplicación del biol

(Li, 2013), manifiesta que el Biol, un fertilizante orgánico rico en microorganismos beneficiosos y sustancias que regulan el crecimiento de las plantas se puede aplicar de diversas maneras para optimizar el desarrollo de los cultivos.

Métodos de aplicación

Aplicación foliar: El Biol se puede aplicar directamente a las hojas de las plantas, diluido en agua en una concentración del 2.5% al 10%. La aplicación foliar se recomienda realizarla en las primeras horas de la mañana o en la tarde, evitando las horas de mayor radiación solar.

- **Aplicación al suelo:** El Biol se puede aplicar directamente al suelo, tanto en forma líquida como sólida (Miranda, 2018). En el caso de árboles, se puede aplicar alrededor de la base del tronco.
- **Aplicación al riego:** El Biol se puede mezclar con el agua de riego para que se distribuya de manera uniforme a las raíces de las plantas.
- **Tratamiento de semillas:** El Biol se puede utilizar para tratar las semillas antes de la siembra, mejorando la germinación, la resistencia a enfermedades y el vigor de las plántulas.

Generalidades de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)

La stevia (*Stevia rebaudiana*), originaria de Paraguay, ha sido cultivada durante décadas por su capacidad de endulzar y su bajo contenido calórico (Infoagro, 2010). Su cultivo comercial se inició en Paraguay en 1964, extendiéndose posteriormente a países como Brasil, Corea, México y Estados Unidos. Actualmente, China es el principal productor y Japón el principal mercado de la Stevia (Rodríguez et al., 2007).

La Stevia es 30 veces más dulce que el azúcar, y su extracto puede llegar a ser hasta 200 o 300 veces más dulce. Las hojas de la planta contienen los mayores niveles de esteviosido y rebaudiosido, sus principales compuestos activos (Rodríguez et al., 2007).

Además de su uso tradicional como edulcorante, la Stevia también es reconocida por sus propiedades medicinales. Se ha sugerido que puede ser beneficiosa para la diabetes tipo II debido a sus glicósidos, que proporcionan dulzura sin calorías. La Stevia es un edulcorante popular en Japón, representando el 41% del consumo total de edulcorantes. Además de su dulzura natural, la Stevia ofrece beneficios para la salud, como la reducción de la absorción de grasa y la regulación de la presión arterial. Es una alternativa segura para las personas con diabetes, ya que no eleva los niveles de azúcar

en sangre e incluso puede mejorar la tolerancia a la glucosa. La Stevia también presenta propiedades antibióticas y antifúngicas, siendo efectiva contra bacterias como *Entamoeba coli*, *Staphylococcus aureus* y *Corynebacterium diphtheriae*, así como contra el hongo *Candida albicans* responsable de la vaginitis. Sus usos se extienden al ámbito cosmético, donde se utiliza para tratar manchas y acné en la piel (Grin, 2011).

2.2.6. Descripción botánica de la Stevia (Stevia rebaudiana, Bertoni)

La Stevia rebaudiana, perteneciente a la familia Asteraceae, es una planta herbácea perenne de tallo erguido y ligeramente leñoso, cubierto de finas vellosidades. En sus primeras etapas de crecimiento, la planta no presenta ramificaciones, pero a medida que se desarrolla y se poda, desarrolla múltiples tallos, pudiendo alcanzar hasta 20 en un periodo de tres a cuatro años. En su hábitat natural, puede alcanzar una altura de hasta 90 cm, incluso superando los 100 cm en climas tropicales. Su sistema radicular es pivotante, delgado y se extiende superficialmente (Grin, 2011).

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

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

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

2.2.7. 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).

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

La *Stevia rebaudiana*, es originaria de la selva subtropical del Alto Paraná en Paraguay, ha sido utilizada por las tribus indígenas de la región como edulcorante y medicina desde tiempos ancestrales (Curco, 2012). Aunque la *Stevia rebaudiana* es la especie más conocida, el género *Stevia* abarca más de 240 especies nativas de América del Sur, Central y México, con algunas especies presentes incluso en Arizona, Nuevo México y Texas.

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

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

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

Los principales países productores de *Stevia* a nivel mundial se encuentran en Asia, con Japón, China, Corea, Taiwán, Tailandia, Indonesia, Laos, Malasia y Filipinas representando el 95% de la producción global. Estos países cuentan con un gran número de fábricas especializadas en el procesamiento y extracción de esteviósido (Taiariol, 2006).

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

2.2.9. Reproducción de la *Stevia* (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

La *Stevia* se reproduce sexualmente a través de aquenios, lo que genera una alta variabilidad en las poblaciones debido a la polinización cruzada. La mayoría de los aquenios son estériles y se dispersan fácilmente por el viento. La recolección de

semillas es un proceso complejo debido a la falta de uniformidad en la floración, lo que afecta la maduración de las semillas. Estas deben almacenarse en condiciones de baja temperatura y humedad relativa para asegurar una baja tasa de germinación, que oscila entre el 10% y el 38% (Vásquez et al., 2014).

La producción de plántulas a partir de semillas se realiza en almácigos convencionales, con algunas recomendaciones especiales para evitar la dispersión de las semillas por el viento. A pesar de las dificultades, la propagación mediante aquenios es útil para el mejoramiento genético, pero no es adecuada para cultivos comerciales.

Propagación Asexual

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

La reproducción por retoños es adecuada para plantaciones de menor escala, ya que el número de retoños generados es limitado. Estos brotes suelen emerger en la base del tallo o bajo tierra, mostrando pequeños vástagos 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).

2.2.10. Propagación por Cultivo de Tejidos

El cultivo de tejidos es otra técnica de propagación vegetativa que permite obtener plantaciones más uniformes y una multiplicación clonal rápida. La propagación *in vitro*, también conocida como micropropagación, se refiere a cualquier procedimiento aséptico que implica la manipulación de órganos, tejidos o células de las plantas para producir poblaciones de plántulas "limpias" (Vásquez et al., 2014).

Las ventajas de la micropropagación incluyen un aumento rápido en el número de plantas, una reducción del tiempo de multiplicación, una mayor densidad de plantas por unidad de superficie, un mayor control de la sanidad y la capacidad de multiplicar rápidamente especies en peligro de extinción. El proceso de micropropagación consta de cinco etapas: la etapa 0 inicial para la selección de la planta madre, la etapa I de iniciación o establecimiento para el cultivo primario, la etapa II de multiplicación de brotes, la etapa III de enraizamiento o pre-trasplante para desarrollar una planta autótrofa capaz de sobrevivir en las condiciones del suelo tras el trasplante, y la etapa IV de transferencia final al entorno natural (Shuping & Shizhen, 1995).

2.3. Definición de términos básicos

- **La Stevia rebaudiana** es una planta perenne con un tallo erguido, ligeramente leñoso y cubierto de finas vellosidades. Sus hojas son de forma elíptica, ovalada o lanceolada, con una textura suave y ligeramente vellosa. La planta produce pequeñas flores blancas, hermafroditas, que se agrupan en racimos terminales o axilares, formando panículas corimbosas.
- **La roca fosfórica** es una roca sedimentaria formada a partir de restos de organismos

marinos, compuesta principalmente por apatito, un mineral rico en fósforo en forma de fosfato. Es la fuente principal de fósforo para la producción de fertilizantes y otros productos químicos.

- **Sulfato de potasio.** El sulfato de potasio es una sal inorgánica, soluble en agua, que contiene potasio y azufre. Es un fertilizante común que aporta dos nutrientes esenciales para las plantas: potasio y azufre.
- **Biol.** El biol es un tipo de abono foliar orgánico, resultado del proceso de la digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Ricos en fitohormonas, un componente que mejora la germinación de las semillas, fortalece las raíces y la floración de las plantas
- **Microorganismos de Montaña.** Se trata de un grupo de microorganismos que habitan los ambientes montañosos y se han adaptado a las condiciones extremas de estos ecosistemas. Son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas montañosos y desempeñan roles importantes en la descomposición de materia orgánica, la fijación de nitrógeno y la formación del suelo.
- **Fermentación.** Es la descomposición de la materia orgánica, llevada a cabo por enzimas generalmente derivadas de microorganismos, normalmente en ausencia de oxígeno. La fermentación también se refiere a un proceso metabólico específico que libera energía a las células a partir de la descomposición parcial de los azúcares en ácidos orgánicos, en ausencia de oxígeno y con la liberación de gas CO₂.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

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

Hipótesis nula

El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio no influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

2.4.2. Hipótesis específicas

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

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos

Indicadores

Tratamientos	Roca fosfórica (RF) y K₂SO₄ (K) 10 g/lit de Agua
T1 (Testigo)	- Agua más RF (Testigo)
T2	- 10 ml Biol de MM/lit de agua sin RF ni K
T3	- 20 ml Biol de MM/lit de agua sin RF ni K
T4	- 10 ml Biol de MM/lit de agua con RF y K
T5	20 ml Biol de MM/lit de agua con RF y K

2.5.2. Variable dependiente

- Crecimiento aéreo de la planta

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

Indicadores

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

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición	Indicador	Dimensión
Independiente			
Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos	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 inorgánicos	Roca fosfórica (RF) + Sulfato de potasio K ₂ SO ₄ (K) y Biol/lit de Agua	Cantidad de Biol de MM con y sin nutrientes inorgánicos
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.	<ul style="list-style-type: none"> - Peso fresco de la planta - Número de ramas - Número de hojas - Peso fresco de las hojas - Peso seco de las hojas 	<ul style="list-style-type: none"> 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

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Aplicada, Por la manipulación de las variables. Nuestro estudio se centra en evaluar la acción de los bioles de MM y la adición de nutrientes inorgánicos a base de roca fosfórica y sulfato de potasio, para optimizar la producción de hojas de *Stevia rebaudiana* en la selva central del Perú. Nos basamos en los principios de la fenología de la planta para determinar cómo los bioles a base de microorganismos de montaña y los nutrientes inorgánicos influyen en el crecimiento de la Stevia en un vivero. Buscando que los resultados de nuestra investigación experimental contribuyan a brindar una alternativa a los agricultores de nuestra región para la innovación en sus prácticas agrícolas.

3.2. Nivel de investigación

Aplicada

3.3. Métodos de investigación

Nuestra investigación, aplicó 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 investigación

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

3.4.1. Modelo aditivo lineal

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

Donde:

Y_{ij} = valor observado

μ = Media poblacional.

τ_i = Efecto del tratamiento (parámetro) en la unidad experimental.

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

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

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

3.4.2. Análisis de variancia

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

Los tratamientos se instalarán en parcelas de 5 líneas con 30 plantas por línea, teniendo un área bruta de 12 m². Los tratamientos estarán ubicados perpendicularmente a la dirección del viento. La parcela neta comprenderá 5 líneas.

Repeticiones/Tratamientos

R1	T3	T1	T5	T4	T2
R2	T5	T3	T4	T2	T1
R3	T2	T3	T1	T5	T4
R4	T2	T1	T3	T4	T2

3.5. Población y muestra

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 la constituyen 4 plantas por unidad experimental haciendo un total de 20 plantas por muestra del experimento

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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

Nuestra investigación es a nivel de pre grado con la intención de optar el título profesional de ingeniero agrónomo, por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizaron con la consulta bibliográfica

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

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

Nuestra investigación de pregrado se realizó en el vivero experimental de Stevia de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (sede La Merced), supervisada por nuestro asesor. Los resultados, obtenidos a través de un trabajo de campo ético, se presentan en los anexos. Estos datos servirán de referencia para futuras investigaciones y aportará al conocimiento sobre el manejo y producción de Stevia en beneficio de los agricultores de la zona.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.4.1. Lugar de ejecución

La presente investigación se desarrolló en el vivero experimental de Stevia de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, específicamente en la filial de La Merced (Chanchamayo, Junín).

A. Ubicación política

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

B. Ubicación geográfica

- Longitud Oeste : 075°20.147'
- Latitud Sur : 11°04.587'
- Altitud : 834 m.s.n.m
- Zona de Vida : bh-PT

4.4.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

- Tablero para colección de datos
- Fichas de datos
- Mangueras de jebe para regar las plantas
- Tijera de podar
- Cuchillo
- Machete
- Flexometro
- Baldes

4.4.3. Materiales de escritorio

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

Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital
- Horno de secado

- Termómetro

Material biológico

- Microorganismos de montaña sólido
- Biol con Microorganismos de montaña
- Afrecho de arroz
- Melaza
- Roca fosfórica
- Sulfato de potasio
- Esquejes de stevia

Descripción de los tratamientos

Trat	Biol de MM +RF +K	Biol ml/planta	humus Kg/planta	humus Kg/Ha
T1	- 20 ml Agua más RF (Testigo)	10 ml	0.10	13333.33
T2	- 10 ml Biol de MM sin RF ni K	10 ml	0.10	13333.33
T3	- 20 ml Biol de MM sin RF ni K	10 ml	0.10	13333.33
T4	- 10 ml Biol de MM con RF y K	10 ml	0.10	13333.33
T5	- 20 ml Biol de MM con RF y K	10 ml	0.10	13333.33

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

4.4.4. Evaluación de las variables

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

- 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 en (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) kg/Ha

a. Altura de planta (m)

Se evaluó desde el cuello de la planta hasta el ápice de la planta, utilizando un flexómetro metálico.

b. Número de ramas (unidades)

Se contó 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)

Se extrajo la planta de la posa 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

Se contó 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 con la ayuda de 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, se etiquetó y llevo a la estufa de sacado 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 la producción 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. Con una densidad de 67154 plantas/Ha.

4.4.5. Procedimiento y conducción del experimento

Preparación de los MM sólidos

Los microorganismos de montaña se colectarán de troncos podridos y hojarasca de un bosque virgen en las montañas de Chanchamayo. Se seleccionará un área que no haya sido intervenida por el hombre en al menos tres años, para garantizar la presencia de estos microorganismos. Se debe de desechar la hojarasca superficial para tomar las muestras que se encuentran debajo de la primera capa de hojarasca.

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

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

Se trituran los palos podridos con la hojarasca y el afrecho de arroz hasta obtener una mezcla homogénea de todos los insumos. Agregamos agua de lluvia sin cloro hasta que la mezcla tenga una consistencia húmeda, sin desmoronarse al tomar un puñado ni que escurra agua al hacer presión al apretar el puño.

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

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

Preparación del Biol de MM con nutrientes inorgánicos

Para preparar el biol de MM con los nutrientes inorgánicos, se utilizarán 5 kg de la mezcla de microorganismos sólidos ya preparada. Esta mezcla se colocará en una bolsa de tela y se introducirá en un cilindro de 50 litros que contiene:

- 20 litros de agua
- 5 kg de microorganismos sólidos
- 1 litro de melaza
- Luego mezclar bien.
- Al cabo de tres días, se aplicará al biol 200 gr de roca fosfórica y 200 gr. de K_2SO_4 (K) y 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 compost. Estudios demuestran que los hongos dominan durante los primeros 10 días, seguidos por un aumento en las bacterias entre los días 11 y 15. A partir del día 16, las levaduras se vuelven más prominentes. En resumen, el tiempo de maceración se

determina mediante la observación de la evolución de la población microbiana, buscando un punto óptimo donde la concentración de levaduras sea mayor.

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 elaborarán cuatro lotes de biol, uno para cada tratamiento,

La aplicación del Biol de MM con roca fosfórica y K_2SO_4 (K) se aplicará al inicio de la instalación, a los 15 días y a los 30 días

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

Manejo Agronómico

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

Para iniciar la propagación de Stevia, se seleccionó esquejes de plantas madre sanas con tallos gruesos que no estén floreciendo. Estos esquejes se cortaron dejando 5 pares de hojas, eliminando los 4 pares inferiores para evitar la deshidratación. Cada esqueje se plantó en una cubeta de propagación llena con una mezcla de tierra negra y arena (3:1). Las cubetas se regaron y cubrieron con plástico transparente para mantener la humedad y estimular el enraizamiento.

Después de 20 días, se verificó el desarrollo de nuevas hojas y raíces en los esquejes. Se dejaron otros 15 días para asegurar un enraizamiento completo y el crecimiento de nuevas hojas.

Una vez transcurridos 30 días, las plántulas se trasplantaron a las camas de cultivo del vivero, siguiendo los protocolos establecidos para la investigación.

b. Poda de formación

Las podas son muy importantes para el desarrollo y cuidado de la Stevia, se hicieron en las primeras horas de la mañana, evitando horas o días de alta radiación solar, de esta manera se evitó la deshidratación y el secamiento de las ramas secundarias y terciarias. La poda de formación en la poda es crucial para el buen desarrollo de la Stevia y propagación de las ramas secundarias. Se recomienda realizarla en las primeras horas de la mañana o al final de la tarde, evitando las horas de mayor radiación solar para prevenir la deshidratación, (Illanes, 2018)

La poda de formación, que se realizó 14 días después de la instalación de las plantas, consiste en cortar el ápice de la plántula a unos 15-20 cm de altura, dejando 3-4 pares de hojas. Esto estimula el crecimiento de ramas laterales y un follaje más denso.

Después de cada poda, se aplicó un fungicida para proteger la herida de patógenos y un fertilizante foliar para estimular el crecimiento de nuevos brotes.

Veinte días después de la primera poda, se realizó una segunda poda de las ramas secundarias, dejando la planta con una altura aproximada de 20 cm. Esta altura será la inicial para el desarrollo de la investigación, asimismo se colocará tutores a cada planta, con la intención de que las ramas crezcan erguidas y no se dañen las hojas al tocar el suelo. (Ramírez, 2011)

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, registrando los datos de cada indicador.

c. De las camas de cultivo experimentales

Las dimensiones de las camas de cultivo se elaboraron calculando la cantidad de plantas suficientes para realizar los muestreos cada 15 días hasta los 60 días, distribuyendo las camas de cultivo para cada tratamiento. Para las evaluaciones se colectaron 4 plantas por cada tratamiento (repetición) $5 \times 4 \times 4 = 80$ plantas fueron usadas hasta los 60 días para las evaluaciones (tratamientos \times repeticiones \times muestreos = total plantas), considerando una mortalidad e imprevistos se adicionó el 15% de plantas al cultivo que constituyen 12 plantas más; conformando una población total de 92 plantas

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Altura de planta

La evaluación se realizó cada 15 días después de la poda de formación, los datos lo presentamos en el anexo 01 y se observa en el gráfico 01; aquí podemos ver que todos los tratamientos tienen un crecimiento homogéneo hasta los 15 días, pero a partir de los 30 días el T5 (20 ml Biol de MM con RF) tiene mayor incremento en la altura de la planta hasta el final de la investigación; seguido por el T4 y T3, T2 y finalmente el T1 (Testigo). Este gráfico nos indica la influencia del biol para el incremento de la altura de las plantas. Al comparar el T1 solo con RF+K tiene menor crecimiento que el T2 solo con Biol. Este tratamiento nos indicaría la influencia del biol en el crecimiento de las plantas y al añadir RF y K vemos que ayuda al biol a incrementar el crecimiento de las plantas, que se visualiza en el T5.

Gráfico 1. Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días

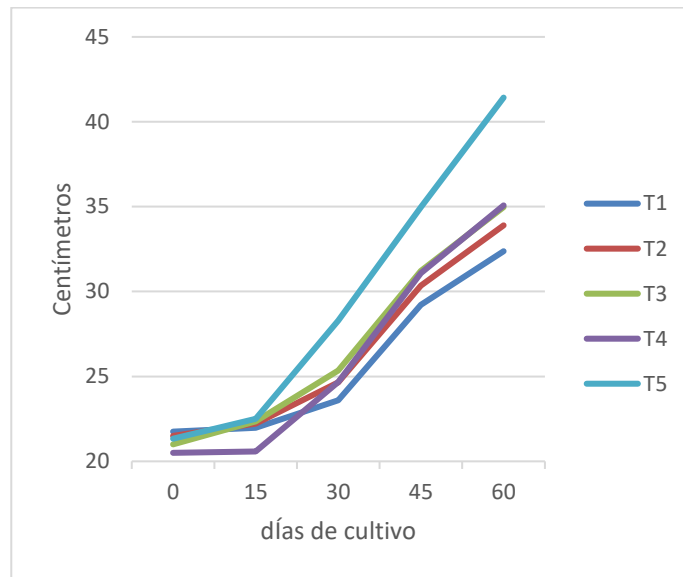
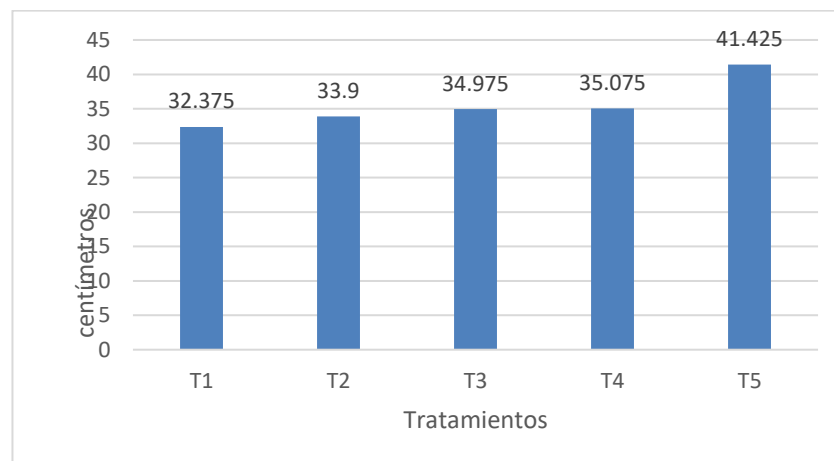


Tabla 1. Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	32.90	34.90	34.40	36.10	39.40
R2	32.50	34.20	35.90	37.70	42.40
R3	31.30	34.10	34.80	35.60	42.00
R4	32.80	32.40	34.80	30.90	41.90
Prom	32.38	33.90	34.98	35.08	41.43

Gráfico 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. Vemos que a los 60 días de cultivo las plantas tuvieron como máxima altura

promedio de 41.42cm para el T5 (20 ml Biol de MM con RF + K) y la menor altura lo presenta el T1 (Agua más RF +K(Testigo)) con 32.37cm.

En la tabla 4.2, se presenta el ANVA para la altura de planta a los 60 días de cultivo para los tratamientos y sus repeticiones, observamos que presenta el coeficiente de variación de 4.45%, valor muy bueno, lo que nos indica que no hubo mucha variación de los valores entre las repeticiones y sus tratamientos; y, según Calzada (1982), manifiesta que es un valor muy bueno, indicando que la distribución las dosis de Biol con fósforo y potasio están bien estructuradas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados. De acuerdo con Gordon y Camargo (2015), quienes realizaron la Clasificación de rangos del coeficiente de variación; nuestro CV está considerado como un valor bajo; ya que manifiestan que el CV es un valor que se usa como una medida para estimar la validez de los ensayos y se usa para decidir si un experimento es confiable o no; en base a este fundamento, manifestamos que nuestros resultados estadísticamente son confiables.

Tabla 2. *Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	191.50	47.88	19.145	3.056	4.893	**
Error	15	37.51	2.50				
Total	19	229.01					
	%						
	CV	4.45	\bar{X}	35.55			

De la misma manera en el ANVA se observa el F calculado 19.145 valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893) por lo que afirmamos que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Esta significación indicándonos que los resultados entre los tratamientos son estadísticamente diferentes y que el biol con fósforo y potasio usados en nuestra investigación influyen significativamente en la altura de las plantas de Stevia.

Al tener significación estadística altamente significativa entre los tratamientos se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 4.3.

Tabla 3. Prueba estadística de Tukey para la altura de planta a los 60 días

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		a	b
T5= 20 ml Biol de MM con RF + K	4	41.425	
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4		35.08
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4		34.98
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		33.90
T1: Agua más RF +K(Testigo)	4		32.38
Sig.		1.000	.165

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

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

La tabla muestra las medias de la altura de la planta para cada tratamiento (T1 a T5) y su agrupación en subconjuntos homogéneos indicados por las letras "a" y "b". Esta tabla busca determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los diferentes tratamientos. Nuestros resultados muestran que se han formado dos subconjuntos homogéneos.

Asimismo, se observa que el T5= 20 ml Biol de MM con RF + K se encuentran solo en el subgrupo "a" con el mayor valor para la altura de las plantas, y difiere del resto de los tratamientos. En el subgrupo "b" se encuentran el resto de los tratamientos, pero el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K, es el tratamiento que tiene la mayor altura de las plantas para ese subgrupo. Lo que nos indicaría que a mayor cantidad de biol se logra mayor altura de las plantas; ya que el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K se encuentra en segundo lugar para ese subgrupo y tiene la mayor dosis de biol. Pero de también se reporta un valor de 0.165 de significancia para ese subgrupo, lo que nos

indica muy poca probabilidad de tener valores similares usando cualquiera de los tratamientos que se encuentran en ese subgrupo, con una probabilidad de 16.5% de tener valores similares.

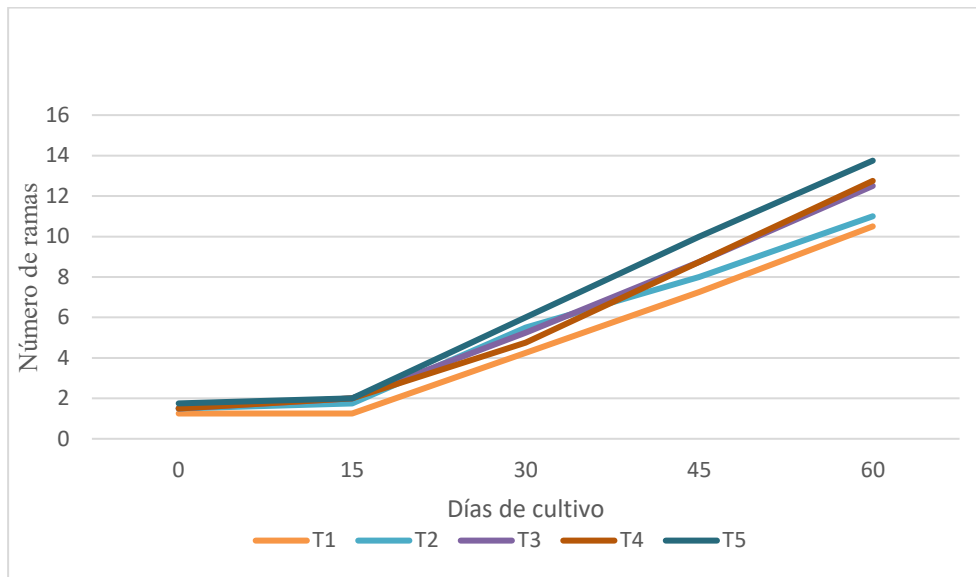
4.2.2. Número de ramas

La toma de datos para evaluar el número de ramas se realizó cada 15 días, hasta los 60 días de cultivo, la que se realizó luego de la poda de formación, estos datos se presentan en la tabla 4.4 y se observa en el gráfico 03. La tabla muestra el número de ramas en cada tratamiento para los 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. Sin embargo, se observa variabilidad en el crecimiento entre los diferentes tratamientos con un aumento significativo en el número de tallos a partir de los 15 días de cultivo para todos los tratamientos hasta los 60 días. Esta aceleración del crecimiento se realiza hasta los 60 días del cultivo para todos los tratamientos, pero se incrementa el mayor número de ramas en los tratamientos T5, T4 y T3.

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

Trat	Días				
	0	15	30	45	60
T1	1.25	1.25	4.25	7.25	10.5
T2	1.5	1.75	5.5	8	11
T3	1.5	2	5.25	8.75	12.5
T4	1.5	2	4.75	8.75	12.75
T5	1.75	2	6	10	13.75
Prom.	01.50	01.80	05.15	08.55	12.10

Gráfico 3. Evolución del número de ramas de la Stevia hasta los 60 días de cultivo



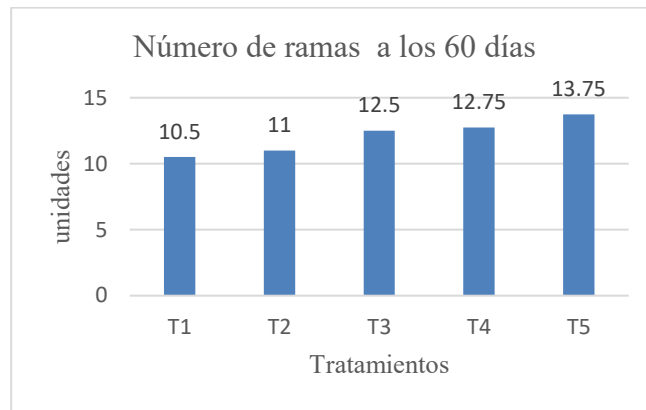
Los datos para evaluar el final del periodo de cultivo (día 60) se presenta en la tabla 4.5; aquí se observa que los tratamientos T5, T4 y T3 presentan el mayor número de ramas (13.75, 12.75 y 12.50 ramas, respectivamente). Los tratamientos T2 y T1 presentan un número promedio de tallos ligeramente más bajo (10.50 ramas, respectivamente).

Tabla 5. Número de ramas de las plantas a los 60 días de cultivo

Trat/Repet	T1	T2	T3	T4	T5
R1	10.00	11.00	12.00	14.00	14.00
R2	11.00	12.00	12.00	13.00	14.00
R3	11.00	10.00	14.00	13.00	14.00
R4	10.00	11.00	12.00	11.00	13.00
Prom	10.50	11.00	12.50	12.75	13.75

Esta variabilidad podría deberse a la aplicación de los tratamientos donde tanto el biol como el fósforo y potasio tienen influencia en el incremento del número de ramas en las plantas de Stevia.

Gráfico 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= 20 ml Biol de MM con RF+K, es el tratamiento que presenta el mayor valor con 13.75 ramas promedio, seguido por el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K y T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 12.75 y 12. 5 ramas respectiva y finalmente se muestra a los tratamientos T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K y T1: Agua más RF+K (Testigo) con los menores valores de ramas con 11.00 y 10.50 ramas respectivamente.

En la tabla 4.6, se presenta el ANVA para los 60 días de cultivo, aquí observamos que el coeficiente de variación (CV) es de 7.24%, que según Pimentel (1985) señala que normalmente en los ensayos agrícolas de campo los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10%; medios de 10 a 20%, altos cuando van de 20 a 30% y muy altos cuando son superiores a 30%; por lo que en base a nuestros resultados podemos manifestar que nuestro CV presenta un valor bajo porque es inferior al 10%, 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 resultados de los tratamientos aplicados. El F calculado de 9.228, valor superior al F teórico al 5 (3.056) y 1% (4.893), por lo que afirmamos que la diferencia estadística es

altamente significativa entre los tratamientos para los 60 días de cultivo. Esta alta significación estadística, nos indica que hay un efecto entre los diferentes tratamientos aplicados y que tanto el biol como el fósforo y el potasio influyen en el incremento del número de ramas en las plantas de Stevia.

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	28.30	7.08	9.228	3.056	4.893	* *
Error	15	11.50	0.77				
Total	19	39.80					
	%						
	CV	7.24	\bar{X}	12.10			

En la tabla 4.7, presentamos la prueba estadística de Tukey al 5%, para el número de ramas la Stevia a los 60 días, Esta prueba se realiza para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. Asimismo, nos muestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Así podemos observar que los tratamientos T5, T4 y T3 tienen el mayor número de ramas y se encuentran en el subgrupo “a” con un nivel de significancia de 0.304, lo que nos indica que solo hay una probabilidad del 30.4% para obtener el mayor número de ramas usando cualquiera de los tratamientos de ese subgrupo.

En el subgrupo “b” se encuentran los tratamientos T4, T3 y T2 y con un nivel de significancia de 0.081, lo que nos indica que muy a pesar de encontrarse estos tratamientos en este subgrupo, existe poca probabilidad de tener el valor mas alto de número de ramas para ese subgrupo usando cualquiera de esos tratamientos. Y en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T2 y T1 (Testigo) con un nivel de significancia de 0.924 lo que nos indica que existe una probabilidad del 92.4% de tener los mismos valores aplicando 10 ml de biol sin fósforo ni potasio que no aplicarlo. Interpretando que usar solo 10 ml de biol no influye en el incremento del número de ramas en las plantas de Stevia.

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	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF+K	4	13.750		
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4	12.750	12.750	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4	12.500	12.500	
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		11.000	11.000
T1: Agua más RF+K (Testigo)	4			10.500
Sig.		.304	.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, y la evolución del peso fresco de las plantas se presenta en la tabla 4.8 y se observa en el gráfico 05, Aquí podemos ver que desde los 15 de cultivo los tratamientos T5 y T4 son los presentan el mayor peso fresco de las plantas y mantienen este liderazgo hasta el final de la investigación. Pero también se observa que desde esa misma fecha también incrementa su peso el T3 pero con menor valor que los anteriores tratamientos manteniéndose así hasta el final de nuestra investigación. Este gráfico también nos muestra que existe una relación en la evolución del peso fresco para cada tratamiento, con relación al tiempo (días) nos muestra que los tratamientos con biol más fósforo y potasio tienen mayor peso que los tratamientos que no lo tienen.

Tabla 8. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días de cultivo

Tratam	Días				
	0	15	30	45	60
T1	15.25	21.25	29	39.75	51.75
T2	15.00	22.00	31.75	42.25	54.25
T3	16.50	28.75	34.25	45.75	57.75
T4	16.50	34.50	38.50	49.00	66.00
T5	16.00	38.00	42.00	50.25	68.50

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

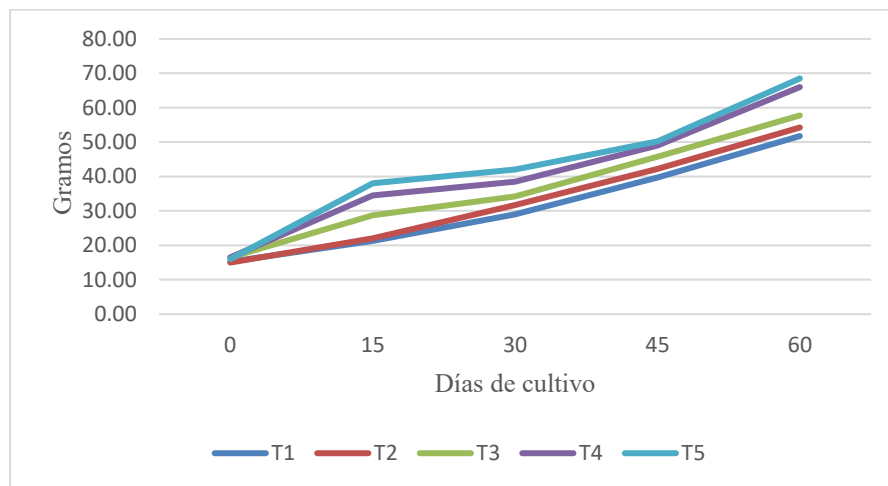


Tabla 9. Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	855.30	213.83	6.399	3.056	4.893	**
Error	15	501.25	33.42				
Total	19	1356.55					
	%						
	CV	9.69	\bar{X}	59.65			

Al realizar el análisis de varianza para el peso fresco de las plantas para los 60 días de cultivo, que se presenta en la tabla 4.9, observamos que el coeficiente de variación (CV) es de 9.69%, según Pimentel (1985) manifiesta que en ensayos agrícolas de campo los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10%; por lo que manifestamos que nuestro CV presenta un valor bajo porque es inferior al 10%, 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 resultados de los tratamientos aplicados. El F calculado es de 6.399 valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893) por lo que afirmamos que los tratamientos son estadísticamente diferentes ya que existe diferencia estadística significativa altamente significativa entre los tratamientos.

Al tener significación estadística en los tratamientos se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%; en esta tabla podemos observar que los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos T5= 20 ml Biol de MM con RF+K , T4= 10 ml Biol de MM con RF+K y T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K; lo que nos indica que tanto el fósforo como el potasio influyen en el incremento del peso fresco de las plantas. También indica que la dosis de aplicar solo 20ml de biol a las plantas de Stevia, también influye en el peso fresco, pero se obtiene menor peso que añadiendo fósforo y potasio; también se observa que este tratamiento T3 también se encuentra en el subgrupo “c”, que es el que presenta el menor peso fresco, con una probabilidad del 59.7% de tener pesos similares usando cualquiera de esos tratamientos. Por lo que se ratifica que al biol debe de añadirse fósforo y potasio para mejorar su rendimiento.

Tabla 10. Prueba estadística de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo

HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamientos	N	a	b	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF+K	4	68.50		
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4	66.00	66.00	
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4	57.75	57.75	57.75
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		54.25	54.25
T1: Agua más RF+K (Testigo)	4			51.75
Sig.		.114	.074	.597

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

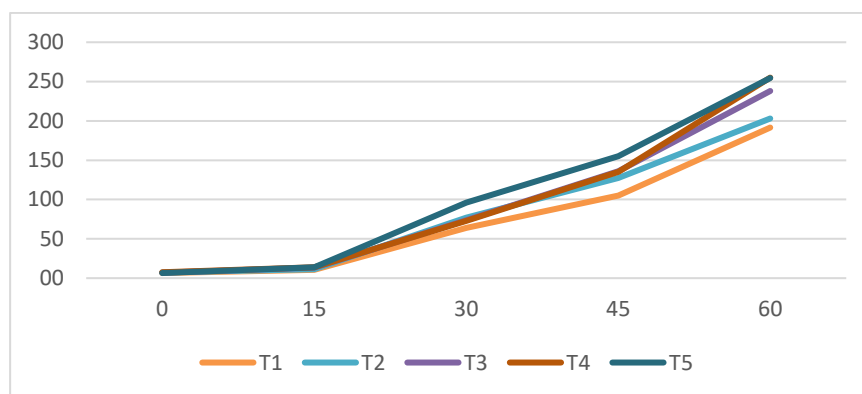
Las evaluaciones del número de hojas de las plantas se realizaron de igual manera cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, se presenta en la tabla 4.11 y lo

observamos en el gráfico 06; esta tabla muestra la evolución del número de hojas de *Stevia rebaudiana* para los cinco tratamientos a lo largo de 60 días. Observamos que todos los tratamientos muestran un aumento significativo en el número de hojas a partir de los 45 días, ya que para los días anteriores hay un incremento de las hojas casi similar para todos los tratamientos a excepción del T5, que tiene mayor incremento de las hojas a partir de los 30 días; indicándonos que existe un crecimiento general de las plantas, pero diferenciado para cada tratamiento.

Tabla 11. Evolución del número de hojas de *Stevia rebaudiana* por tratamiento, hasta los 60 días

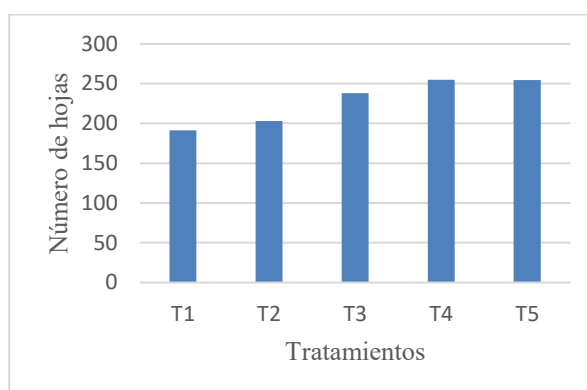
Tratamientos	Dias				
	0	15	30	45	60
T1	07	11	64	105	192
T2	7.25	11.25	77	127.5	203
T3	7	13.5	73.5	136	238
T4	7.50	14	73	135	255
T5	6.5	14	96	155	254.5

Gráfico 6. Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días



En el gráfico 07, observamos el número de hojas promedio por tratamiento para los 60 días de cultivo. Aquí podemos ver que el número de hojas es casi parecido para los tratamientos T5, T4 y T3 disminuyendo para los tratamientos T2 y T1 (Testigo).

Gráfico 7. Número de hojas en la planta e *Stevia* a los 60 días de cultivo



En la tabla 4.12, se presenta el ANVA para los 60 días de cultivo, esta tabla nos indica que el coeficiente de variación es de 8.88%, según Pimentel (1985) manifiesta que para los ensayos agrícolas de campo los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10%; por lo que manifestamos que nuestro CV presenta un valor bajo porque es inferior al 10%, indicándonos que no hubo mucha variación de los datos para los tratamientos y sus repeticiones; pudiendo afirmar que la distribución las dosis suministradas de biol así como el fósforo y potasio para cada tratamiento están bien estructuradas ya que no hay mucha variabilidad entre los resultados de los tratamientos aplicados.

La misma tabla nos reporta el F calculado es de 8.485 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 el biol así como el fósforo y el potasio usados en esta investigación influyen en el incremento del número de hojas de las plantas de *Stevia rebaudiana*.

Tabla 12. 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	13950.80	3487.70	8.485	3.056	4.893	**
Error	15	6166.00	411.07				
Total	19	20116.8					
	%CV	8.88	\bar{X}	228.40			

Al presentar el ANVA, una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos, se aplicó la prueba estadística de Tukey al 5%, con la intención de determinar cual de los tratamientos tiene mejor efecto para el incremento del número de hojas de la planta *Stevia rebaudiana*. Lo presentamos en la tabla 4.13. Aquí podemos observar que los tratamientos T4, T5 y T3 son los que mejores resultados han obtenido, lo que nos indica que la mejor dosis para obtener mayor número de hojas es con el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K, seguido muy de cerca por el T5= 20 ml Biol de MM con RF+K ya que tienen 255.00 y 254.50 hojas promedio respectivamente, resultados casi parecidos en ambos tratamientos. Con un nivel de significancia para ese subgrupo de 0.759, lo que significa que existe una probabilidad del .75.9% de tener los mismos resultados usando cualquiera de esos tratamientos. Lo que no sucede para el subgrupo “b” con los tratamientos T3 y T2 que tiene una significancia de 0.158, lo que indicaría que existe una probabilidad del 1.58% para obtener resultados iguales usando los tratamientos del subgrupo “b”. Mientras que en el subgrupo “c” donde se encuentran los tratamientos T2 y T1 (Testigo) presenta una significación de 0.926, lo que nos indica que existe una probabilidad del 92.6% de obtener los mismos resultados usando las dosis del tratamiento T2 que no aplicar ninguna dosis (Testigo). Lo que significa que 10 ml Biol de MM sin RF ni K, no influye en el incremento del número de hojas en estas plantas.

Tabla 13. Prueba estadística de Tukey al 5% 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	c
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4	255.00		
T5= 20 ml Biol de MM con RF+K	4	254.50		
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4	238.00	238.00	
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		203.00	203.00
T1: Agua más RF+K (Testigo)	4			191.50
Sig.		.759	.158	.926

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

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

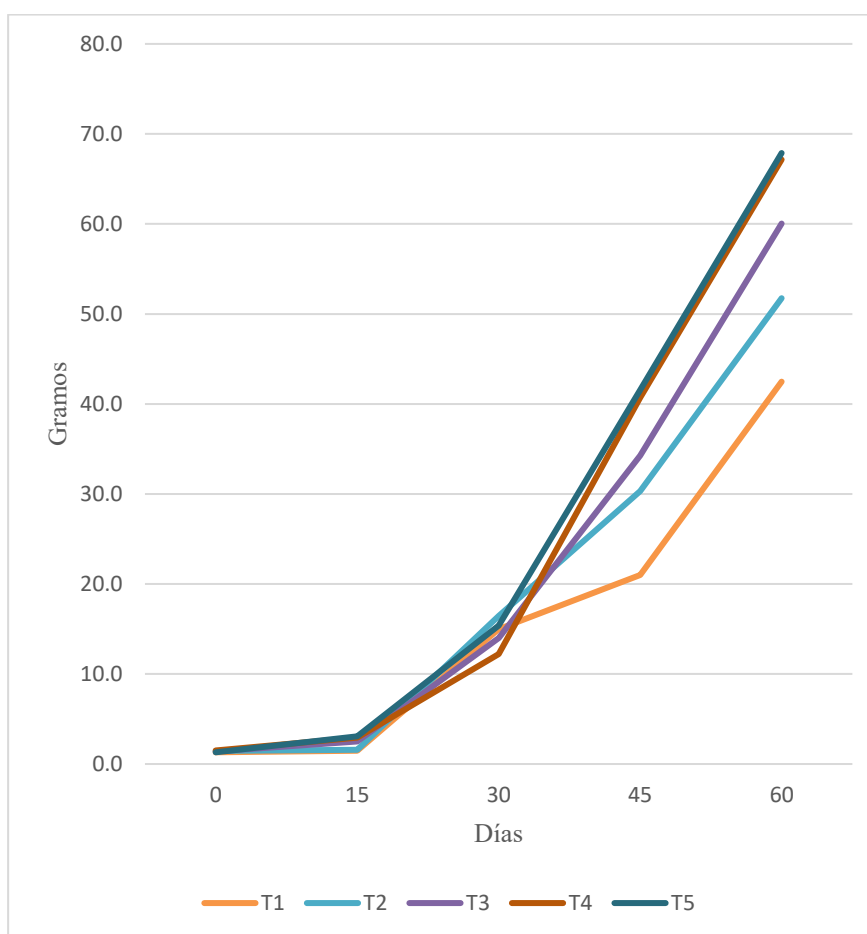
4.2.5. Peso fresco de las hojas

La evaluación del peso fresco de las hojas de las plantas se realizó cada 15 días y su evolución se presenta en la tabla 4.14 y en el gráfico 08; vemos que el incremento del peso fresco de las hojas se mantiene casi homogéneo hasta los 30 días de cultivo, pero luego se genera un distanciamiento entre los tratamientos teniendo mayor incremento de peso los tratamientos T5 con 20 ml Biol de MM con RF+K y T4 con 10 ml Biol de MM con RF+K, seguido por el T3, T2 y T1.

Tabla 14. Evolución del peso fresco de las hojas de Stevia (g) hasta los 60 días de cultivo

Tratam	Dias				
	0	15	30	45	60
T1	1.3	1.5	15.0	21.0	42.5
T2	1.5	1.6	16.5	30.3	51.7
T3	1.4	2.5	14.0	34.3	60.0
T4	1.5	2.9	12.2	40.7	67.2
T5	1.3	3.1	15.4	41.5	67.9

Gráfico 8. Evolución del peso fresco de las hojas



El análisis estadístico del peso fresco de las hojas de Stevia se realizó en la evaluación final a los 60 días de cultivo considerando que nuestro objetivo de investigación fue evaluar cuál de las cuatro dosis de biol con fósforo y potasio influyen en el crecimiento y producción de Stevia bajo condiciones de vivero, para Chanchamayo; en la tabla 4.15, se presenta los datos del peso fresco de las hojas promedio a los 60 días de cultivo para cada tratamientos y sus repeticiones y lo visualizamos en gráfico 09; aquí podemos observar que el mayor peso fresco de las hojas promedio se obtuvo en el T5 con 67.88 g y en el T4 con 67.15, valores muy cercanos y son los tratamientos que contiene fósforo y potasio; mientras que los otros tratamientos no contienen estos minerales y solo varía la cantidad de biol, observando que hay incremento de del peso fresco de las hojas en el T3 con 20 ml Biol de MM sin

RF ni K, que es el tratamiento que tiene mayor cantidad de biol en relación al T2 que solo tiene 10 ml de biol y como resultado se logró menor peso fresco de las hojas.

Gráfico 9. *Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días*

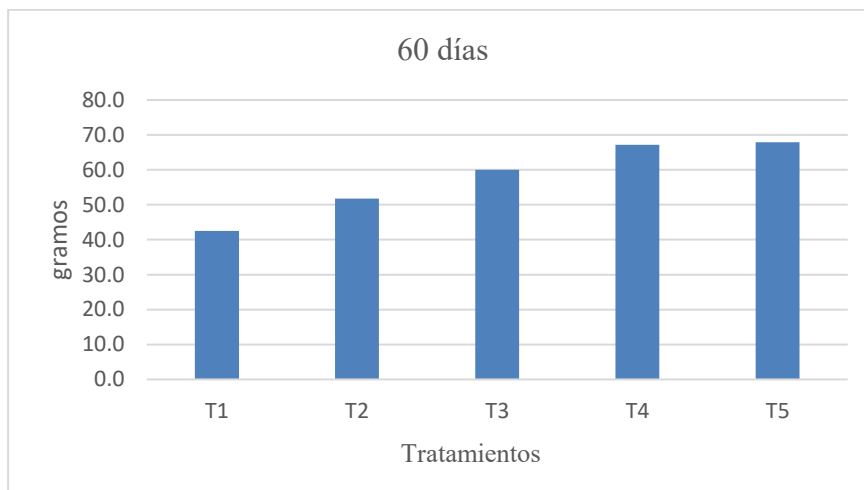


Tabla 15. *Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días*

Trat/Rep	T1	T2	T3	T4	T5
R1	47.5	49.5	56.16	72.8	72
R2	39.6	54	54	67.6	67
R3	39.6	52	70	67	68
R4	43.2	51.48	60	61.2	64.5
Promedio	42.48	51.75	60.04	67.15	67.88

En la tabla 4.16, se presenta el análisis de varianza del peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo, observamos que el coeficiente de variación es de 7.73% según Pimentel (1985) reporta que es un valor bajo porque es inferior al 10%, indicándonos que no hubo mucha dispersión de los datos para los tratamientos y sus repeticiones; pudiendo afirmar que las dosis suministradas de biol así como el fósforo y potasio para cada tratamiento están bien estructuradas ya que no hay mucha variabilidad entre los resultados de los tratamientos aplicados.

El F calculado es de 23.269, 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. El ANVA, nos indica que el efecto de los tratamientos tiene diferentes resultados. Aceptando la hipótesis alterna que el Biol de

microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo.

Tabla 16. *Tabla Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo*

F de v	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	1861.79	465.45	23.269	3.056	4.893	**
Error	15	300.04	20.00				
Total	19	2161.837					
	%CV	7.73		\bar{X}	57.86		

Al tener una significación estadística entre los tratamientos se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar cuál de los tratamientos tiene mayor efecto en el incremento del peso fresco de las hojas en la Stevia. Se presenta en la tabla 4.17

Tabla 17. *Prueba estadística de tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo*

HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF+K	4	67.88		
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4	67.15		
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4	60.04	60.04	
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		51.75	51.75
T1: Agua más RF+K (Testigo)	4			42.475
Sig.		.148	.116	.067

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

En esta tabla podemos observar los tratamientos T5, T4 y T3 forman un subgrupo (a) con el mayor peso fresco de las hojas con 67.88, 67.15 y 60.04 g respectivamente. Pero con una significancia para ese subgrupo de 0.148, lo que

significa que existe una probabilidad muy baja de 1.48% para obtener el peso fresco más alto con alguna de esas dosis empleadas. En el (b) se encuentran los tratamientos T3 y T2 con menor peso con relación al subgrupo (a), pero también con un nivel de significancia muy bajo de 0.116, presentándose el mismo caso que en el subgrupo (a) y en el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos T2 y T1 y también con un nivel de significancia mucho más bajo de 0.067. Lo que nos indica que a pesar de estar esos tratamientos en un mismo subgrupo, sus resultados serán diferentes.

Por lo que se puede afirmar que los tratamientos T5= 20 ml Biol de MM con RF+K y T4= 10 ml Biol de MM con RF+K, son los tratamientos que mejor incrementan el peso fresco de las hojas y que el fósforo y el potasio influye en este incremento.

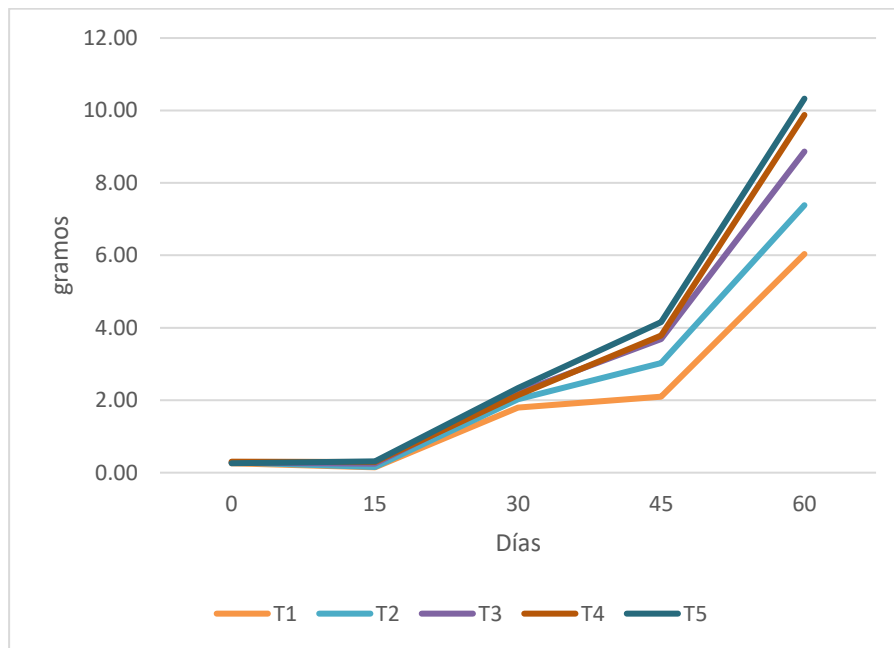
4.2.6. Peso seco de las hojas (g)

La evaluación del peso seco de las hojas de las plantas se realizó igualmente cada 15 días y lo presentamos en la tabla 4.18 y el gráfico 10; aquí observamos que la diferencia de los incrementos del peso seco de las hojas se realiza a partir de los 30 días de cultivo hasta el final de la investigación; también podemos observar que los tratamientos T5 y T4 tienen pesos parecidos desde los 45 a los 60 días, seguido muy de cerca pero con menor peso el T3, distanciando los pesos para el T2 y el T1 (Testigo).

Tabla 18. Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días

Tratamientos	Días				
	0	15	30	45	60
T1	0.26	0.15	1.80	2.10	6.04
T2	0.29	0.16	2.03	3.03	7.38
T3	0.28	0.25	2.21	3.69	8.87
T4	0.30	0.29	2.14	3.78	9.88
T5	0.26	0.31	2.34	4.15	10.33

Gráfico 10. Evolución del peso seco de las hojas por tratamiento hasta los 60 días

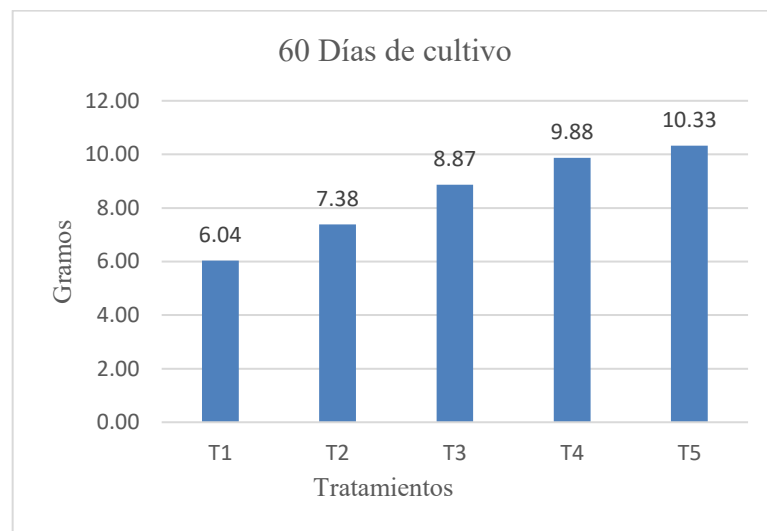


En el Tabla 4.19 se presentan los datos del peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo y se visualiza en el gráfico 11.

Tabla 19. Peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo

Repeticiones	T1	T2	T3	T4	T5
R1	6.65	6.44	7.86	10.92	11.20
R2	5.54	8.10	8.10	10.14	10.08
R3	6.34	7.28	10.50	9.75	10.08
R4	5.62	7.72	9.00	8.69	9.95
Promedio	6.04	7.38	8.87	9.88	10.33

Gráfico 11. Peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo



En la presente tabla se observa que, a los 60 días de cultivo, el T5= 20 ml Biol de MM con RF+K y el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K, son los tratamientos que logran el mejor resultado para el peso seco de las hojas con 10.33 y 9.88 g, seguido por los otros tratamientos T3, T2 y T1 con 8.87, 7.38 y 6.04 g respectivamente.

El análisis de varianza, para evaluar el peso de las hojas a los 60 días de cultivo se presenta en la tabla 4.20, aquí vemos que el F calculado es de 18.447, valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), por lo que afirmamos que hay una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos; esto quiere decir que los tratamientos usados en nuestra investigación tuvieron un efecto positivo y 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 ninguno de las dosis de biol de microorganismos de montaña adicionados de fósforo y potasio, influyen en el incremento de peso en las hojas secas de Stevia bajo condiciones de vivero, para Chanchamayo.

El coeficiente de variabilidad es de 9.75% es un valor bueno, lo que nos indica que no hubo mucha variación de los datos entre los tratamientos y sus repeticiones en relación a su gran promedio; ya que según Calzada (1982), sostiene que el coeficiente de variación es bueno cuando se tiene un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de biol de MM con fósforo y potasio estuvieron bien planteadas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados con relación a su gran promedio.

Tabla 20. 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 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	50.70	12.68	18.447	3.056	4.893	* *
Error	15	10.31	0.69				
Total	19	61.012					
	%CV	9.75	\bar{X}	8.50			

Al existir una diferencia altamente significativa en el ANVA para el peso seco de las hojas, se realizó la prueba estadística de Tukey al 5%, para determinar cuál de los tratamientos tuvieron mejor efecto para incrementar el peso seco de las hojas; se presenta en la tabla 4.21.

Tabla 21. Prueba estadística de Tukey al 5% 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	c
T5= 20 ml Biol de MM con RF+K	4	10.33		
T4= 10 ml Biol de MM con RF+K	4	9.88		
T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K	4	8.87	8.87	
T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K	4		7.39	7.39
T1: Agua más RF+K (Testigo)	4			6.04
Sig.		.144	.137	.199

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

En esta tabla podemos observar que se forman 3 subgrupos, estando en el primer subgrupo “a” los tratamientos con mayor peso de las hojas T5= 20 ml Biol de MM con RF+K con 10.33 g; el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K con 9.88 g y el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 8.87 g y con un nivel de significancia de 0.144, lo que nos indica que a pesar de estar estos tratamientos en el mismo subgrupo, sus efectos son

diferentes, ya que existe una probabilidad muy baja de 1.44% de tener el valor mas alto usando cualquiera de los tratamientos que están en este subgrupo; en el subgrupo “b” se encuentran el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 8.87 g. y el T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K con 7.39 g. igualmente con un nivel de significancia de 0.137, lo que indica una probabilidad del 1.37% de tener los mismos pesos usando cualquiera de esos tratamientos; y, en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K con 7.39 g y el Testigo (T) con un peso seco de las hojas de 6.04 y con un nivel de significancia de 0.199 que nos indica una probabilidad de 1.99% para obtener los mismos pesos con esos tratamientos.

En base a estos resultados podemos afirmar que el tratamiento T.5 con 20 ml Biol de MM con RF+K es el mejor tratamiento para obtener el mayor peso seco de las hojas.

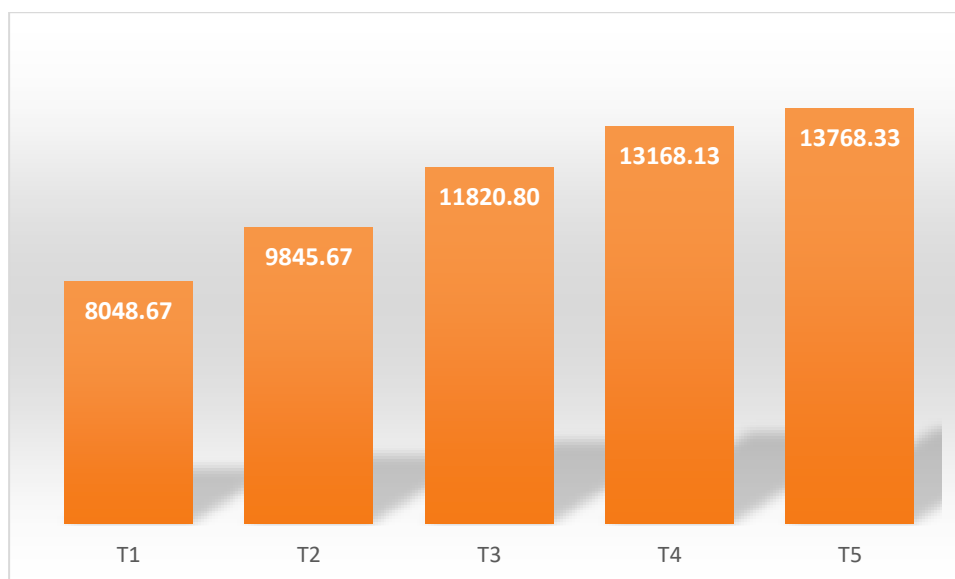
4.2.7. Rendimiento de las hojas (g)

El rendimiento de las plantas en relación a la cantidad de peso seco de las hojas expresada en kg/Ha, se determinó a los 60 días del cultivo. Este rendimiento se calculó en relación a 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; el cálculo se realizó considerando un distanciamiento entre plantas y surcos de 0.3 x 0.3 m. con camas de cultivo de 10 x 1.20 m; dejando espacios para las calles principal y secundaria de 0.9 y 0.7 m. El cálculo de la población total a cultivar fue de 133,333 plantas/Ha. Los resultados del rendimiento de los tratamientos los presentamos en la tabla 4.22 y el gráfico 12

Tabla 22. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición en kg/Ha

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	8866.67	8580.00	10483.20	14560.00	14933.33
R2	7392.00	10800.00	10800.00	13520.00	13440.00
R3	8448.00	9706.67	14000.00	13000.00	13440.00
R4	7488.00	10296.00	12000.00	11592.53	13260.00
Promedio	8048.67	9845.67	11820.80	13168.13	13768.33

Gráfico 12. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento



En el gráfico 12, se observa que el mejor rendimiento de las hojas secas de Stevia se presenta en el T5= 20 ml Biol de MM con RF+K con 13768.33 kg/Ha, seguido por el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K con 13168.13 kg/Ha; luego le sigue el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 13,820.80 kg/Ha, le sigue el T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K con 9.845.67 k/Ha y finalmente el Testigo con 8,048.67 kg/Ha.

Estos rendimientos fueron analizados sus promedios por el análisis de varianza para determinar si existe diferencia estadística entre los tratamientos, lo presentamos en la tabla 4.23. se observa un coeficiente de variación de 9.75% según Calzada (1982), es considerado como un valor bueno, lo que nos indica que no hubo mucha variación entre los rendimientos para los tratamientos y sus repeticiones; asimismo, el mismo autor manifiesta que el coeficiente de variación es bueno cuando es inferior al 30%,

indicando que la distribución las dosis del biol con fósforo y potasio están bien formulados para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados con relación a la media.

El F calculado es de 18.447, valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), afirmando que existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos; por lo tanto, las dosis del biol de MM usados en esta investigación influyen en el incremento del rendimiento de las hojas de Stevia.

Tabla 23. ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	90141926.45	22535481.61	18.447	3.056	4.893	* *
Error	15	18324286.83	1221619.12				
Total	19	108466213.28					

Al tener una significación estadística altamente significativa en el ANVA se realizó la prueba estadística de Tukey al 5% para determinar cuál de los tratamientos tiene mejor efecto para incrementar el rendimiento de las hojas secas de la planta de Stevia; En la tabla 4.24 se presenta la prueba estadística de Tukey al 5%; allí podemos observar que se forman 3 subgrupos, estando en el primer subgrupo “a” los tratamientos con mayor peso de las hojas T5= 20 ml Biol de MM con RF+K con 13768.33 kg/Ha ; el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K con 13168.13 kg/Ha y el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 11820.80 kg/Ha; con un nivel de significancia para ese subgrupo de 0.145, lo que nos indica que estando estos tratamientos en el mismo subgrupo, sus efecto son diferentes, ya que existe una probabilidad muy baja de 1.45% de tener el valor más alto usando cualquiera de los tratamientos que están en este subgrupo; en el subgrupo “b” se encuentran el T3= 20 ml Biol de MM sin RF ni K con 11820.80 kg/Ha y el T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K con 9845.67kg/Ha con un nivel de significancia de 0.136, lo que indica hay una probabilidad del 1.36% de tener los mismos pesos

usando cualquiera de esos tratamientos; y, en el subgrupo “c” se encuentran los tratamientos T2: 10 ml Biol de MM sin RF ni K con 9845.6675 kg/Ha y el Testigo (T) con un peso seco de las hojas de 8048.67 kg/Ha con un nivel de significancia de 0.199 que nos indica que existe una probabilidad muy baja de 1.99% para obtener los mismos pesos con las dosis de esos tratamientos.

En base a estos resultados podemos afirmar que los tratamientos T.5 con 20 ml Biol de MM con RF+K y el T4= 10 ml Biol de MM con RF+K son los mejores tratamientos para obtener el mayor rendimiento de peso seco de las hojas.

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

El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Hipótesis nula:

El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio no influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Hipótesis específicas

- El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio influye en el crecimiento aéreo de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

- El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio influye en el incremento de la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- El Biol de microorganismos de montaña y fósforo influye en el incremento de la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

Regla de decisión

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

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

	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
Altura de planta	4.45	19.145	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Número de ramas	7.24	9.228	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Peso fresco de la planta	9.69	6.399	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Número de hojas	8.88	8.485	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Peso fresco de las hojas	7.73	23.269	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Peso seco de las hojas	9.75	18.447	3.056	4.893	Se rechaza la H_0
Rendimiento	9.75	18.447	3.056	4.893	Se rechaza la H_0

4.4. Discusión de resultados

En nuestra investigación, se evaluó la influencia de El Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio influye en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo, con la intención de determinar cuál de ellos tiene mejor efecto en el crecimiento aéreo de las plantas, en el incremento de la biomasa y en la producción de hojas de Stevia en condiciones ecológicas de Chanchamayo – Selva Central.

Al realizar el análisis de varianza a los 60 días de cultivo para todos los indicadores evaluados observamos que el coeficiente de variación varía desde 4.45% (para la altura de la planta) hasta 9.75% (para el peso seco de las hojas y el rendimiento); y, de acuerdo a la Clasificación de rangos del coeficiente de variación según Gordon y

Camargo (2015), estos valores están considerados como un valor bajo; considerando que los mismos autores reportan que el coeficiente de variación se usa como una medida para estimar la validez de los resultados y es utilizado para decidir si un experimento es confiable o no considerando como máximo valor un 30%; por lo que afirmamos que nuestros resultados estadísticamente, son confiables. Igualmente, Patel *et al.* (2001), indican que el coeficiente de variabilidad varían según el tipo de experimento realizado; indicando que los rangos aceptables deben oscilar entre 6 a 8% para investigaciones de cultivos, de 10 a 12% para investigaciones en fertilización y 13 a 15% para ensayos sobre evaluación de la acción de los plaguicidas. Considerando que nuestra investigación tiene el objetivo de evaluar la acción biol de microorganismos de montaña enriquecido con fósforo y potasio, sobre el crecimiento y producción de la planta de Stevia; nuestra investigación se ubica dentro del área de fertilización y nuestros valores del coeficiente de variación se encuentra dentro de los rangos aceptables (10 al 12%).

Los mismos autores indican que cuando valor del CV supera el 30%, los tratamientos deben ser reformulados por la alta variabilidad que se tiene.

Según Pimentel (1985) nuestro CV se encuentra en el rango bajo porque este autor considera las investigaciones agrícolas tiene rango bajo cuando el CV es inferior a 10%; medios de 10 a 20%, altos cuando van de 20 a 30% y muy altos cuando son superiores a 30%. Por lo que consideramos que nuestros tratamientos se encuentran bien formulados por tener poca variabilidad de coeficiente de variación.

En base a la prueba estadística de Tukey, se observa que el mejor tratamiento para obtener mejor altura de planta y número de ramas de las plantas se obtiene con el T5 con 20 ml Biol de MM con RF y K.

Para obtener el mayor número de hojas se logró con los tratamientos T4 y T5 respectivamente. Y, para el resto de los indicadores evaluados el mejor tratamiento fue

el T5 que es el tratamiento con mayor cantidad de biol y añadido de roca fosfórica y potasio; seguido por el tratamiento T4 con menor cantidad de biol pero con el añadido de roca fosfórica y potasio, por lo que podemos intuir que el biol reacciona mejor con 20 ml/litro de agua. Estos datos corroboran lo reportado por Correa et al (2023) quienes buscaron determinar el efecto de la fertilización en la extracción y el rendimiento de nutrientes. Reportando que el nutriente más requerido para el cultivo de estevia es nitrógeno seguido de potasio y fósforo, respectivamente. La extracción del cultivo por tonelada fue de aproximadamente 30 kg de N, 4,4 kg de P_2O_5 y 18 kg de K_2O para el tratamiento con mayor rendimiento. Indican también que se necesitan dosis más grandes para alcanzar un valor óptimo; asimismo sostienen que una aplicación adecuada de fertilizantes fosfatados puede mejorar el rendimiento de *S. rebaudiana*, aumentando su biomasa y la concentración de steviosido en las hojas. Igualmente sostienen que una buena aplicación de fertilizantes potásicos puede mejorar el desarrollo de la planta, aumentar la absorción de nutrientes y mejorar la concentración de steviosido en las hojas.

Villanueva (2009), sostiene que la roca fosfórica se desdobra en fósforo elemental (P_4) y Ácido Fosfórico (H_3PO_4) que favorecen la floración e influye marcadamente en la cantidad, peso y calidad de los frutos y semillas. Las plantas son más resistentes a las plagas, enfermedades y responden mejor a los efectos negativos de la alta temperatura y otros factores estresantes para la planta

Umaña, (2017) en su investigación para analizar el potencial de los MM como sistemas de biofertilización de suelos a partir de un experimento con dos plantas de ciclo de vida corto; manifiesta que se ha implementado entre otras estrategias, el uso de microorganismos con la finalidad de lograr procesos de regeneración de la matriz edáfica ya que el logro y el mantenimiento de la sustentabilidad de los agroecosistemas

deben ser objetivos permanentes para mantener el recurso suelo en niveles de máxima calidad y salud. Asimismo, manifiesta que es necesario para poder generar fertilizantes con actividad biológica, se necesita de un proceso ingenieril de producción, muchas veces sencillo y de bajo costo, que involucra lo que se conoce como un biorreactor. Es a partir de estos biorreactores que se puede acelerar el proceso natural de crecimiento y reproducción de los microorganismos para la efectiva aplicación agrícola.

Los biorreactores se definen como sistemas que mantienen un ambiente biológicamente activo. En algunos casos, un biorreactor es un recipiente en el que se lleva a cabo un proceso químico que involucra organismos o sustancias bioquímicamente activas derivadas de dichos organismos. Este proceso puede ser aeróbico o anaeróbico. Inclusive un biorreactor puede ser también un dispositivo o sistema empleado para hacer crecer células o tejidos en operaciones de cultivo.

En nuestro caso, el biorreactor fue anaeróbico y el tiempo de fermentación del biol de microorganismos de montaña con la roca fosfórica y el potasio fue de 15 días para facilitar la acción de los microorganismos a descomponer a estos elementos químicos en sustancias asimilables por las plantas gracias a la acción de los microorganismos de montaña (MM) que son considerados consorcios microbianos ya que su composición y las posibles relaciones que generan son múltiples e incluyen bacterias fotosintéticas, bacterias productoras de ácido láctico, actinobacterias, hongos filamentosos y levaduras.

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como determinar la influencia Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Al evaluar el crecimiento aéreo de las plantas en relación a la altura de la planta, se obtuvo una significación estadística altamente significativa entre los tratamientos, por lo concluimos que el Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio usados en nuestra investigación influyen en el crecimiento aéreo de la planta

Al evaluar la biomasa de las plantas en relación al peso fresco de la planta, número de ramas, peso fresco de las hojas y peso seco de las hojas, se obtuvo una significación estadística altamente significativa entre los tratamientos, por lo concluimos que el Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio usados en nuestra investigación influyen en el incremento de la biomasa de la planta.

Al evaluar la producción de las plantas en relación al rendimiento de hojas secas expresado en kg/Ha, se obtuvo una significación estadística altamente significativa entre los tratamientos, por lo concluimos que el Biol de microorganismos de montaña con nutrientes inorgánicos a base de fósforo y potasio usados en nuestra investigación influyen en el incremento de la producción de las plantas la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

RECOMENDACIONES

- Proponer otras investigaciones fertilizando con fósforo y potasio para determinar la influencia en la producción de *Stevia rebaudiana*.
- Se recomienda usar como fertilización 20 ml Biol de MM con RF+K, para obtener rendimiento de hojas secas en las plantas de *Stevia*
- Se recomienda realizar otras investigación con biol y variar las cantidades de fósforo y potasio para aprovechar los principios químicos como fertilizante
- Se recomienda realizar el cultivo de la *Stevia rebaudiana* a campo abierto para evaluar el crecimiento y el rendimiento de esta planta.
- Incentivar a los agricultores de la selva central, el uso del biol con microorganismos de montaña adicionado con fósforo y potasio como abono en sus cultivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andino Villafuerte, W. A. (2011). *Evaluación de tres tipos de bioles en la producción de frejol (Phaseolus vulgaris L. Var. Calima), en verde*. Presentado como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica, Riobamba - Ecuador
- Astier C. M. (1994). *Hacia una agricultura ecológica en México: El problema de la transición para el productor campesino*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, Documento de Trabajo Num. 11. Pátzcuaro, Michoacán, UAM. México.
- Badilla, S. (2019). *Efecto de fermentos microbianos sobre el desarrollo de plántulas de caña de azúcar (Saccharum officinarum L)*. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Bendezu C, Oseas R. (2015). *Propagación vegetativa de Stevia rebaudiana, Bertoni con aplicación de ácido indol-acético – Satipo*. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo en la UNCP.
- Bonten, L. T. C., K. Zwart, R. P. J. J. Rietra, R. Postma, H. de, and S. L. Nysingh. (2014). *Bio-slurry as fertilizer: is bio-slurry from household digesters a better fertilizer than manure a literature review*
- Calzada, J. (1982); *Métodos estadísticos para la investigación*. 5ta ed. Editorial “Milagros”. Lima Perú
- Canto, M., & García, J. (2020). *Microorganismos en la agricultura sostenible*. Editorial Agrícola.
- Castro, L; Murillo, M; Uribe, L; Mata, R. (2015). *Inoculación al suelo con Pseudomonas fluorescens, Azospirillum oryzae, Bacillus subtilis y Microorganismos de Montaña*

(MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense* 39(3):21-36.

Curco L. (2012). *Propagación vegetativa de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) Aplicando hormonas ANA y AIB*; de Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de estudios a distancia modalidad semipresencial. Ingeniería Agropecuaria. Recuperado el 12 de agosto de 2024. Recuperado de: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/578/1/T-UTEQ-0129.pdf>.

Foronda, G. (2008). *Aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la producción de plantas de estevia (Stevia rebaudiana Bertoni), en Alto Beni – Sapecho*. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia

Gallopín, Gilberto C. (1990) *Prioridades ecológicas para el desarrollo sostenible en América Latina, Latinoamérica, Medio Ambiente y Desarrollo*. Instituto de Estudios e investigaciones Sobre el medio ambiente (IEIMA).

García, J. (2016). *Biofertilizantes: Una alternativa sostenible para la agricultura*. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <https://repository.unal.edu.co/handle/10454/39211>

González Ch., C., R. Ferrera-Cerrato, R. García y A. Martínez (1990). *La fijación biológica de nitrógeno en un agroecosistema de bajo ingreso externo de energía en Tamulté de las Sabanas, Tabasco*. Agrociencia Serie Agua- Suelo-Clima.

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

- Higa, T., & Wididana, G. (2004). *The concept and theories of effective microorganisms*. Centro Internacional de Investigación de la Agricultura de la Naturaleza. Japón: Okinawa University of Rykyus.
- Jiménez, T.; Cabrera, G.; Álvarez, E. y Gómez, F. (2010). *Evaluación del contenido de esteviósido y rebaudiósido A en una población de Stevia rebaudiana Bertoni (kaâ heê) cultivada comercialmente*. Estudio preliminar'. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, vol. 8, no. 1, junio de 2010, ISSN 1812-9528.
- López, R., & Torres, A. (2019). *Beneficios de la Stevia rebaudiana en la salud humana*. *Revista de Fitoterapia*, 15(2), 45-52.
- Li, Y.F. (2013). *An integrated study on microbial community in anaerobic digestion systems*. Ph.D., The Ohio State University, United States - Ohio.
- Marcavillaca, M. C. (1984.) *Micropropagación in vitro de Stevia rebaudiana Bertoni por medio de segmentos nodales y meristemas*. vol. 9, edit. Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos, Argentina.
- Medina, A., L. Quipuzco, and J. Juscamaita. (2015). *Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Miranda Ruiz, E. (2018). *Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol) en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (Guazuma crinita C.Martius) en Pucallpa Perú*. Tesis para optar título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali.
- Mora, N. (2010). *Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando Microorganismos de Montaña (MM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica*. Instituto tecnológico de Costa Rica, Escuela de Biología.
- 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

- Pimentel, F. (1985). *Curso de estadística experimental*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.
- Ramírez, J.G. (2011) *Paquete Tecnológico Estevia (Stevia rebaudiana) Establecimiento y mantenimiento. Paquete Tecnológico. Publicación Especial Núm. 1. Campo Experimental Mocochoá. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México.*
- Restrepo, J. (2015). *El ABC de la agricultura orgánica, fosfatos y panes de piedra*. Cali, Colombia, ©Jairo Restrepo Rivera
- Umaña Carmona, Steven, (2017). efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas. Facultad de Ingeniería. Escuela de ingeniería de biosistemas. Universidad de Costa Rica.
- Vázquez, B. L.; Robledo, P. A.; Muratalla, L. A. y Conde, M. V. (2014) ‘Micropropagación de *Stevia rebaudiana* Bertoni y detección de steviósidos’. *Bioagro*, vol. 26, no. 1, pp. 49-56, ISSN 1316-3361.
- Vargas B, P; Castro B, L. (2019). *Aislamiento y evaluación se microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica*. *Agronomía Costarricense* 43(1):47-68.
- Vega, A. (2017). *Curvas de absorción de nutrientes y fertilización de almácigos orgánicos de papaya (Carica papaya) híbrido Pococí, Alajuela, Costa Rica*. Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Villanueva, G. (2009). *Evaluación de cuatro niveles de fertilización orgánica mineral en el rendimiento de Stevia rebaudiana*, en la UNCP – Satipo.

Fuentes Electrónicas:

- American Society of Agronomy. (ASA), (2024). *Crops & Soils*. Extraído de internet el 14 de agosto de 2024, de: <https://www.agronomy.org/publications/books>.

- Castro B. Leida, González A. José. (2020). *Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña (MM)*. Recuperado de: Agronomía Costarricense 45(1): 81-92. ISSN:0377-9424 / el 19 de setiembre de 2024, de: www.mag.go.cr/revagr/index.html
- Colque, T; Rodriguez, D; Mujuca, A; Canahua, A; Apaza, V; y Jacopsen, S. (2005). *Producción de biol abono líquido natural y ecológico*. Estación Experimental ILLPA – Puno, PE. (en línea) Recuperado el 12 de agosto 2024. Disponible en: www.quinoa.life.ku.dk.
- Grin. (2011). *Germoplasm resources information network*. Estados Unidos. Germoplasma de la red de recursos de información. En línea. Maryland, Estados Unidos de Norte América. Disponible en <http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl%3F16332>. Acceso el 12 de febrero de 2024.
- Illanes, Joel (2018). Nutraestevia. *El crecimiento en el consumo de la Stevia en el Perú*. Recuperado de internet el 29 de agosto de 2024, de <https://www.nutrastevia.pe/nutrablog/el-crecimiento-en-el-consumo-de-la-stevia-en-el-peru>.
- Incagro, (2008). *Manual Técnico de producción de Stevia*. (en línea). Cajamarca, Perú. Recueorado de: http://www.incagro.gob.pe/apc-aa-files/e457b3346514303468089b655b420d50/Manual_Tcnico_de_Stevia.pdf. Acceso 25 de marzo de 2024.
- Infoagro, (2010). *Stevia. Tipos de sustratos de cultivo*. (en línea). Recuperado de: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm. Acceso 9 de agosto de 2024

El lombricero. (2024). *Qué son los microorganismos de montaña*. Recuperado el 12 de agosto de 2024. Sitio web: [Qué son los microorganismos de montaña - El Lombricero - Profesionales de la lombricultura, el compostaje y el vermicompostaje](#).

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

Paredes, C. (2021). *El biol y su aplicación en la agricultura moderna*. EcoAgricultura, 34(1).

Rodríguez, G. H.; Acosta, de la L. L. L.; Hechevarría, S. I.; Rivera, A. M. M.; Rodríguez, F. C. A.; Sánchez, G. E. y Milanés, F. M. (2007) *Comportamiento del cultivo de Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni en Cuba*. Revista Cubana de Plantas Medicinales, vol. 12, no. 4, 2007, ISSN 1028-4796, [Consultado: 12 de agosto de 2024], Recuperado de: [<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962007000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es>](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962007000400004&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

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

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

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

Anexo 01. Cuadro utilizado en 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

Anexo 02. Altura de la planta hasta los 60 días de cultivo

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	22	22.4	23.9	28.9	32.90
T1	02	22	22.5	24	29.5	32.50
T1	03	21	21	22.5	28.5	31.30
T1	04	22	22	24	30	32.80
T2	01	22	22.4	24.4	31	34.90
T2	02	22	22.5	24.7	30.3	34.20
T2	03	21	22	25	30.6	34.10
T2	04	21	22	24.5	29.5	32.40
T3	01	20	21	23.8	30.8	34.40
T3	02	22	23.5	25.6	32.1	35.90
T3	03	21	22.5	26	31	34.80
T3	04	21	22.4	26	31	34.80
T4	01	20	21.4	25.4	32.4	36.10
T4	02	21	22.5	26.4	33.4	37.70
T4	03	21	22.4	25.7	32.3	35.60
T4	04	20	16	21.2	26.2	30.90
T5	01	21	22.5	27.9	33.9	39.40
T5	02	21	22	28.6	35.6	42.40
T5	03	22	23	28.4	35.4	42.00
T5	04	21	22	27.1	36.1	41.90

Anexo 03: Número de ramas

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

Anexo 04: Peso fresco de las plantas

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	15	17	24	36	52
T1	02	16	19	26	39	53
T1	03	15	32	39	47	55
T1	04	15	17	27	37	47
T2	01	15	18	26	38	48
T2	02	14	31	39	49	61
T2	03	16	20	30	38	50
T2	04	15	19	32	44	58
T3	01	16	20	25	36	47
T3	02	15	34	39	51	61
T3	03	16	37	43	55	68
T3	04	19	24	30	41	55
T4	01	17	23	26	38	59
T4	02	16	38	43	53	68
T4	03	17	39	43	52	67
T4	04	16	38	42	53	70
T5	01	16	39	41	47	64
T5	02	15	35	40	52	73
T5	03	16	37	41	50	68
T5	04	17	41	46	52	69

Anexo 05: Número de hojas

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	6	10	56	112	190
T1	02	6	10	56	112	198
T1	03	8	12	80	112	198
T1	04	6	10	64	84	180
T2	01	8	12	70	112	198
T2	02	7	11	84	128	216
T2	03	6	10	84	144	200
T2	04	8	12	70	126	198
T3	01	8	14	70	144	216
T3	02	6	12	70	112	216
T3	03	8	14	84	160	280
T3	04	6	14	70	128	240
T4	01	8	14	70	160	280
T4	02	6	14	70	140	260
T4	03	8	14	80	128	260
T4	04	8	14	72	112	220
T5	01	8	14	96	140	280
T5	02	6	14	96	160	252
T5	03	6	14	96	176	252
T5	04	6	14	96	144	234

Anexo 6: Peso fresco de las hojas

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	1.2	1.40	16.80	22.4	47.5
T1	02	1.2	1.40	11.20	22.4	39.6
T1	03	1.6	1.68	16.00	22.4	39.6
T1	04	1.2	1.40	16.00	16.8	43.2
T2	01	1.6	1.68	14.00	28	49.5
T2	02	1.4	1.54	16.80	32	54
T2	03	1.2	1.40	21.00	36	52
T2	04	1.6	1.68	14.00	25.2	51.48
T3	01	1.6	1.96	14.00	36	56.16
T3	02	1.2	2.40	14.00	29.12	54
T3	03	1.6	2.80	16.80	40	70
T3	04	1.2	2.80	11.20	32	60
T4	01	1.6	2.80	11.20	40	72.8
T4	02	1.2	2.80	11.90	44.4	67.6
T4	03	1.6	3.08	12.80	37.28	67
T4	04	1.6	3.08	12.96	41.12	61.2
T5	01	1.6	3.08	15.36	36.4	72
T5	02	1.2	3.08	13.44	44.8	67
T5	03	1.2	3.08	19.20	47.52	68
T5	04	1.2	3.08	13.44	37.44	64.5

Anexo 07: Peso seco de las hojas

Trat	Rep.	Dias				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	0.24	0.14	2.02	2.24	6.65
T1	02	0.24	0.14	1.34	2.24	5.54
T1	03	0.32	0.17	1.60	2.24	6.34
T1	04	0.24	0.14	2.24	1.68	5.62
T2	01	0.32	0.17	1.82	2.80	6.44
T2	02	0.28	0.15	2.02	3.20	8.10
T2	03	0.24	0.14	2.31	3.60	7.28
T2	04	0.32	0.17	1.96	2.52	7.72
T3	01	0.32	0.20	2.24	3.60	7.86
T3	02	0.24	0.24	2.24	2.91	8.10
T3	03	0.32	0.28	2.69	4.40	10.50
T3	04	0.24	0.28	1.68	3.84	9.00
T4	01	0.32	0.28	1.90	4.00	10.92
T4	02	0.24	0.28	2.14	3.64	10.14
T4	03	0.32	0.31	2.30	3.99	9.75
T4	04	0.32	0.31	2.20	3.49	8.69
T5	01	0.32	0.31	2.30	3.64	11.20
T5	02	0.24	0.31	2.02	4.48	10.08
T5	03	0.24	0.31	2.88	4.75	10.08
T5	04	0.24	0.31	2.15	3.74	9.95

Anexo 08: Rendimiento

Rep.		
	60 D.	Prod/Ha
01	6.65	8866.67
02	5.54	7392.00
03	6.34	8448.00
04	5.62	7488.00
01	6.44	8580.00
02	8.10	10800.00
03	7.28	9706.67
04	7.72	10296.00
01	7.86	10483.20
02	8.10	10800.00
03	10.50	14000.00
04	9.00	12000.00
01	10.92	14560.00
02	10.14	13520.00
03	9.75	13000.00
04	8.69	11592.53
01	11.20	14933.33
02	10.08	13440.00
03	10.08	13440.00
04	9.95	13260.00

Panel Fotográfico



Foto N° 01. Preparación de los microorganismos de montaña





Foto 04: Traslado de plántulas a las camas de cultivo



Foto N° 05. Deshierbe de las camas de cultivo



Foto 6: Evaluando el número de ramas

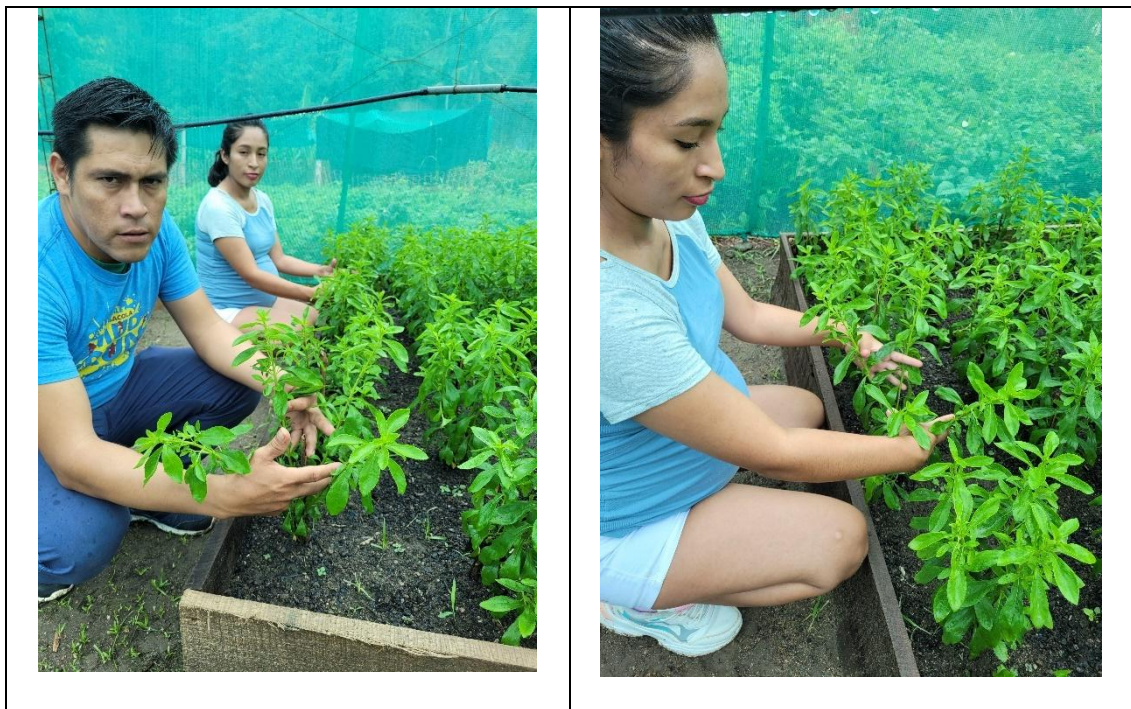


Foto 7: Altura de las plantas



Foto 8: Cosecha y peso seco de las hojas a los 60 días de cultivo

