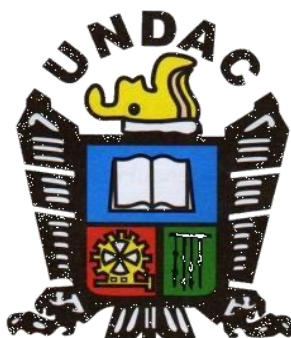


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Influencia del biol con microorganismos de montaña 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. Jhony CAZANI PASTRANA

Bach. Wendy Violeta RODRIGUEZ GARCIA

Asesor:

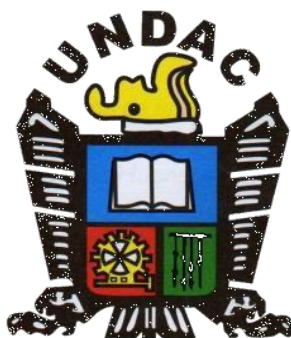
Dr. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA

La Merced – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Influencia del biol con microorganismos de montaña 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. Luis Antonio HUANES TOVAR
PRESIDENTE

Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
MIEMBRO

Mg. José Hernán RODRIGUEZ HUATAY
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 0128-2024/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
CAZANI PASTRANA, Jhony
RODRIGUEZ GARCIA, Wendy Violeta

Escuela de Formación Profesional
Agronomía – La Merced

Tipo de trabajo
Tesis

Influencia del biol con microorganismos de montaña en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo

Asesor
Dr. DE LA CRUZ MERA, Carlos Adolfo

Índice de similitud
19 %

Calificativo
APROBADO

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

Cerro de Pasco, 11 de diciembre de 2024



Firmado digitalmente por JUANES
TOVAR Luis Antonio FAU
20154655046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 11.12.2024 01:17:21 -05:00

Firma Digital
Director UIFCCAA

c.c. Archivo
LHT/UIFCCAA

DEDICATORIA

El presente es para que se enteren que mi diario vivir va siempre pensando en ustedes, si “mami” y “papi” como siempre les digo, aunque a veces con voz fría, sociabilidad tonta la mía, y aunque no se vea siempre va con todo mi amor y para no prolongar más esto y parafraseando una canción popular termino diciendo “Yo ya tenía un espacio en mi cuaderno para pintar sus nombres y presumir, me quisieron cuando al borde de la meta llegue penúltimo en la maratón, me quieren de insensible o de poeta, de genio ministro o de bufón”.

Jhony CAZANI PASTRANA

A Dios, porque todos sus procesos son una preparación para el propósito que él tiene conmigo.

A mi madre, este logro es un testimonio de su inmenso amor y sacrificio. Valoro mucho las lecciones de vida que me ha impartido y agradezco por el soporte que siempre me ha brindado. Mi gratitud a tu persona es imposible de expresar completamente en líneas.

Wendy Violeta RODRIGUEZ GARCIA

AGRADECIMIENTO

Con profunda estima y reconocimiento, extendemos nuestra más sincera gratitud a todas las personas 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 Dr. Carlos Adolfo de la Cruz Mera, 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 de febrero a agosto de 2024, evaluando Influencia del biol con microorganismos de montaña en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo, con la intención de obtener plantas vigorosas y con buena producción. Se aplicó los siguientes tratamientos: 0, 5, 10, 15 y 20 ml de Biol de MM/litro de agua. Evaluando las plantas hasta los 60 días de cultivo; obteniendo la mayor altura de planta se logró en el T5 (con 20 ml de Biol con MM/litro de agua) con 38.52 cm; el mayor número de ramas se obtuvo en los tratamientos T5 y T4 (con 20 y 15 ml de Biol con MM/litro de agua respectivamente) con 9.5 y 8.5 ramas promedio por tratamiento; por lo que se acepta la hipótesis específica que el Biol con MM. influye en la vigorosidad de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). El incremento de la biomasa de la planta se realizó en base al peso fresco de planta, Número de hojas, peso fresco de las hojas; reportando el mayor peso fresco de la planta en los tratamientos T5 y T4 con 69.75 y 65.25 g respectivamente, el mejor número de hojas también se obtuvo para los tratamientos T5 y T4 con 190 y 170 hojas promedio por planta; el mejor peso fresco de las hojas también lo obtuvo en los tratamientos T5 y T4 con 46.15 y 42.50 g promedio por planta. La producción de las plantas se determinó en base al rendimiento de hojas secas por planta y se expresó la producción en kg/Ha. Obteniendo los mejores rendimientos en los tratamientos T5 y T4 con 4,772.67 y 4,368.34 kg/Ha de hojas secas. Aceptando la hipótesis específica que, el Biol con MM. influye en el incremento de la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

Palabras claves: *Stevia rebaudiana*, Biol con Microorganismos de montaña.

ABSTRACT

The present thesis was developed from february to october 2024, evaluating the influence of biol with mountain microorganisms in the production of Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) in nursery conditions in La Merced - Chanchamayo, with the intention of obtaining vigorous plants with good production. The following treatments were applied: 0, 5, 10, 10, 15 and 20 ml of Biol e MM/liter of water. Evaluating the plants up to 60 days of cultivation, the greatest plant height was obtained in T5 (with 20 ml of Biol with MM/liter of water) with 38.52 cm; the greatest number of branches was obtained in treatments T5 and T4 (with 20 and 15 ml of Biol with MM/liter of water respectively) with 9, 5 and 8.5 average branches per plant. 5 and 8.5 average branches per treatment; therefore, the specific hypothesis that the Biol with MM influences the vigorousness of the Stevia plant (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) is accepted. The increase in plant biomass was carried out based on plant fresh weight, number of leaves, fresh weight of leaves; reporting the highest plant fresh weight in treatments T5 and T4 with 69.75 and 65.25 g respectively, the best number of leaves was also obtained for treatments T5 and T4 with 190 and 170 leaves average per plant; the best fresh weight of leaves was also obtained in treatments T5 and T4 with 46.15 and 42.50 g average per plant. Plant production was determined based on the yield of dry leaves per plant and the production was expressed in kg/Ha.

The best yields were obtained in treatments T5 and T4 with 4,772.67 and 4,368.34 kg/Ha of dry leaves. Accepting the specific hypothesis that, the Biol with MM. influences in the increase of Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) production.

Keyword: *Stevia rebaudiana*, Biol with mountain microorganisms.

INTRODUCCIÓN

Stevia (*Stevia rebaudiana*) es un arbusto originario del noreste de Paraguay, pero se encuentra difundido en varios países de América y Europa. Es conocido como un edulcorante natural, con una capacidad de 200 a 300 veces más dulces que la sacarosa.

Considerando que la estevia, carece de calorías y carbohidratos, es una alternativa para suplir el azúcar en las personas que necesitan dietas bajas en calorías o en carbohidratos ya que la sustitución del azúcar por la estevia reduce el Índice Glucémico (IG) de los alimentos, lo que significa que disminuye en gran medida los niveles de azúcar en sangre.

La estevia es un edulcorante natural sin calorías, surge como alternativa más saludable para reemplazar al azúcar y lo convierte como una elección atractiva para quienes buscan disminuir la ingesta de azúcares añadidos sin renunciar al sabor dulce; actualmente se usa en forma comercial en diferentes formas de presentación y marcas comerciales tales como: Truvia, Pure Via, Stevia In The Raw, SPLENDA Naturals Stevia Sweetener, Sweet Leaf y Enliten, y también se encuentran en otros productos disponibles en tiendas bajo diversas marcas comerciales. NAZCA, (2019).

Por lo que la producción de estevia toma importancia socioeconómica para la selva Central así como en nuestro país, como alternativa a los cultivos tradicionales de café, cacao, cítricos y otros frutales que se produce esta región.

Por lo que surge la necesidad de brindar alternativas de producción de a los agricultores de nuestra zona, siendo la estevia (*Stevia rebaudiana* B.), una planta con propiedades benéficas para la salud humana, ya que las hojas son utilizadas como edulcorante orgánico y se aplica para endulzar otros productos de consumo humano. (Callisaya 2013).

La estevia se adapta fácilmente a la región tropical y subtropical; ya que se puede cultivar en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1700 msnm, siendo los glucósidos responsables de dar el sabor dulce en la planta los esteviosidos, que pueden dar hasta 300 veces más dulce que la sacarosa, por lo que está siendo estudiada para apoyar a la salud humana. (Callisaya 2013).

Bajo las condiciones de uso directo para las personas, se recomienda que el cultivo sea de producción orgánica, para ser considerada como producto saludable, ya que la producción con fertilizantes sintéticos puede ocasionar efectos no deseados al consumidor con el tiempo (Gatica, 2009).

En los campos de cultivo, existen microorganismos que ejercen funciones muy amigables con la agricultura, son denominados microorganismos benéficos o eficientes (Castro et al, 2015). Otro tipo de microorganismos benéficos son los microorganismos de montaña que se encuentran de forma natural en distintos ecosistemas donde al menos no se ha utilizado ningún tipo de fertilizante o agroquímico por un período de tres años (Rodríguez, 2014).

El biol, es un abono orgánico líquido, es el resultado de la descomposición de los desechos animales y vegetales producidos en anaerobiosis (INIA 2020). Es un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas.

INCAGRO, (2008), reporta que para la producción de Stevia Rebaudiana existen aproximadamente 500 has sembradas las que están ubicadas en Amazonas, Cajamarca, San Martín (Jaén, Moyobamba y Rioja), Lima (Cañete, Huacho), Ucayali y Apurímac; pero no logran proveer las exigencias del mercado nacional e internacional. La Selva Central de nuestro país, no presenta reporte sobre extensiones de cultivo de Stevia.

Por lo que nuestra investigación, propone brindar una alternativa a los agricultores para producir estevia con el uso de biol a base de microorganismos de

montaña, y evaluar el efecto del biol en la producción de Stevia a nivel de vivero, con el fin de producir plantones de rápido crecimiento y libres de enfermedades.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	4
1.3. Formulación del problema	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos	4
1.4. Formulación de Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Justificación de la investigación	5
1.6. Limitaciones de la investigación.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	8
2.2. Bases teóricas - científicas	12
2.3. Definición de términos básicos	25
2.4. Formulación de la hipótesis	26
2.4.1. Hipótesis General	26

2.4.2. Hipótesis Específicas	26
2.5. Identificación de Variables	27
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	27

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	28
3.2. Nivel de investigación.....	28
3.3. Métodos de investigación.....	28
3.4. Diseño de investigación	29
3.5. Población y muestra	30
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	30
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
3.9. Tratamiento Estadístico.....	30
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica	31

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	32
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	40
4.3. Prueba de Hipótesis.....	63
4.4. Discusión de resultados.....	64

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Altura de planta en cm. por tratamiento y repetición a los 60 días	41
Tabla 2. Análisis de Varianza para altura de planta a los 60 días	42
Tabla 3. Prueba de significación de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días de cultivo	43
Tabla 4. Evolución del número de ramas hasta los 60 días de cultivo	43
Tabla 5. ANVA para el número de ramas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	45
Tabla 6. Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de ramas a los 60 días de cultivo	46
Tabla 7. Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo	47
Tabla 8. Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo.....	48
Tabla 9. Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días	49
Tabla 10. ANVA para el número de hojas de Stevia a los 60 días de cultivo.....	51
Tabla 11. Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días de cultivo	52
Tabla 12. Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días	53
Tabla 13. Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días.....	54
Tabla 14. Análisis de varianza para el peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo	55
Tabla 15. Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los sesenta días de cultivo	56
Tabla 16. Evolución del peso fresco de las hojas en g. hasta los 60 días.....	56
Tabla 17. Peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo	57

Tabla 18. Análisis de varianza para el peso seco de hojas de las plantas a los 60 días de cultivo.....	58
Tabla 19. Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso seco de las hojas a los sesenta días de cultivo	59
Tabla 20. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición	60
Tabla 21. ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia.....	61
Tabla 22. Prueba estadística de Tukey al 5%, para el rendimiento de la planta de Stevia	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días	40
Gráfico 2. Altura de las plantas a los 60 días	41
Gráfico 3. Evolución del número de ramas en las plantas hasta los 60 días	44
Gráfico 4. Número de ramas a los 60 días de cultivo	44
Gráfico 5. Evolución del peso fresco de las plantas hasta los 60 días.....	47
Gráfico 6. Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días	49
Gráfico 7. Número de hojas en la planta e Stevia a los 60 días de cultivo.....	50
Gráfico 8. Evolución del peso fresco de las hojas	53
Gráfico 9. Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días.....	54
Gráfico 10. Evolución del peso seco de las hojas por tratamiento hasta los 60 días.....	57
Gráfico 11. Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento	60

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

La producción agrícola en diferentes cultivos que se practican actualmente, reporta aumentos importantes en los rendimientos a corto plazo, pero han generado dependencia tecnológica de insumos y de pesticidas sintéticos, causando impactos negativos sobre el medio ambiente así como la degradación de los recursos naturales y del ecosistema, generando erosión del suelo, la contaminación ambiental el cual, no ha sido capaz de solucionar el problema de la pobreza rural (FAO, 2022).

De igual manera a consecuencia del empleo de estas prácticas de producción cada vez más intensivas en los últimos tiempos, está ocasionando el deterioro de los recursos naturales por la creciente demanda de alimentos y materias primas generadas por el aumento de la población de los seres humanos en nuestro país y en el mundo. Sobre este tema, (Gallopín, 1990); sostiene: *“... la necesidad imperiosa de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y mantener o aumentar la productividad de los cultivos, demanda*

desarrollar e implementar nuevas tecnologías para el manejo de los sistemas agrícolas...” de igual manera propone, que opción para mejorar la calidad y fertilidad de los suelos es el uso de biofertilizantes para disminuir el deterioro del medio ambiente.

Los métodos de producción actualmente son insostenibles los cuales reportan problemas al ambiente, como la erosión y pérdida de la calidad del suelo. Por lo cual, los agricultores se enfrentan un doble reto: a) Conservar los recursos naturales usados y b) Aumentar la productividad.

Surge la necesidad de disminuir la tasa de degradación de los recursos naturales y aumentar la productividad, implementando nuevas tecnologías que sirvan para cumplir con este objetivo. Por eso, se busca que las nuevas tecnologías deben de incluir el aspecto de sostenibilidad “...*La aplicación y el destino de los nutrientes son dos de las cuestiones más importantes a las que se enfrenta la agricultura en la actualidad, y que afectan a todo, desde los márgenes de beneficio hasta la calidad del agua. Los investigadores trabajan para examinar el tema desde todos los ángulos, como los tipos de fertilizantes que se utilizan ampliamente en los Estados Unidos y cómo la topografía de un campo puede afectar a la distribución y la esorrentía de nutrientes ...*” (American Society of Agronomy, 2024).

González et al, (1990), manifiesta que la calidad del suelo se puede recuperar aportando al suelo los principios químicos extraídos por las cosechas, con el uso de fertilizantes químicos sintéticos o bien mediante la reincorporación de materia orgánica. Otra alternativa para mejorar la calidad del suelo y obtener altos rendimientos, es mediante la reactivación y el uso de microorganismos simbióticos, los cuales se asocian con las raíces de las plantas

propiciando a que la planta realice una alimentación adecuada, ejemplo puede ser incrementando la disponibilidad de nitrógeno por las bacterias *Rhizobium*, añadir los hongos micorrizicos para mejorar la absorción de fósforo.

El principal cultivo en la Selva Central es el café, seguida por los cítricos, kión y los bananos, pero en los últimos años se han vuelto poco rentables y es necesario encontrar otras alternativas agrícolas para satisfacer las necesidades económicas de los agricultores de esta zona. Los nuevos cultivos por introducir serían las plantas no utilizadas anteriormente en esta zona y que crecen con buen rendimiento por la aplicación de técnicas modernas, los que también se pueden venden en mercados externos. Uno de los cultivos más innovadores actualmente es la estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). Que es una planta una herbácea de aproximadamente 80 cm de alto, en cuyas hojas se encuentra un gran poder edulcorante, 200 veces más fuerte que el azúcar de caña. Es una planta selvática subtropical del alto Paraná en Uruguay, (Bendezu y Oseas, 2015).

En nuestro país, surge un alto interés en el cultivo de esta planta, debido a sus poderes curativos (Hipoglucemiante, Antibacteriano, Digestiva, Dietético, Cardiovascular, etc.), por su alto precio y demanda aún insatisfecha, del mercado nacional e internacional. Actualmente, existen algunos agricultores que se dedican a este cultivo, pero lo realizan en pequeñas parcelas; y los lugares de producción se encuentran en la Amazonía de nuestro país (Satipo, Pichanaki, Mazamari, San Martín, Bagua y Jaén). Según Infoagro. (2010), son pocas las empresas y agricultores que se dedican al manejo y producción de Stevia. En forma general son pocos los que se dedican a esta actividad, cada uno con parámetros propios y de calidad física y sensorial no adecuada.

Las plantaciones de Stevia se viene incrementando en forma creciente por la mejora en los precios y mayor demanda de la producción y por lo tanto se necesita producir plantones de calidad; por lo que, con el presente trabajo de investigación se pretende determinar la dosis de biol a base de microorganismos de montaña como biofertilizante en la producción de Stevia en el vivero, con el fin de producir plantones de rápido crecimiento y hojas libres de enfermedades protegidos contra microorganismos patógenos, (Bendezu y Oseas, 2015).

La presente investigación, se realizó en el distrito y provincia de Chanchamayo, en los meses de febrero a agosto del año 2024.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación tiene como objetivo determinar la importancia del biol con microorganismos de montaña para mejorar la producción del cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en la selva Central de nuestro país, con la intención de brindar una alternativa a los agricultores de nuestra zona y mejorar su sistema de producción de este cultivo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿El Biol con MM. influirá en el incremento de la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿El Biol con MM, tendrá influencia para incrementar la vigorosidad de la planta?
- ¿El Biol con MM. tendrán influencia para incrementar la biomasa de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)?

- ¿El Biol con MM, influirán en el incremento de la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia del Biol con MM., en la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia del Biol con MM. en la vigorosidad estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- Determinar la influencia del Biol con MM. para incrementar la biomasa de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- Evaluar la influencia del Biol con MM en el incremento de la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

1.5. Justificación de la investigación

González, et al, (1990), manifiestan que para impulsar el incremento de la productividad en los cultivos agrícolas y conservar los recursos naturales, se debe incentivar el uso de microorganismos simbióticos benéficos para la agricultura como son los microorganismos de montaña (MM), los cuales pueden ser suministrados en forma sólida o líquida (bioles) (Paredes, 2021). Estos microorganismos son considerados como muy buenos fertilizantes para incrementar la productividad agrícola, y representan un potencial para generar una agricultura sostenible porque mejora la fertilidad del suelo, manteniendo en equilibrio el ecosistema agrícola sostenible.

Campos et al (2014), sostienen que los microorganismos de montaña (MM), están constituidos por colonias de hongos, bacterias y levaduras benéficas

que se encuentran de manera natural en diferentes ecosistemas, los cuales generan descomposición de la materia orgánica, que se convierte en los nutrientes necesarios para el desarrollo de la flora (por ejemplo, bosques mixtos y latifoliados, plantaciones de café, plantaciones de bambú, entre otros).

Almánzar, (2012), manifiestan que los productos de la descomposición de la materia orgánica del suelo abastecen de energía para el crecimiento de la microflora y suministran el Carbono necesario para la formación de nuevos materiales celulares en las plantas. De igual manera, Carrillo (2003), sostiene que la descomposición de la materia orgánica se realiza principalmente por la acción de los microorganismos. Aspecto que se considera importante porque es el único mecanismo de regeneración de los elementos nutritivos en forma útil para el desarrollo de las plantas. También se sostiene que una de las mayores contribuciones benéficas de los microorganismos de montaña para el desarrollo de las plantas, es el abastecimiento de nitrógeno y el fósforo ya que, estos son los dos elementos químicos que comúnmente limitan el crecimiento de la planta.

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

El cultivo de la Stevia se ha incrementado para las provincias de Satipo, Pichanaki, Mazamari en el departamento de Junín, así como para Tarapoto, Jaén y Bagua para el departamento de San Martín; en forma creciente por la mejora en los precios y tener mayor demanda en su consumo; por lo que, se necesita incentivar el cultivo de esta planta.

Con el presente trabajo se pretende brindar una alternativa agronómica para nuestros agricultores como cultivo alternativo, utilizando el biol a base de microorganismos de montaña para mejorar el crecimiento, la producción y libre de enfermedades fúngicas de Stevia a nivel de vivero. Además, de ello el manejo orgánicamente es importante, para proteger el medio ambiente y salud humana, (Bendezu y Oseas, 2015).

1.6. Limitaciones de la investigación

Para desarrollar la presente investigación, se presume como limitación el acopio de los microorganismos de montaña, el cual debe de ser colectado del bosque virgen, es decir de lugares que no lo haya contaminado el hombre porque actualmente, cada vez están ingresando a los bosques, para ampliar sus tierras de cultivo, lo que dificulta conseguir estos microorganismos de montaña, el que se encuentra en los árboles caídos y en estado de descomposición. Pero se debe de ingresar a las zonas que no han sido invadidas por los agricultores, para conseguir estos hongos.

Luego de coleccionar esos microorganismos otra limitación es la metodología para la preparación de los microorganismos sólidos para luego, elaborar los bioles, los cuales fueron usados en esta investigación.

Otra limitante fue el acopio de bibliografía con temas similares desarrollados en la Selva Central, ya que actualmente se cuenta, en forma genérica información sobre el cultivo de estevia con fertilizantes sintéticos y abonos orgánicos para otros microclimas, y no se sabe si se adecuan a la realidad del clima en la Selva Central.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Umaña (2017), en su investigación para determinar el efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo en dos cultivos agrícolas, aplicados los microorganismos de montaña en forma líquida (biol) en forma de fertirriego a dos especies de plantas culantro y espinaca, para evaluar, entre otros indicadores, el tamaño de hojas y biomasa seca de las plantas; encontró una mejor producción en los tratamientos con respecto al control. De igual manera demostró que existe incremento en las propiedades físicoquímicas y biológicas del suelo las cuales están asociadas con el aumento de aplicación de los MM a los cultivos en estudio.

Lian y Plasencia (2017), en su investigación sobre el efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Tesis para optar título de Ing. Agrónomo en UNDAC, demostró que La vigorosidad y el

incremento del diámetro de tallo de la planta de bambú está en relación con el incremento de materia orgánica en el suelo.

Orbe (2017), en su investigación evaluó la eficiencia de cuatro dosificaciones de biofertilizante con Microorganismos de Montaña (MM) en forma de biol, con dosis de 27.20, 20.41, 13.61 y 0 ml. en el cultivo del rábano, reportó que el mayor crecimiento foliar, radicular y el peso de bulbo se obtuvo con la dosis T1 (27.20 ml) de biofertilizante, demostrando que a mayor dosis de biol con MM, se obtiene mejores resultados en el crecimiento del rábano; de igual manera reportó que las dosis de biol con MM empleadas influyeron en el crecimiento del cultivo y en la modificación del suelo.

Díaz (2017) en su investigación con el objetivo de caracterizar el proceso de elaboración de biol y evaluar la variación de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas, durante el proceso de digestión anaerobia. Evaluó la germinación de semillas de algodón, lechuga y alfalfa. Sus resultados para los parámetros físicos mostraron temperaturas de biol superiores a la temperatura ambiental, el color final de los bioles fue similar para los tres tratamientos (pardo olivo) y, el olor predominantemente fue normal y agradable. Los parámetros químicos mostraron: una fase de acidificación al inicio del proceso migrando hacia la neutralidad con similar tendencia para todos los tratamientos, incremento gradual de la conductibilidad eléctrica en todos los tratamientos, el contenido de macro y micronutrientes tuvo variación significativa para el nitrógeno, potasio, calcio y boro que presentaron curvas de variación con similar tendencia. Los parámetros microbiológicos mostraron una gran variedad poblacional de bacterias, hongos y actinomicetos mesófilos entre los tratamientos. El efecto en el porcentaje de germinación fue mayor en semillas de algodón remojadas en biol

al 5% y lechuga al 2%. El mayor peso de los germinados de alfalfa se obtuvo al 2%.

Medina (2013) llevó a cabo una evaluación de la calidad de dos fertilizantes orgánicos líquidos elaborados a partir de estiércol de oveja, utilizando dos procesos secuenciales: fermentación anaeróbica y fermentación homoláctica. El biol producido en el primer proceso fue empleado en ensayos de germinación de semillas de lechuga para analizar su fitotoxicidad. Los resultados mostraron que concentraciones muy elevadas de biol impedían la germinación de las semillas y restringían el crecimiento de las raíces. Sin embargo, las semillas que germinaron en diluciones de 10%, 1%, 0,1% y 0,01% presentaron medidas similares o incluso superiores a las del grupo de control. Esto sugiere que estos bioles podrían tener un efecto positivo en la germinación y el desarrollo inicial de las plantas.

En su estudio sobre la germinación de maíz, Carhuacho (2012) observó que al emplear tres bioles elaborados a partir de gallinaza, concentraciones superiores al 8.8% de los bioles afectaron negativamente al crecimiento de las plantas, tanto en longitud, como en la forma de las radículas, así como en la germinación normal de las semillas maíz. Sin embargo, se encontró que diluciones del biol de 0.1% favorecieron un índice de germinación superior al 80%.

La investigación de Toalombo (2013) examinó la eficacia de diferentes tipos de biol en el cultivo de mora (*Rubus glaucus* Benth). El estudio comparó tres bioles distintos, cada uno elaborado con un tipo diferente de estiércol:

1. Estiércol bovino
2. Estiércol de cuy

3. Estiércol de cerdo

Además, se evaluaron tres frecuencias de aplicación:

1. Cada 7 días
2. Cada 14 días
3. Cada 21 días

Los resultados del estudio revelaron que la combinación más efectiva fue:

- Tipo de biol: elaborado con estiércol de cuy
- Frecuencia de aplicación: cada 14 días

Esta combinación demostró ser la más beneficiosa para el crecimiento y desarrollo de las plantas de mora, resultando en un aumento significativo de la producción del cultivo.

La investigación de Barrios (2001) analizó el efecto del biol en el cultivo de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Bush Blue Lake 47. El estudio evaluó:

1. Aplicaciones foliares en seis concentraciones:

- 10%
- 20%
- 40%
- 80%
- 100%

2. Aplicación directa al suelo:

- 100% de concentración

Resultados principales:

1. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en:
 - Rendimiento total

- Parámetros de calidad:
 - Longitud del fruto
 - Diámetro del fruto
 - Peso promedio del fruto
- 2. Sin embargo, se observó un incremento en el rendimiento:
 - Las aplicaciones de biol al 100%, tanto al suelo como vía foliar, aumentaron el rendimiento hasta en un 12% en comparación con el grupo de control.

Este estudio sugiere que, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, el uso de biol en altas concentraciones puede tener un impacto positivo en el rendimiento del cultivo de vainita, Barrios (2001).

2.2. Bases teóricas - científicas

2.2.1. Descripción botánica de la Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

Según Martínez (2002), en Sudamérica se encuentra la planta estevia. Esta planta, que es un arbusto semi-leñoso, tiene su origen en el sistema montañoso de Paraguay, donde crece de forma natural. Los indígenas guaraníes la conocen como "Caá-Hê-é" o "Kaá-ehè", términos que significan "hierba dulce".

La estevia se distingue por sus componentes glucósidos, principalmente los steviosidos y rebaudiósidos. Estas moléculas complejas se encuentran en las hojas de la planta. Entre ellos, el más comercializado es el steviosido, que se estima es entre 200 y 350 veces más dulce que el azúcar de caña.

Esta característica hace de la estevia un recurso valioso, destacando la riqueza natural de Sudamérica.

2.1.1.1. Taxonomía

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

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*,

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Asterales*,

Familia: *Asteraceae*,

Género: *Stevia*,

Especie: *rebaudiana*, Bertoni.

Fuente: (Grin. 2011).

2.1.1.2. Origen y distribución:

Según Curco (2012), la *Stevia* es un arbusto originalmente descubierto por los guaraníes de Paraguay, quienes la han cultivado desde tiempos antiguos por sus propiedades medicinales. En su idioma nativo, la llamaron "Ka'a eirete", que significa "hoja muy dulce".

Incagro (2008) añade información sobre su origen y distribución:

1. Origen:

- Nativa de la selva tropical de Paraguay.
- También cultivada en Brasil y Argentina debido a su clima favorable.

2. Condiciones de crecimiento:

- Prefiere climas cálidos, húmedos y soleados.
- Sin embargo, es adaptable a una amplia variedad de climas.

3. Distribución global:

- Se ha extendido por todo el mundo.
- Países destacados en su cultivo incluyen:
- Asia: Japón, China, Corea, Taiwán, Indonesia y Filipinas.
- Sudamérica: Paraguay, Brasil y Argentina.
- Líderes en industrialización y consumo: Japón, Corea del Sur, Brasil y China.

Esta información resalta la versatilidad y la creciente importancia global de la Stevia, desde sus orígenes en Paraguay hasta su actual distribución y uso internacional.

2.1.1.3. Descripción botánica:

Tiene una raíz fibrosa, filiforme y perenne, las que forman un manto abundante y ramificada no es profunda y se distribuye cerca de la superficie del suelo, siendo las raíces finas quienes quedan en la capa superior mientras que las gruesas se orientan a las zonas más profundas de la tierra o sustrato que lo contiene (Cassaica y Alvarez, 2008).

El mismo autor reporta que el tallo es sub leñoso con pequeñas pubescencias en la etapa inicial de su ciclo de vida, durante su desarrollo inicial no tiene ramificaciones lo cual hace que se torne multicaule después de su primera cosecha llegando a producir en los primeros 3 y 4 años hasta un promedio de 20 tallos.

La altura de la planta varía entre los 0.8 y 1.5 metros dependiendo de las condiciones del medio en que se desarrolla. Pero Taiariol (2006), la reporta como una planta herbácea de 40 a 80 cm de altura. Su tallo contiene un alto porcentaje de antioxidantes.

Las hojas son elípticas, ovales o lanceoladas; pequeñas y simples dentadas provistas de pubescencias, Son opuestas cuando son juveniles y alternas cuando llegan a la madurez fisiológica, previa a la floración. Siendo esta parte de la planta la que más cantidad de edulcorante posee, tiene como promedio una longitud de 5 cm de largo y 2 cm de ancho (Gatica, 2009).

Las flores son pequeñas, hermafroditas de color blanco, con corola tubular pentalobulada en capítulos cortos terminales o axilares asociadas en panícula corimbosas, la planta tarda alrededor de un mes para producir todas sus flores. La planta es auto incompatible (protandria), su polinización es entomofílica; apomictica; es una planta de días cortos con un fotoperiodo crítico en 12 a 13 horas según el ecotipo (Infoagro, 2010).

Tiene el fruto aquenio de color claro con la característica de ser estéril; pero si su color es oscuro, puede ser fértil y es fácilmente diseminado por el viento en el campo (Doussang, 2011).

2.1.1.4. Variedades:

Existen las siguientes variedades:

- *Stevia eupatorio*,
- *S. obata*, *S. plummerae*,
- *S. serrata*, *S. salicifolia*.,
- *S. rebaudiana*.

Fuente: (Landázuri y Tigrero, 2009).

2.1.1.5. Requerimientos climáticos:

La Stevia es una planta de clima subtropical, su exigencia de humedad es alta y el sustrato debe de permanecer húmedo continuamente; es decir, no le debe faltar agua (Ramírez, 2015).

La temperatura más apropiada para Stevia oscila entre los 15 a 30°C con un límite inferior de - 3°C. Soporta medias mínimas de 5°C. con una amplitud crítica está entre 0 a 2°C. Resiste la humedad, pero no la sequía, y esto se puede explicar por la forma de su sistema radicular (Taiariol, 2006). Las principales características climáticas se presentan a continuación:

Humedad relativa: 75 a 85%

Temperatura: 15 a 30 °C

Topografía: Plana

Precipitación: 1000 -2000 mm

Altitud: 300-1800 msnm

pH: 6,5 a 7

Tipo de Suelo: textura franco-arenosa a franco, buena permeabilidad y drenaje.

Alta luminosidad: 13 horas de luz día

Vientos: Moderados

Fuente: (Amaya, 2010)

2.1.1.6. Cultivo

Los plantones de Stevia, se trasladan desde las bandejas de enraizamiento hasta el campo en donde son distribuidos los plantones entre 0.25 m en hileras y entre columna 0.25 m entre plantas. Con estas

distancias de siembra se calcula una densidad de siembra por hectárea alrededor de 160,000 plantas.

La Stevia puede plantarse en cualquier época del año, con la condición de que se cuente con sistema de riego. Cuando se realiza el trasplante es recomendable iniciar los trasplantes cuando se inician las lluvias (Amaya, P. 2010).

2.2.2. Los Microorganismos de montaña (MM)

A lo largo de los siglos, la actividad humana ha tenido un impacto significativo en los ecosistemas de alta montaña, especialmente desde la Revolución Industrial. La evidente fragilidad de estos ecosistemas y su importancia estratégica en el suministro y conservación de recursos naturales, así como su papel como indicadores y reguladores de procesos en otros niveles, impulsaron investigaciones sobre la biota, los factores ecológicos y los mecanismos adaptativos. Cuarenta años más tarde, la investigación interdisciplinaria en áreas como la Geobotánica, la Ecología del Suelo y la Paleoecología continúa avanzando a un ritmo acelerado.

Los resultados obtenidos han permitido completar el conocimiento básico y funcional biofísico-cadenas ecológicas y elementos del balance humano-ecosistema y establecer las bases necesarias para, por un lado, fundamentar las actividades de evaluación de impactos, protección y gestión y, por otro, hacer posible la reconstrucción de la colonización y evolución de la biota de alta montaña, así como de sus respuestas a cambios ambientales de distinta magnitud. Sin embargo, estos avances en Ecología de Montaña hechos de forma aislada, de forma específica, sobre los macroorganismos no constituyen más que los aspectos más superficiales y visibles del desarrollo de las cadenas tróficas y de

las redes de interacciones ecosistémicas. En Ecosistemas de Alta Montaña pueden darse niveles específicamente intensos de interacción entre la Gran y la Microbiota, debido a las características físicas y químicas del medio que afectan al balance hídrico y a las relaciones suelo-atmósfera. Aunque se han diseñado muchas investigaciones con el objetivo específico de abordar problemas de ecología de montaña, a menudo en la planificación no se han considerado los microorganismos. (Flores, 2016).

2.2.2.1. Definición de microorganismos

El prefijo micro, proveniente del griego mikrós, significa pequeño (vocablo de donde se derivan términos como microscopio o micrófono). Son las condiciones extremas las que exigen ciertas peculiaridades (en general, de adaptación) a los seres vivos que se desarrollan en ellas. Se entenderá por seres vivos extremófilos, por lo tanto, a aquellos que se desarrollan en condiciones extremas. En este ámbito entrarían los microorganismos que crecen a pH ácido o básico (acidófilos o alcalófilos, respectivamente), los que se desarrollan a pesar de que la actividad de agua sea escasa (halófilos, xerófilos y el caso paradójico de los coprófilos), los que lo hacen a pesar de temperaturas extremas (psicrófilos, termófilos e hipertermófilos), aquellos capaces de crecer en ambientes con fuerte radiación (radiófilos), y los antopófilos, capaces de desarrollarse en los más bajos niveles contaminantes del hombre (y, si se llegaran a dar, los microorganismos capaces de crecer en productos "biodegradables"). Mora, (2010).

Los mejores conocidos forman parte de los reinos Monera (las Bacterias, en general), Protocista (incluso se conocen hasta algas

extremófilas; las cianofitas son eubacterias con características que les permiten fijar la clorofila y desarrollarse en medios aerobios y se acrecienta la población que mantiene las propiedades específicas, se trata de cepas "primitivas" o "de tipo salvaje", (descomponedora de celulosa), *Rhizobium* (simbionte de plantas fijadoras de N. o fijadoras de azufre).

Existen otros microorganismos que están involucrados indirectamente en problemas sanitarios como agentes de enfermedades desencadenantes de alteraciones del entorno. Así, producen muchas enfermedades de las plantas.

La abundancia de estas comunidades microbianas en suelos de montaña, que puede alcanzar hasta 10^7 de bacterias y 10^7 de hongos por gramo de humus, y hasta 10^8 esporas de actinomicetos, y su actividad biológica, puede ser muy alta. Las comunidades microbianas de montaña juegan un papel esencial en los intercambios energéticos que se producen entre la litosfera, la atmósfera y las comunidades vegetales y animales del paisaje montañoso. A través de procesos de oxidación-reducción de sustancias inorgánicas y degradación de compuestos orgánicos, estos seres vivos están desempeñando funciones importantes, como controladores de flujos de agua y materia, en la pedogénesis y en los ciclos geoquímicos de gran número de elementos, algunos de los cuales desempeñan un papel esencial en la vida de las plantas o son tóxicos para ellas. Algunos autores señalan que los microorganismos pueden contribuir a más del 10% del CO₂ emitido a la atmósfera a nivel global y hasta el 30% en determinados ecosistemas.

La intensa actividad biológica asociada puede estar enmascarando la presencia de fosilización o posibilitar la abrupta colonización de islas montañosas por organismos microbianos.

2.2.3. Los bioles con microorganismos de montaña

Arias (2024). Manifiesta que a pesar de que no se ha investigado lo suficiente la existencia y diversidad de microorganismos y bioles asociados a las diferentes montañas (con orogénesis compleja, clima extremo y alta diversidad de especies de flora y fauna), se conocen sus características y función en ecosistemas similares, es decir, de alta montaña o de latitud, lo que tiene importantes aplicaciones en el ámbito ecológico y práctico. Por ejemplo, en estas áreas se encuentran microorganismos y bioles criotolerantes (que resisten a bajas temperaturas), desempeñando un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica durante el deshielo, la fijación de CO₂ en el ecosistema y la contribución a la generación de suelo y nutrientes. Asimismo, se han evidenciado diferentes aplicaciones y usos tradicionales locales de bioles elaborados mediante fermentación, como en el caso de la agricultura en zonas de montaña.

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 (Castro y Gonzales,. 2020).

Las poblaciones microbianas benéficas presentes en los bioles con MM se pueden clasificar principalmente en 4 grupos funcionales: fijadores de nitrógeno (FN), solubilizadores de fósforo (SP), lactobacilos (Lac) y levaduras (Lev).

Se ha determinado que al cuarto día de activación del biol con MM se produce el crecimiento principalmente de hongos, a los 8 días bacterias y a los 15 días levaduras, sin embargo, en recuentos realizados en los Laboratorios de Microbiología, se ha observado la presencia de los 4 grupos funcionales antes mencionados, en altas proporciones en muestreos realizados en diferentes etapas después de la activación.

El rol de los microorganismos en el sistema suelo es clave para la productividad de los suelos y las plantas (Van Der Heijden *et al.* 2008).

Los diferentes grupos funcionales presentes en los bioles con MM tienen potencial para colonizar el sistema radicular y/o la materia orgánica y establecerse activamente, al promover la síntesis de sustancias benéficas para las plantas, facilitar la absorción de nutrientes y fomentar la protección contra enfermedades, además, al solubilizar fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijar N, inducir la resistencia al estrés, estabilizar los agregados y mejorar la estructura del suelo (Castro *et al.* 2015).

Los bioles a base de MM son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por eso, en sustratos con bajas cantidades de materia orgánica en el suelo, el sobre uso de agroquímicos y la mecanización pueden limitar las potencialidades de este inoculo 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).

Los SP (solubilizadores de fósforo) son de gran importancia para el crecimiento vegetal, ya que el P, a pesar de que puede estar en grandes cantidades en los suelos, en la mayoría de los casos no se encuentra disponible para ser absorbido (Vargas-Barrantes y Castro-Barquero 2019). Los microorganismos, por medio de la solubilización y/o mineralización del fósforo inorgánico y orgánico, ponen a disposición de la planta el elemento. El principal mecanismo para la solubilización es la producción de ácidos orgánicos y la mineralización de P orgánico por medio de la acción enzimática Castro *et al.* (2015) mostraron que la utilización de activados líquidos de MM al suelo, fueron capaces de incrementar las concentraciones de P en la solución del suelo. Otros 2 grupos funcionales de importancia son los lactobacilos y las levaduras. Los primeros producen sustancias antimicrobianas supresoras de microorganismos con potencial fitopatogénico, además, de ser degradadores de materia orgánica. Asimismo, los segundos son importantes principalmente por su alta capacidad para degradar materia orgánica y por establecer relaciones simbióticas con las plantas a nivel del sistema radicular (Pacheco y Uribe 2006).

Bajo las condiciones de elaboración (aérobicas sin aire forzado) de los bioles a base de MM pueden ser utilizados desde los primeros días, hasta los 40 días después de la elaboración, con su aporte microbiano mayor antes de los 25 días.

El biol es un líquido que se libera comúnmente de un digestor, designado así por la Red Latinoamericana de Energías Renovables. Funciona como un estimulante para el crecimiento en la región donde se produce los alimentos de

las plantas, incrementando significativamente el área foliar efectiva, especialmente en cultivos anuales y semiperennes como la alfalfa (Medina, 1990).

El biol es un fertilizante muy eficaz debido a su alta concentración de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas. En comparación con el estiércol tradicional, el biol proporciona nutrientes, especialmente nitrógeno, de forma más accesible para los cultivos. Esto permite que tenga un impacto fertilizante más rápido y potente a corto plazo, lo que lo convierte en un recurso valioso para la producción agrícola (Bonten et al. 2014).

El biol, un fertilizante orgánico rico en fitoreguladores, tiene efectos positivos significativos en el desarrollo de las plantas, incluso en pequeñas cantidades. Sus beneficios incluyen:

1. Mejora del sistema radicular: Fortalece y expande las raíces.
2. Desarrollo foliar: Promueve el crecimiento de hojas.
3. Optimización de la floración.
4. Aumento del vigor y la capacidad germinativa de las semillas.

Estos efectos resultan en un aumento considerable de la biomasa vegetal (Vega, 2017).

El notable crecimiento del sistema radicular se atribuye, entre otros componentes, a la tiamina presente en el biol. Este fertilizante contiene diversos precursores hormonales valiosos, aunque también incluye algunos represores como la metionina (Medina 1990).

Además de incrementar la producción y mejorar la calidad de los cultivos, el biol contribuye a equilibrar la nutrición de la planta. Esto la hace más resistente

a plagas y enfermedades causadas por desequilibrios ambientales (Piamonte 2009).

Wang et al, (2006) indican que el biol, además de ser una gran fuente de nutrientes, tiene muchos efectos positivos y puede ser utilizada para las siguientes aplicaciones:

- Para tratar las semillas y obtener una más alta germinación, resistencia a las enfermedades, mejores rendimientos y, mejor coloración de frutas y vegetales.
- Para aumentar el valor alimenticio del forraje con bajo valor proteínico.
- Para aumentar la disponibilidad de nutrientes para la microflora del suelo, tal como los organismos de fijación de nitrógeno u organismos solubilizantes de fósforo.

Usos del Biol

El biol es un fertilizante orgánico versátil que puede aplicarse de diversas formas:

1. El biol puede ser aplicado directa al suelo, obteniendo los siguientes resultados:
 - Recomendada para resultados duraderos y recuperación de la fertilidad del suelo.
 - Se puede usar en el agua de riego o alrededor del tallo de las plantas.
 - Dilución recomendada: 10-30% (Piamonte 2000).
 - Es importante incorporar rápidamente al suelo para reducir la pérdida de nitrógeno por volatilización (Benzing 2001).

2. Aplicación foliar:

- No se recomienda usar biol puro debido al efecto negativo de la metionina.
- Dilución recomendada: 1-10%.
- Se puede aplicar 3-4 veces durante el ciclo del cultivo (Piamonte 2009).
- Medina (1990) sugiere no superar el 50% de concentración para aplicación foliar.

3. Tratamiento de semillas:

- Para alfalfa y leguminosas: remojo en solución al 25% durante 12 horas.
- Para cereales y algodón: remojo en solución al 20% la noche anterior a la siembra.
- Medina (1990) recomienda no superar el 25% de concentración para imbibición de semillas.

El tiempo de remojo varía según el tipo de semilla:

- Alfalfa: 12 horas óptimas.
- Maíz: 24 horas para variedades amiláceas, 48 - 72 horas para variedades cristalinas duras.
- Cebolla: 5-6 horas debido a su tegumento poroso.

2.3. Definición de términos básicos

Stevia. Es un arbusto tupido originario del noreste de Paraguay, Brasil y Argentina. Es mejor conocido como un edulcorante natural.

Edulcorante. Se le llama edulcorante a cualquier sustancia, natural o artificial, que edulcora,¹ es decir, que sirve para dotar de sabor dulce a un alimento o producto que de otra forma tiene sabor amargo o desagradable. Dentro de los edulcorantes encontramos los de alto valor calórico, como el azúcar o

la miel por mencionar algunos, y los de bajo valor calórico, que se emplean como sustitutos del azúcar.

Biol. Los bioles son abonos de tipo foliar orgánico, resultado de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Son ricos en fitohormonas, un componente que mejora la germinación de las semillas, fortalece las raíces y la floración de las plantas.

Microorganismos de montaña. Comprenden una gran diversidad microbiana representada por bacterias ácidolácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con actividad fermentativa.

Crecimiento aéreo de la planta. El crecimiento aéreo, es el aumento del número y volumen celular. Para su evaluación se consideran las siguientes variables a ser evaluadas: altura de planta (cm) o el diámetro del tallo (mm), el índice de área foliar, peso seco (g) de la planta.

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El Biol con MM. influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

2.4.2. Hipótesis Específicas

- El Biol con MM. influye en la vigorosidad de la planta Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- El Biol con MM. influye en el incremento de la biomasa de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).
- El Biol con MM. influye en el incremento de la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

- Biol con Microorganismos de montaña.

2.5.2. Variable dependiente

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

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

Variable	Definición	Indicador	Dimensión
Independiente			ml de Biol/1 lt de agua
- Biol con microorganismos de montaña	Abonos de tipo foliar orgánico, resultado de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales	Concentración de Biol.	- 0 (Testigo) - 5 - 10 - 15 - 20
Dependiente			
Crecimiento aéreo de la planta	Es el aumento del número y volumen celular de la parte aérea de la planta	Altura de plantas Número de ramas	Centímetros Unidad
Biomasa de la planta	Es el aumento del volumen celular en Peso de la planta y expansión foliar	Peso fresco de la planta Número de hojas Peso seco de las hojas	Gramos Unidades Centímetros
Producción de la planta	Es el rendimiento de las hojas secas en la cosecha.	Rendimiento hojas secas	Kilos/Ha

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como investigación aplicada, ya que se basa en las ciencias naturales para analizar cómo la combinación de Biol y MM. impacta la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). Esta clasificación se sustenta en la definición de Grin (2011), quien describe la investigación aplicada como aquella que busca ampliar el conocimiento científico en un área específica de la realidad, utilizando los principios de la ciencia básica. Los resultados de la investigación aplicada amplían el conocimiento de un campo concreto, permitiendo que el conocimiento científico se aplique de manera práctica.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es descriptivo correlacional.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación fue el experimental, porque se está manipulando la variable independiente (dosis de Biol con microorganismos de montaña) para evaluar la variable dependiente (producción de *Stevia rebaudiana*;

se sustenta por lo expresado por Barreto y Raun, (1990), quien manifiesta que es experimental cuando en el experimento se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas – antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos – efectos) dentro de una situación de control para el investigador.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación aplicado para la presente investigación fue el diseño completamente azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, y se presenta 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						

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

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

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

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

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

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

La presente investigación es a nivel de pre grado para optar el título profesional, por lo que, la validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación se realizaron mediante la consulta bibliográfica para la elaboración de los instrumentos de evaluación para la presente investigación en relación a las variables a ser evaluadas, con los que nos permitieron obtener los datos para dar respuesta al efecto de los tratamientos sobre la variable dependiente.

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

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

3.9. Tratamiento Estadístico

El procesamiento y análisis de los datos obtenidos durante la ejecución del trabajo de investigación se realizaron mediante el análisis de varianza de los datos. En el procesamiento de los datos, los estadísticos que nos permitieron

estimar a la población fueron: la Media, la Varianza, la Desviación estándar y el Coeficiente de variabilidad.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Este estudio se llevó a cabo en el vivero experimental de Stevia de la Filial La Merced, perteneciente a la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. El desarrollo de la investigación fue evaluado por un jurado, y los resultados se encuentran en los anexos. Estos resultados servirán como referencia para futuras investigaciones y contribuirán al conocimiento del manejo y producción de Stevia para los agricultores de la región. La investigación se desarrolló siguiendo los principios éticos, y los resultados reflejan las evaluaciones realizadas en el trabajo de campo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Lugar de ejecución

La investigación se llevó a cabo en el vivero experimental de Stevia, ubicado en la Filial La Merced de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Esta filial se encuentra en el distrito de Chanchamayo, provincia del mismo nombre, en el departamento de 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

4.1.2. Materiales y equipos

Materiales de campo

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

4.1.3. Materiales de escritorio

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

4.1.4. Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital

- Horno de secado
- Termómetro

a) Material biológico

- Plantas de *Stevia rebaudiana*
- Microorganismos de montaña
- Biol

4.1.5. Descripción de los tratamientos

TRAT	Biol con Microorganismos de montaña)	4,000 k. Bokashi /Ha	Dosis biol/litros/Ha	Dosis biol/ml/planta
T1	- 0 ml de Biol/lt agua	25 g/planta	650.0	9.7
T2	- 5 ml de Biol / lt agua	25 g/planta	650.0	9.7
T3	- 10 ml de Biol /lt agua	25 g/planta	650.0	9.7
T4	- 15 ml de Biol /lt agua	25 g/planta	650.0	9.7
T5	- 20 ml de Biol /lt agua	25 g/planta	650.0	9.7

4.1.6. Croquis de campo

1. Distribución de las unidades experimentales

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

4.1.7. 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 (*Stevia rebaudiana*, Bertoni)

a. Altura de planta (m)

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

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 retiró la tierra de las raíces para realizar el pesaje de cada planta con la ayuda de una balanza digital con 0.01 g de error.

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 67153 plantas/Ha.

4.1.8. Procedimiento y conducción del experimento

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

Para iniciar la siembra de Stevia en el vivero, se seleccionaron esquejes de plantas maduras, con tallos gruesos y hojas anchas sin flores. Se cortaron los esquejes después del cuarto par de hojas, eliminando los tres pares inferiores para evitar la deshidratación. Las cubetas de germinación se llenaron con una mezcla de tierra negra y arena en proporción 3:1. Se colocó un esqueje en cada cubeta, se regó y se cubrió con plástico transparente para mantener la humedad y facilitar la germinación.

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

Finalmente, a los 30 días, las plántulas se trasplantaron a las pozas de cultivo en el invernadero, siguiendo los tratamientos y repeticiones establecidos para la investigación.

b. Poda de formación

A los 15 días de la siembra en las pozas de cultivo y estabilizado el enraizamiento y crecimiento de los esquejes se realizó la poda de formación a unos 15 a 20 cm de altura del tallo, se cortó el ápice o yema terminal de la plántula dejando 3 a 4 pares de hojas para estimular el brote de las ramificaciones (Illanes, 2018), quedando la planta con una altura de 15 a 20 cm del suelo aproximadamente, siendo esta la altura inicial para el desarrollo de la presente investigación, luego cada 15 días se procedió a realizar las evaluaciones de los indicadores a evaluar.

c. Delimitación de las parcelas experimentales

La disposición de cada cama de cultivo tuvo la cantidad de plantas suficientes para realizar los muestreos cada 15 días por 5 evaluaciones, se distribuyó las camas de cultivo por tratamiento del 1 al 5to tratamiento. Se realizó 5 muestreos de 4 plantas por cada tratamiento ($5 \times 5 \times 4 = 100$ plantas) fueron usadas hasta los 60 días para las evaluaciones, considerando una mortalidad e imprevistos se adicionó el 15% de plantas al cultivo que constituyen 15 plantas más; conformando una población total de 115 plantas.

d. Preparación de los microorganismos de montaña

a. Captura de los microorganismos de montaña

Se debe eliminar la primera capa de hojas y materiales caídos de los árboles (aproximadamente debajo de 2cm), retirando las hojas que todavía no empezaron su descomposición; seguidamente se debe recolectar la segunda capa que contiene

hojas y troncos en descomposición con muchos microorganismos. De las muestras colectadas, se descartó las muestras que contenían cepas u hongos de color oscuro. Estos microorganismos se conservan en su fase sólida y se utilizan en este estado para elaborar el bokashi o cultivar los MM y fase líquida para elaborar el Biol, según las necesidades de los cultivos.

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

- Un costal de 50 k. con hojarasca y troncos descompuestos conteniendo los microorganismos de montaña
- Un costal de 50 k de afrecho como sustrato y energía,
- Un galón de melaza como energía.
- Agua de pozo libre de cloro.
- En un piso limpio (de cemento o plástico) mezclar bien la hojarasca y troncos podridos con el afrecho que se utiliza como sustrato.
- Luego se remojó la mezcla con agua de melaza removiendo constantemente hasta que la mezcla llegue al punto de la prueba del puño (ni muy aguado ni tampoco debe desmoronarse).
- Se colocó la mezcla preparada en el recipiente (balde o bidón) apisonando bien hasta llenarlo. La finalidad de apisonar la mezcla es sacar todo el aire del recipiente, pues de esa manera se crean las condiciones para la reproducción de los MM (reproducción anaeróbica).

- Se cerró herméticamente el balde y se dejó fermentar bajo sombra. Después de 30 a 35 días, se puede activar en fase líquida. Los microorganismos en fase sólida pueden mantenerse durante más de 1 año en estas condiciones.

c. Para la preparación de la fase líquida o Biol se usó:

- 5 k. de MM sólidos envueltos en un costal,
- Un galón de melaza como energía,
- 50 lt. De agua limpia (sin cloro) en un barril
- Mantener el recipiente bajo sombra. A los 4 días se desarrollan hongos, a los 8 días las bacterias y a los 15-25 días las levaduras. El agua irá tomando el color y olor de la chicha de jora (olor a fermentado).

4.1.9. Para la instalación de las plantas en el vivero

- Se usó cinco camas de madera de 2 x 1 m. para la instalación de los cinco tratamientos con plantas adultas y podadas en el segundo nudo luego de la cosecha de sus hojas, considerando un distanciamiento entre plantas de 25 cm. y 25 cm. Entre líneas y columnas de cultivo. Cultivando 32 plantas como repeticiones por tratamiento. Debiendo estar bajo sombra al 50%, las camas donde se colocaron las plantas de estevia.
- Al inicio de la investigación, se aplicó 25 g. de bokashi al suelo para cada planta (para mejorar las condiciones de vida de los microorganismos de montaña en el cultivo), con la intención que los MM tengan sustrato que degradar.

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

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Altura de planta

La evaluación del análisis estadístico para la altura de planta lo realizamos cada 15 días luego de la poda de formación, en el gráfico 1; se observa el incremento de la altura de planta se inicia a partir de los 30 días de cultivo y tiene mayor incremento de altura hasta los 60 días de cultivo.

De igual manera en el gráfico, observamos, que el tratamiento con mayor cantidad aplicada de Biol, es el que presenta mayor altura de planta, el T5, con 35.84 cm de altura de planta seguido por los tratamientos que disminuyen su altura según disminuye la dosis de biol aplicado; por lo que se puede deducir que a mayor concentración de Biol, se incrementa la altura de la planta.

Gráfico 1.

Evolución de la altura de la planta hasta los 60 días

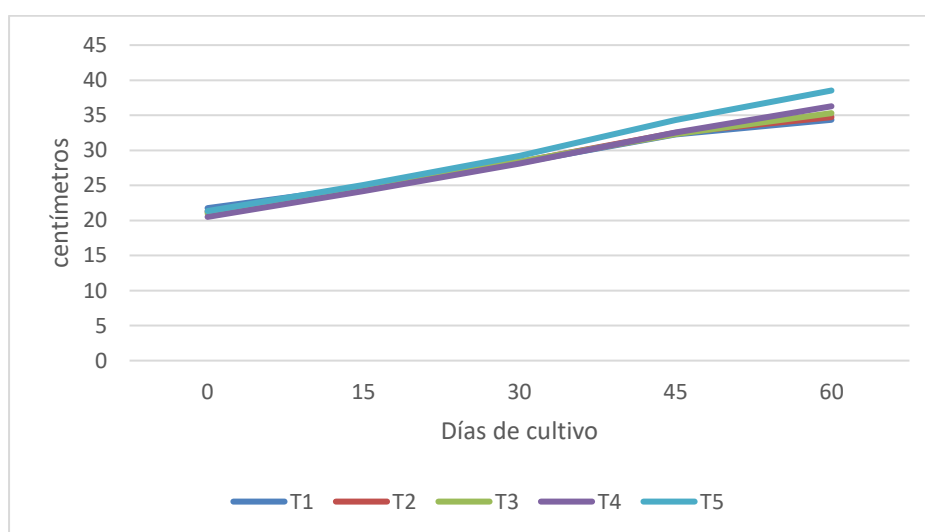
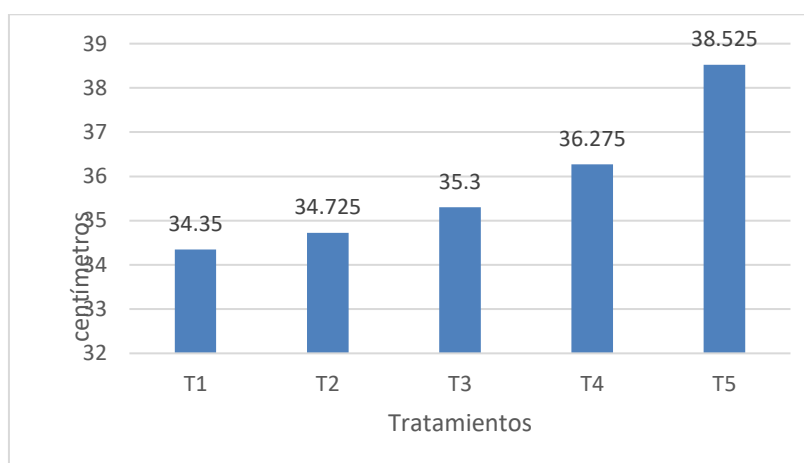


Tabla 1.

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

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	34.50	35.30	35.40	34.90	37.20
R2	34.60	35.30	36.70	37.00	38.30
R3	33.80	33.90	34.70	37.10	39.50
R4	34.50	34.40	34.40	36.10	39.10
Prom	34.35	34.73	35.30	36.28	38.53

Gráfico 2. Altura de las plantas a los 60 días

En la tabla 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 2. podemos observar que las plantas tuvieron como máxima altura promedio de 38.53cm para el T5 (con 20 ml de biol) y la menor altura lo presenta el T1 (Testigo) con 34.35 cm.

En la tabla 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 2.41%, 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 están bien estructuradas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados.

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	44.61	11.15	14.921	3.056	4.893	* *
Error	15	11.21	0.75				
Total	19	55.83					

% CV 2.41 DS 1.71

Igualmente, se observa el F calculado 14.921 valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893) afirmando que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. La significación estadística nos indica que los tratamientos son estadísticamente diferentes, de igual manera nos indica que el Biol con microorganismos de montaña influye en el incremento de la altura de la planta de Stevia a los 60 días de cultivo.

Al realizar la prueba estadística de Tukey al 5%, (se presenta en la tabla 3) se observa que en base a sus promedios los tratamientos se agrupan en tres sub grupos (a, b y c) perteneciendo al sub grupo (a) solo el T5 con 38.53 cm. siendo el tratamiento con mayor concentración de Biol; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4, T3 y T2 con 36.28, 35.30 y 34.73 respectivamente con un nivel de significancia para ese sub grupo de 0.135, lo que nos indica que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 13.5% para que sus resultados sean similares; y en el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T3, T2 y T1 con 35.30, 34.73 y 34.35 cm respectivamente con un nivel de significancia de 0.546, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 54.6% para que sus resultados sean similares; asimismo, se observa que los tratamientos T3 y T2 pertenecen a los sub grupos b y c. Lo que nos indica que el biol a base de microorganismos de montaña influyen en el incremento de la altura de la planta; y que la concentración de 20 ml. de biol es el que logra la mayor altura de la planta.

Tabla 3.

Prueba de significación de Tukey al 5% para altura de planta a los 60 días de cultivo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol	4	38.53		
T4= 15 ml Biol	4		36.28	
T3= 10 ml Biol	4		35.30	35.30
T2= 5 ml Biol	4		34.73	34.73
T1=0 ml Biol	4			34.35
Sig.		1.000	.135	.546

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

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

4.2.2. Número de ramas

La evaluación del número de ramas se realizó cada 15 días, hasta los 60 días de cultivo luego de la poda de formación, los datos se presentan en la tabla 4 y se observa en el gráfico 3. Aquí podemos observar que se incrementa el número de ramas a partir de los 30 días de cultivo destacando el incremento de ramas en el tratamiento T5 y T4 con 9.50 y 8.50 ramas respectivamente, y le sigue los tratamientos T3, T2 y T1 con 7.00, 6.25 y 4.5 ramas respectivamente, quien presenta el menor valor. Con estos resultados podemos inferir que a mayor concentración de Biol, se incrementa el número de tallos en la planta de Stevia.

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	3	4	4.5
T2	1.5	1.5	3	4.25	6.25
T3	1.5	1.5	3.25	4.5	7
T4	1.5	1.5	3.75	6	8.5
T5	1.75	1.75	4.25	7	9.5
Prom.	01.50	01.50	03.45	05.15	07.15

Gráfico 3.

Evolución del número de ramas en las plantas hasta los 60 días

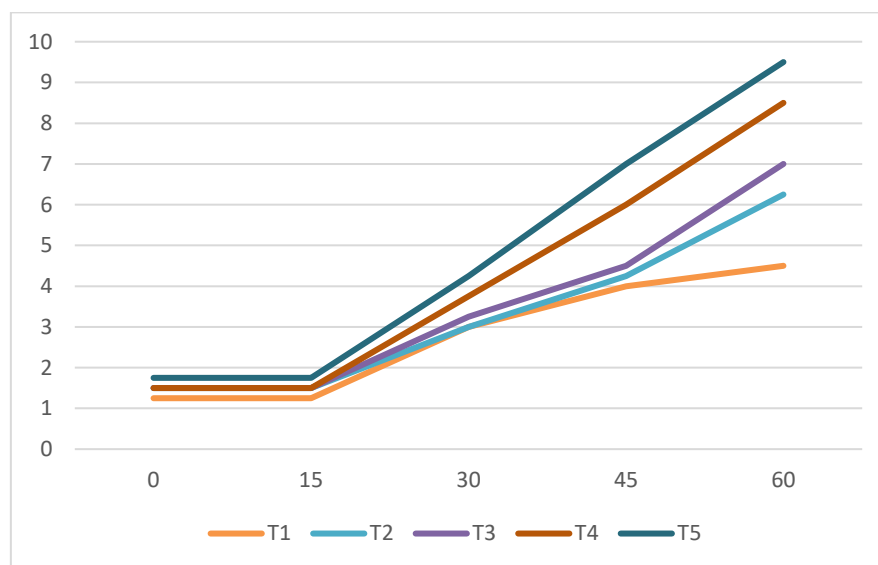
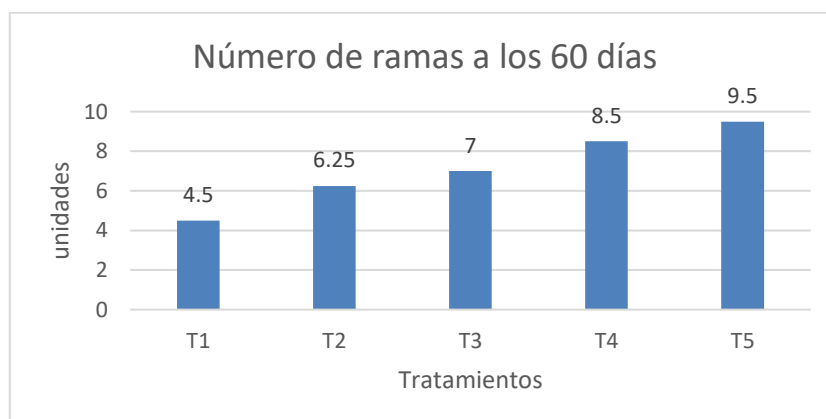


Gráfico 4.

Número de ramas a los 60 días de cultivo



En el gráfico 4. Se presenta el número de ramas a los 60 días de cultivo, donde observamos que el T5 y T4 son los tratamientos que tienen los mayores valores, seguido por los otros tratamientos en gradiente, conforme disminuye la dosis de biol en cada tratamiento.

En la tabla 5, se presenta el ANVA para los 60 días de cultivo observamos que presenta el coeficiente de variación de 11.28%, valor 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 bueno por tener

un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de Biol están bien estructuradas para cada tratamiento, ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados. El F calculado de (23.385) con un valor superior al F teórico al 5 y 1%, por lo que determinamos que si hay diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos para los 60 días de cultivo. La alta significación estadística, nos indica que hay diferente efecto según sea la aplicación de Biol para cada tratamiento.

Tabla 5.

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	60.80	15.20	23.385	3.056	4.893	* *
Error	15	9.75	0.65				
Total	19	70.55					
	% CV	11.28	DS	1.93			

En la tabla 6, presentamos la prueba estadística de Tukey al 5%, para el número de ramas la Stevia a los 60 días, que corrobora los resultados obtenidos en el ANVA con esta prueba estadística se muestra la reagrupación de los tratamientos de acuerdo al número de ramas que presentan las plantas para cada tratamiento; reagrupándolo en cuatro sub grupos ; conforman el sub grupo (a) con mayor número de ramas los tratamientos T5 y T4 con 9.50 y 8.50 ramas promedio con un nivel de significancia de 0.433, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 43.3% para que sus resultados sean similares; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 con 8.5 y 7.0 ramas promedio con un nivel de significancia de 0.114, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 11.4% para que sus resultados sean similares, siendo esta probabilidad muy baja; en el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T3 y T2 con 7.00 y 6.25 ramas promedio, con un nivel de significancia de 0.686, lo que nos indicaría que usando

esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 68.6% para que sus resultados sean similares y en el sub grupo (d) se encuentran los tratamientos T2 y T1 (Testigo) con 6.25 y 4.50 ramas promedio, con un nivel de significancia para ese sub grupo de 0.052, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 5.2% para que sus resultados sean similares, siendo esta probabilidad muy baja. Lo que nos indicaría; que, a mayor concentración de Biol con microorganismos de montaña, se incrementa el número de ramas de la planta. Asimismo, se observa que las concentraciones de 20 y 15 ml de Biol con MM, tienen similares resultados para incrementar el número de ramas; también se observa que la concentración de 5 ml de Biol y el Testigo (T1) no son relevantes para incrementar el número de tallos en la planta Stevia.

Tabla 6.

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

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
T5= 20 ml Biol	4	9.50			
T4= 15 ml Biol	4	8.50	8.50		
T3= 10 ml Biol	4		7.00	7.00	
T2= 5 ml Biol	4			6.25	6.25
T1=0 ml Biol	4				4.50
Sig.		.433	.114	.686	.052

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

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

4.2.3. Peso fresco de la planta (g)

Las evaluaciones para el peso fresco de las plantas se realizaron de igual manera cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, la evolución del peso fresco hasta los 60 días de cultivo lo observamos en el gráfico 5; resaltando el mayor incremento de peso fresco de la planta se realizó a partir de los 30 días hasta los

60 días en este gráfico se observa que el T5 (20 ml de biol) y T4 (15% de MM) muestran el mayor peso fresco, seguido por el T3 (10% de biol); luego el T2 (5ml de biol) y T1(Testigo) tienen valores parecidos, por lo que sus líneas de crecimiento están muy cerca desde los 30 a los 60 días de cultivo.

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

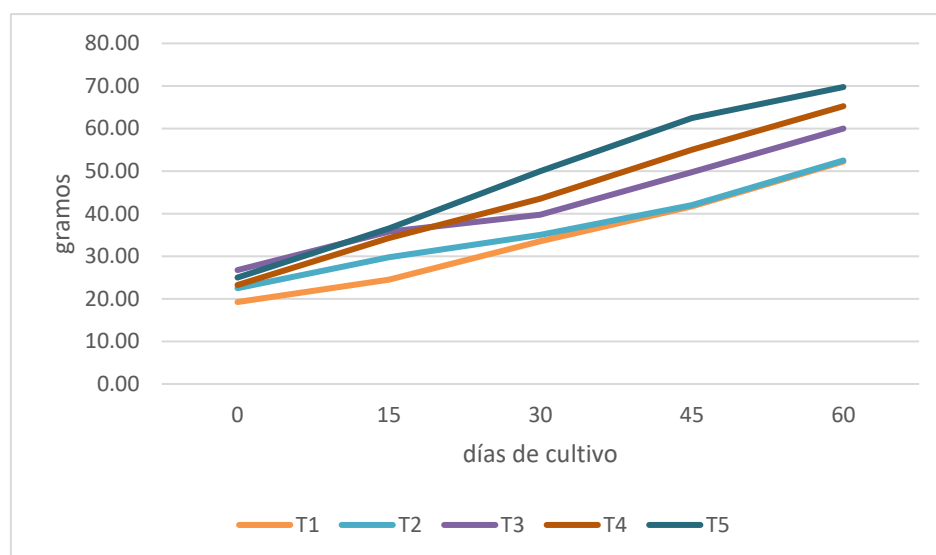


Tabla 7.
Análisis de varianza para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%	Sgn
Tratamientos	4	955.70	238.92	12.390	3.056	4.893	* *
Error	15	289.25	19.28				
Total	19	1244.95					
% CV		7.32	DS	8.09			

En la tabla 7. presentamos el análisis de varianza para el peso fresco de las plantas realizado a los 60 días de cultivo, aquí observamos que el F calculado 12.390 valor mayor al F teórico al 5ml (3.056) y 1ml (4.893) por lo que afirmamos que los tratamientos son estadísticamente diferentes porque existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. De igual manera el coeficiente de variabilidad es de 7.32%, según Calzada (1982), es un valor muy bueno, lo que nos indica que la distribución de los porcentajes de MM entre cada tratamiento no tienen mucha variabilidad y se contrasta por la similitud

de los datos entre las repeticiones para cada tratamiento y lo corroboramos con la prueba estadística de Tukey al 5%, que lo presentamos en la tabla 8, donde se observan que los tratamientos se reagrupan en tres sub grupos (a, b y c), En el sub grupo (a) se encuentran los tratamientos T5 (con 20 ml de biol) y T4 (con 15 ml de biol) con 69.75 y 65.25 g respectivamente con un nivel de significancia de 0.608, lo que nos indicaría que usando cualquiera de estas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 60.1% para tener resultados similares; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 (con 15 ml y 10 de biol respectivamente) con 65.25 y 60.0 g. respectivamente, con un nivel de significancia de 0.468, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 46.8% para obtener resultados similares; en el sub (c) se encuentran los tratamientos T3 (con 15 ml de biol), T2 (con 10 ml de biol) y T1 (Testigo) con 60, 52.5 y 52.25 g respectivamente para cada tratamiento con un nivel de significancia de 0.144, lo que nos indicaría que usando esas dosis de biol se obtendría una probabilidad del 14.4% para obtener resultados similares.

Por lo que podemos inferir que con 20 y 15 ml de biol se logra el mejor peso fresco en las plantas.

Tabla 8.

Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las plantas a los 60 días de cultivo

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol	4	69.75		
T4= 15 ml Biol	4	65.25	65.25	
T3= 10 ml Biol	4		60.00	60.00
T2= 5 ml Biol	4			52.50
T1=0 ml Biol	4			52.25
Sig.		.608	.468	.144

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

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

4.2.4. Número de hojas de las plantas (unidades)

Las evaluaciones del número de hojas de las plantas se realizaron de igual manera cada 15 días hasta los 60 días de cultivo, la evolución del número de hojas de las plantas hasta los 60 días de cultivo se presenta en la tabla 9 y lo observamos en el gráfico 6; resaltando el mayor incremento del número de hojas en las plantas se realizó a partir de los 30 días hasta los 60 días en este gráfico se observa que el T5 (20 ml de biol) y T4 (15 ml de biol) muestran el mayor número de hojas, seguido por el T3 (10 ml de biol); luego el T2 (5ml de biol) y T1(Testigo) tienen valores cercanos hasta los 45 días, pero luego desde los 45 a los 60 días se incrementa el número de hojas conforme se incrementa la dosis de biol; siendo el tratamiento Testigo quien presente el menor número de hojas.

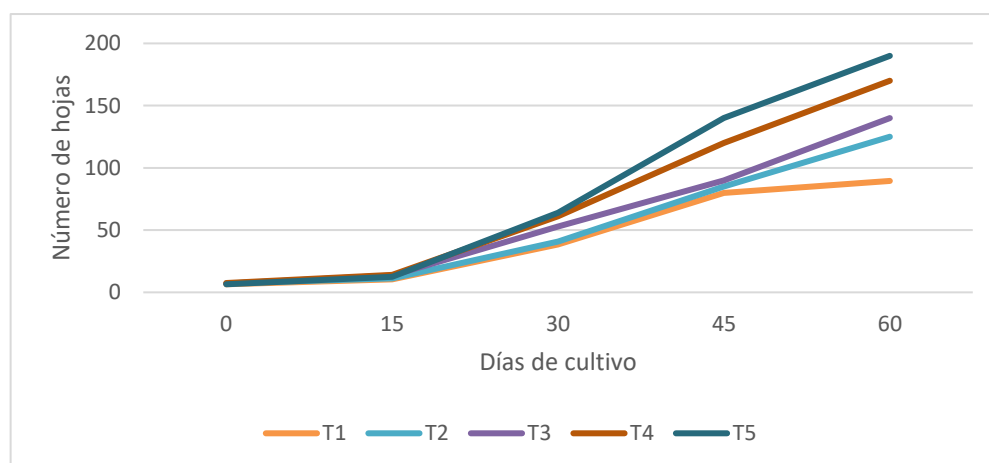
Tabla 9.

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

Tratam	Días				
	0	15	30	45	60
T1	6.5	10.5	38.5	80	89.5
T2	7.25	11.25	40.75	85	125
T3	7	13.5	53	90	140
T4	7.5	14	61	120	170
T5	6.5	12.5	64	140	190
Promedio	6.95	12.35	51.45	103	142.9

Gráfico 6.

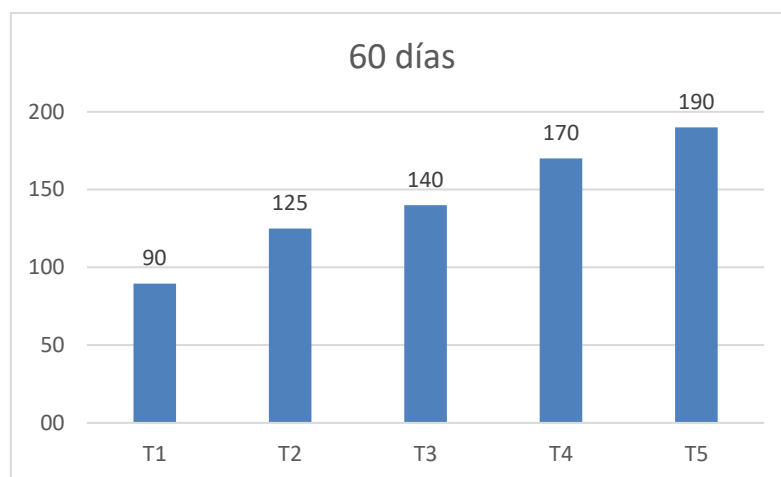
Evolución del número de hojas por tratamiento, hasta los 60 días



En el gráfico 7. Se presenta el número de hojas a los 60 días de cultivo, donde observamos que el T5 y T4 son los tratamientos que tienen los mayores valores, seguido por los otros tratamientos en gradiente, conforme disminuye la dosis de biol en cada tratamiento.

Gráfico 7.

Número de hojas en la planta e Stevia a los 60 días de cultivo



En la tabla 10, se presenta el ANVA para los 60 días de cultivo observamos que presenta el coeficiente de variación de 11.00%, valor 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 bueno por tener un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de Biol están bien estructuradas para cada tratamiento ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados. El F calculado es de (24.844), valor superior al F teórico al 5% (3.056) y 1% (4.893), por lo que determinamos que hay diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos para los 60 días de cultivo. La alta significación estadística nos indica que el efecto del biol varía según cambie la concentración del Biol para cada tratamiento.

Tabla 10.

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

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	24532.80	6133.20	24.844	3.056	4.893	* *
Error	15	3703.00	246.87				
Total	19	28235.8					
	%CV	11.00	DS	38.55			

Al presentar el ANVA, una diferencia altamente significativa, se aplicó la prueba estadística de Tukey al %, y lo presentamos en la tabla 11, para el número de hojas en las plantas de Stevia a los 60 días, corroborando los resultados obtenidos en el ANVA, ya que con esta prueba estadística se muestra la reagrupación de los tratamientos de acuerdo al número de hojas que presentan las plantas para cada tratamiento a los 60 días de cultivo; reagrupándolo en cuatro sub grupos ; conforman el sub grupo (a) con mayor número de hojas los tratamientos T5 y T4 con 190 y 170 hojas promedio por tratamiento con un nivel de significancia de 0.409, lo que nos indicaría que usando las dosis de biol del T5 y T4, se obtendría los mismos resultados con una probabilidad del 43.3%; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3 con 170 y 140 hojas promedio por tratamiento con un nivel de significancia de 0.101, lo que nos indicaría que usando las dosis de biol del T4 y T3, se obtendría los mismos resultados una probabilidad del 10.1%, siendo esta probabilidad muy baja; en el sub grupo (c) se encuentran los tratamientos T3 y T2 con 140 y 125 hojas promedio por tratamiento, con un nivel de significancia de 0.666, lo que nos indicaría que usando las dosis de los tratamientos T3 y T2 se obtendría los mismos resultados, pero con una probabilidad del 66.6% ; y, en el sub grupo (d) se encuentran el T1 (Testigo) con 89.5 hojas promedio, con un nivel de significancia para ese sub grupo de 1.00, lo que nos indica que tratamiento

Testigo, tiene el resultado menor al resto de los tratamientos; por lo que se puede afirmar que el biol influye en el incremento del número de hojas en Stevia; y que a mayor concentración de Biol de microorganismos de montaña, se incrementa el número de hojas en las plantas.

Tabla 11.

Prueba estadística de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días de cultivo

HSD Tukey		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamientos	N	a	b	c	d
T5= 20 ml Biol	4	190			
T4= 15 ml Biol	4	170	170		
T3= 10 ml Biol	4		140	140	
T2= 5 ml Biol	4			125	
T1=0 ml Biol	4				89.5
Sig.		.409	.101	.666	1.000

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

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

4.2.5. Peso fresco de las hojas

La evaluación del peso fresco de las hojas de las plantas se realizó cada 15 días y su evolución lo podemos observar en la tabla 12 y el gráfico 8; esta evolución del incremento del peso fresco de las hojas se desarrolló en forma casi similar para todos los tratamientos hasta los 30 días de cultivo, incrementándose los pesos a partir de los 45 hasta los 60 días de cultivo. Observamos que a partir de los 45 días los tratamientos T5 y T4 tienen el mayor peso fresco de las hojas, distanciándose del resto de los tratamientos; sin embargo, también observamos que los tratamientos T3 y T2 al final de la investigación tienen pesos similares, distanciándose del tratamiento testigo, quien tiene el menor peso fresco.

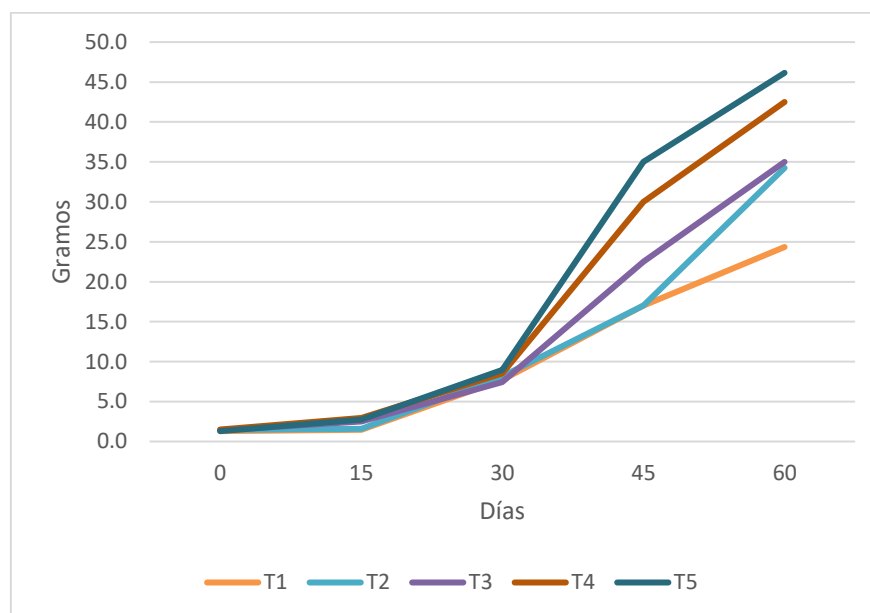
Tabla 12.

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

Tratam	Días				
	0	15	30	45	60
T1	1.3	1.5	7.7	17.0	24.4
T2	1.5	1.6	8.2	17.0	34.3
T3	1.4	2.5	7.4	22.5	35.0
T4	1.5	2.9	8.5	30.0	42.5
T5	1.3	2.8	9.0	35.0	46.2
Promedio	1.39	2.25	8.15	24.30	36.45

Gráfico 8.

Evolución del peso fresco de las hojas



El análisis estadístico, se realizó para la evaluación final a los 60 días de cultivo, ya que nuestro objetivo de investigación es evaluar la influencia del Biol en la producción de hojas de *Stevia rebaudiana*, y en la tabla 13 se presenta la evaluación del peso fresco de las hojas promedio a los 60 días de cultivo y se visualiza en gráfico 9; aquí podemos observar que el peso fresco de las hojas promedio oscilaron con valores máximo y mínimo entre 46.15 y 24.35 g, presentando el mayor peso el T5 (con 20ml de Biol) y el menor peso de las hojas

lo presenta el T5 (Testigo), mientras que los otros tratamientos presentan valores de 35.00, 34.25 y 24.35 g, respectivamente para T3, T2 y T1.

Gráfico 9.

Peso fresco de las hojas por tratamiento a los 60 días

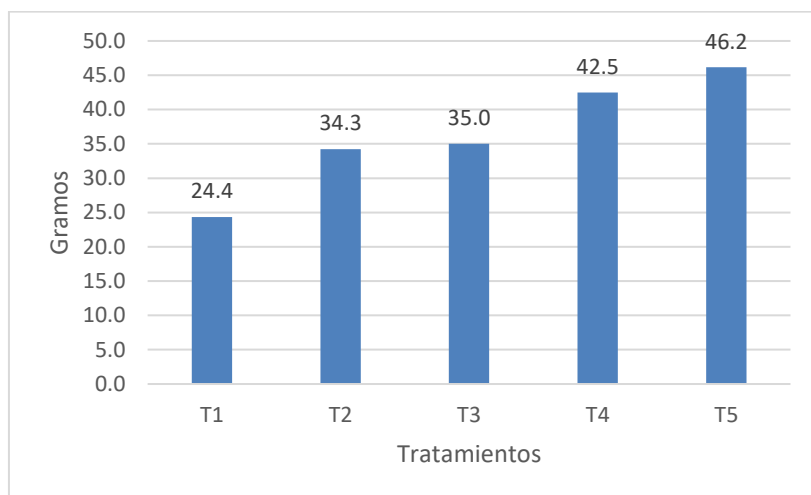


Tabla 13.

Peso fresco de las hojas por tratamiento y repetición a los 60 días

Trat/Rep	T1	T2	T3	T4	T5
R1	27	36	35	40	50
R2	24	36	40	35	45
R3	20	35	30	45	50
R4	26.4	30	35	50	39.6
Promedio	24.35	34.25	35.00	42.50	46.15

En la tabla 14, se presenta el análisis de varianza del peso fresco de las hojas a los 60 días de cultivo, observamos que el F calculado es de 14.020, mayor al F teórico al 5% (3.056), y al F teórico al 1% (4.893), por lo que se afirma que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. El ANVA, nos indica que existe diferencia estadística para el 5%, y para el 1%. Rechazando la probabilidad de aceptar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que el Biol con MM. influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni). El coeficiente de variabilidad es de 12.35% que según Calzada (1982), es un valor bueno, ya que los datos de los tratamientos y sus repeticiones es aproximadamente el 12.35% de su media.

Tabla 14.

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	1136.18	284.05	14.020	3.056	4.893	* *
Error	15	303.89	20.26				
Total	19	1440.070					
	%CV	12.35		DS	8.71		

La prueba estadística de Tukey al 5%, se presenta en la tabla 15, aquí observamos que los tratamientos se agrupan en tres sub grupos (a, b y c) por sus valores similares formando 3 sub grupos; en el sub grupo (a) lo conforman los T5 y T4, el sub grupo, con una significancia para ese sub grupo de 0.780, lo que nos indica que existe una probabilidad del 78% para que al usar 20 y 15ml de Biol se obtenga los mismos resultados de peso fresco de las hojas; en el sub grupo (b) se encuentran los tratamientos T4, T3 y T2; con una significancia para ese sub grupo de 0.122, lo que nos indica que existe una probabilidad del 12% para que al usar 15, 10 o 5 ml de Biol se obtenga los mismos resultados de peso fresco de las hojas; probabilidad relativamente baja para obtener los mismos resultados en el sub grupo (c) se encuentra solo el tratamiento Testigo T5 con una probabilidad de 1.000, máximo valor porque no hay otros tratamientos con quien comprar sus datos; Por lo que se corrobora la hipótesis alterna que el Biol, influye en el incremento del peso fresco de las hojas de Stevia; asimismo, observamos que a mayor concentración de Biol, se incrementa el peso fresco de las hojas; ya que los tratamientos T5 y T4 con mayor cantidad de Biol, son los que presentan el mayor peso fresco de las hojas.

Tabla 15.

Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso fresco de las hojas a los sesenta días de cultivo

HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		a	b	c
T5= 20 ml Biol	4	46.15		
T4= 15 ml Biol	4	42.50	42.50	
T3= 10 ml Biol	4		35.00	
T2= 5 ml Biol	4		34.25	
T1=0 ml Biol	4			24.35
Sig.		.780	.122	1.000

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

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

4.2.6. Peso seco de las hojas (g)

La evaluación del peso seco de las hojas de las plantas se realizó igualmente cada 15 días y lo presentamos en la tabla 16 y el gráfico 10; el incremento del peso seco de las hojas se desarrolló en forma similar para todos los tratamientos hasta los 30 días de cultivo, pero a partir de los 30 días los tratamientos T5 y T4 tienen mayor incremento de peso seco de las hojas hasta el final de la investigación. Los tratamientos T3 y T2 incrementan sus pesos en forma acelerada a partir de los 45 días y el Tratamiento Testigo (T1). Es el que presenta en menor incremento de peso seco de las hojas.

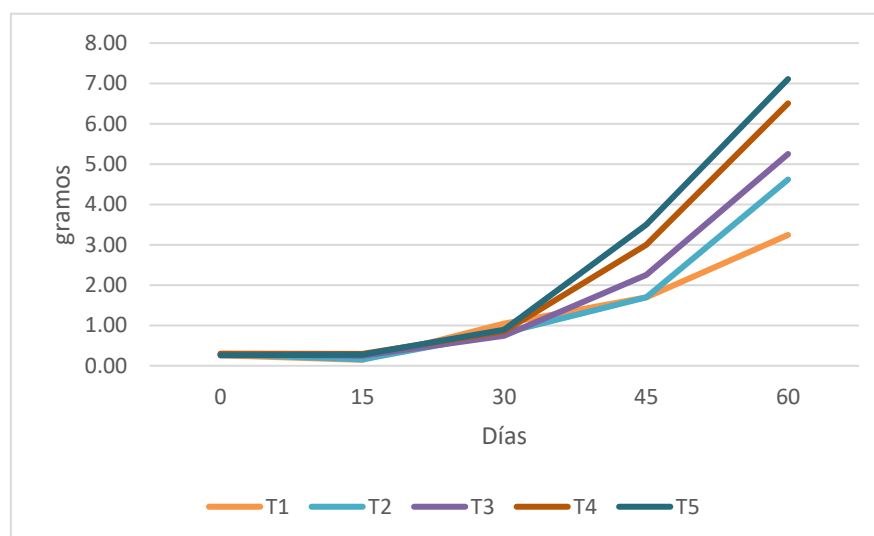
Tabla 16.

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	1.05	1.70	3.24
T2	0.29	0.16	0.82	1.70	4.62
T3	0.28	0.25	0.74	2.25	5.25
T4	0.30	0.29	0.85	3.00	6.51
T5	0.26	0.28	0.90	3.50	7.11

Gráfico 10.

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



En la tabla 17 se presentan los datos del peso seco de las hojas por tratamiento a los 60 días de cultivo.

Tabla 17.

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

Trat/Repetición	T1	T2	T3	T4	T5
R1	3.78	4.68	5.25	6.00	7.70
R2	3.36	5.04	6.00	5.39	6.93
R3	2.40	4.55	4.50	6.93	7.70
R4	3.43	4.20	5.25	7.70	6.10
Promedio	3.24	4.62	5.25	6.51	7.11

En la presente tabla podemos observar que, a los 60 días de cultivo, se observa que el T5 (con 20ml de Biol, es el tratamiento que logra el mejor resultado para el peso seco de las hojas con 7.11 g y le sigue el T4 (con 15 ml de Biol) con 6.5 g, seguido por el T3 (10 ml de Biol) con 5.25 g, y continúa el T2 (5 ml de Biol) con 4.62 g, y en último lugar se encuentra el tratamiento Testigo con 3.24 g.

El análisis de varianza, para evaluar el peso de las hojas a los 60 días de cultivo se presenta en la tabla 18, aquí observamos que el F calculado es de 19.086, mayor al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), por lo que

afirmamos que la acción de los tratamientos con Biol de microorganismos de montaña tiene efecto diferente para los tratamientos. Asimismo, esta diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna que el Biol con microorganismos de montaña influye en el incremento del peso seco de las hojas de Stevia.

El coeficiente de variabilidad es de 13.14% es un valor bueno, lo que nos indica que no hubo mucha variación de los valores entre los tratamientos y sus repeticiones; y, de acuerdo con Calzada (1982), manifiesta que es un valor bueno por tener un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de Biol están bien estructuradas para cada tratamiento, ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados en relación a la media.

Tabla 18.

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 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	37.63	9.41	19.086	3.056	4.893	**
Error	15	7.39	0.49				
Total	19	45.023					
	%CV		DS	1.54			

La prueba estadística de Tukey al 5%, lo presentamos en la tabla 19, aquí observamos que los tratamientos se agrupan en cuatro sub grupos (a, b, c y d) conformando el sub grupo (a) los tratamientos T5 (20 ml de Biol) y T4 (15 ml de Biol) con 7.11 y 6.51 g respectivamente con una significancia para ese sub grupo de 0.744, lo que nos indica que existe una probabilidad del 74.4 % para que al usar 20 o 15, ml de Biol se obtenga los mismos resultados de peso seco de las hojas; el sub grupo (b) lo forman el tratamiento T4 (15 ml de Biol) y T3 (10 ml de Biol) con 6.51 y 5.25 g. respectivamente con una significancia para ese sub grupo de 0.136, lo que nos indica que existe una probabilidad del 13.6% para que

al usar 15 o 10 de Biol se obtenga los mismos resultados de peso seco de las hojas ; el sub grupo (c) lo forman los tratamientos T3 (10 ml de Biol) y T2 (5 ml de Biol) con 5.25 y 4.62 g. respectivamente con una significancia para ese sub grupo de 0.710, lo que nos indica que existe una probabilidad del 71% para que al usar 10 o 5 de Biol se obtenga los mismos resultados de peso seco de las hojas; y, el grupo (d) lo forman los tratamientos T2 (5 ml de Biol) y T1 (Testigo) con una significancia para ese sub grupo de 0.089, lo que nos indica que existe una probabilidad del 0.8% para que al usar 5 de Biol o no usarlo, se obtenga los mismos resultados de peso seco de las hojas.

A través de esta prueba podemos observar que los tratamientos se reagrupan en forma descendente de acuerdo cómo disminuye el peso seco de las hojas, formando el sub grupo (a) los tratamientos con mayor peso seco de las hojas y a la vez son los tratamientos con mayor dosis de biol; y, en el sub grupo (d) se encuentran los tratamientos con el menor peso de las hojas y son los tratamientos que han sido suministrados la menor dosis de biol y el tratamiento Testigo sin dosis de biol. Por lo que podemos afirmar que a mayor dosis de biol se incrementa el peso seco de las hojas.

Tabla 19.

Prueba de significación de Tukey al 5% para el peso seco de las hojas a los sesenta días de cultivo

HSD Tukey ^a		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamientos	N	a	b	c	d
T5= 20 ml Biol	4	7.11			
T4= 15 ml Biol	4	6.51	6.51		
T3= 10 ml Biol	4		5.25	5.25	
T2= 5 ml Biol	4			4.62	4.62
T1=0 ml Biol	4				3.24
Sig.		.744	.136	.710	.089

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

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

4.2.7. Rendimiento de las hojas (g)

En nuestra investigación se investigó la influencia de diferentes dosis de Biol a base de microorganismos de montaña en el rendimiento de las plantas de Stevia que se realizó a los 60 días del cultivo. El rendimiento de las hojas secas de Stevia se determinó calculando la cantidad de plantas que se puede cultivar en una Ha de terreno, considerando los distanciamientos entre plantas y surcos y respetando las calles principales y secundarias para realizar las labores de cultivo, considerando el distanciamiento de 0.3 x 0.3 m. entre plantas y entre surcos, con camas de cultivo de 20 x 1.20 m; dejando espacios para las calles principal y secundaria de 0.9 y 0.7 m. Calculando una población total a cultivar de 67,154 plantas/Ha. Los resultados del rendimiento de los tratamientos los presentamos en la tabla 20 y el gráfico 11.

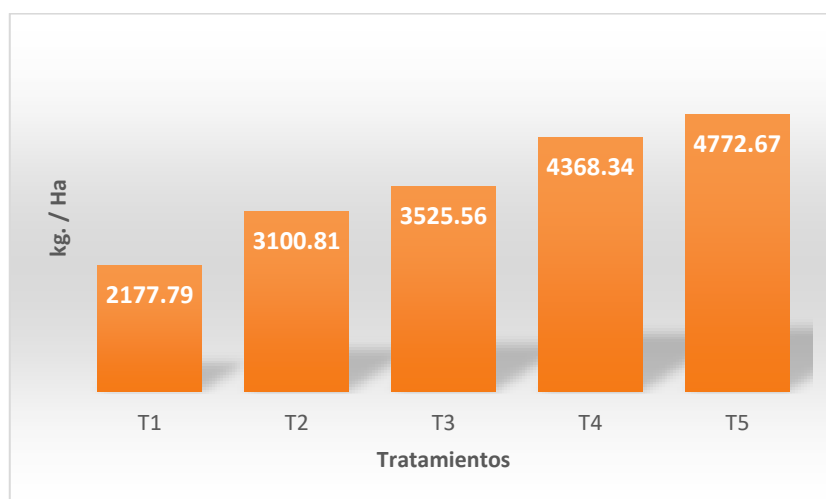
Tabla 20.

Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento y repetición

	T1	T2	T3	T4	T5
R1	2538.40	3142.79	3525.56	4029.21	5170.82
R2	2256.36	3384.54	4029.21	3619.58	4653.74
R3	1611.68	3055.49	3021.91	4653.74	5170.82
R4	2304.71	2820.45	3525.56	5170.82	4095.29
Promedio	2177.79	3100.81	3525.56	4368.34	4772.67

Gráfico 11.

Rendimiento de las hojas de Stevia por tratamiento



En el gráfico 11, podemos observar que el rendimiento de las hojas de Stevia se incrementa conforme se incrementa las dosis de biol para cada tratamiento.

Estos rendimientos fueron analizados mediante análisis de varianza para determinar si existe diferencia estadística entre sus tratamientos, se presenta en la tabla 21. Aquí podemos observar que se presenta un coeficiente de variación de 13.14% considerado como un valor bueno, indicándonos que no hubo mucha variación de los valores entre los tratamientos y sus repeticiones; de acuerdo con Calzada (1982), quien manifiesta que es un valor bueno por tener un valor inferior al 30%, indicando que la distribución las dosis de Biol están bien estructuradas para cada tratamiento, ya que no hay mucha variabilidad entre los datos registrados con relación a la media.

El F calculado es de 19.086, valor mayor al F teórico al 5% (3.056) y al F teórico al 1% (4.893), afirmando que el Biol de microorganismos de montaña tiene efecto diferente para cada tratamiento. De igual manera, esta diferencia estadística al ser altamente significativa entre los tratamientos nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, de que el Biol con microorganismos de montaña influye en el incremento del peso seco de las hojas de Stevia.

Tabla 21.
ANVA para el rendimiento de las hojas secas de Stevia

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05%	Ft 0.01%	Sgn
Tratamientos	4	16969215.92	4242303.98	19.086	3.056	4.893	* *
Error	15	3334171.98	222278.13				
Total	19	20303387.91					
	CV	13.14	DS	1033.73			

La prueba estadística de Tukey al 5%, lo presentamos en la tabla 22, En esta tabla se observa que los tratamientos se agrupan en cuatro sub grupos (a, b, c y d) el sub grupo (a) se presentan los tratamientos con mayor rendimiento y lo conforman el T5 (20 ml de Biol) y T4 (15 ml de Biol) con 4772.67 y 4368.34 kg respectivamente con una significancia para ese sub grupo de 0.744, indicándonos que existe una probabilidad del 74.4 % para tener resultados similares al usar 20 o 15, ml de Biol; el sub grupo (b) lo forman el tratamiento T4 (15 ml de Biol) y T3 (10 ml de Biol) con un rendimiento de kg/Ha de 4368.34 y 3525.56 kg/Ha. respectivamente con una significancia para ese sub grupo de 0.136 indicándonos que existe una probabilidad del 13.6% para obtener rendimientos similares al usar 15 o 10 de Biol; el sub grupo (c) lo forman los tratamientos T3 (10 ml de Biol) y T2 (5 ml de Biol) con un rendimiento de 3525.56 y 3100.82 kg/Ha. respectivamente teniendo una significancia para ese sub grupo de 0.710, indicándonos que existe una probabilidad del 71% para obtener rendimientos similares al usar 10 o 5 de Biol; y, el grupo (d) lo forman los tratamientos T2 (5 ml de Biol) y T1 (Testigo) con un rendimiento de 3100.82 y 2177.79 kg/Ha. respectivamente; con una significancia para ese sub grupo de 0.90, lo que nos indica que existe una probabilidad del 0.9% para obtener resultados similares al usar 5 de Biol o no usarlo.

Por esta prueba observamos que los tratamientos se reagrupan en forma descendente de acuerdo cómo disminuye el rendimiento de las plantas, el que tiene relación directa con las dosis de biol aplicada a las plantas. Por lo que podemos afirmar que a mayor dosis de biol se incrementa el rendimiento de las plantas de Stevia.

Tabla 22.

Prueba estadística de Tukey al 5%, para el rendimiento de la planta de Stevia

Rendimiento kg/año					
HSD Tukey ^a					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		a	b	c	d
T5= 20 ml Biol	4	4772.67			
T4= 15 ml Biol	4	4368.34	4368.34		
T3= 10 ml Biol	4		3525.56	3525.56	
T2= 5 ml Biol	4			3100.82	3100.82
T1=0 ml Biol	4				2177.79
Sig.		.744	.136	.710	.090

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

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

4.3. Prueba de Hipótesis

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

Es así que tenemos:

H₀: El Biol con MM. no influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

H_a: El Biol con MM. influyen en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni).

Regla de decisión

Si $f_c \leq f_t$, se acepta la H₀, y se rechaza la H_a

Si $f_c > f_t$, se rechaza la H₀, y se acepta la H_a

4.3.1. Prueba de hipótesis para altura de planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	2.41	14.921	3.056	4.893	Se rechaza la H ₀

4.3.2. Prueba de hipótesis para el número de ramas

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	11.28	23.385	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.3.3. Prueba de hipótesis para el peso fresco de la planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	7.32	12.390	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.3.4. Prueba de hipótesis para el número de hojas de la planta

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	11.00	24.844	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.3.5. Prueba de hipótesis para el peso fresco de las hojas

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	12.35	14.020	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.3.6. Prueba de hipótesis para el peso seco de hojas

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	13.14	19.086	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.3.7. Rendimiento de las plantas

Evaluación	C V	f cal	f 0.5	f 0.1	Decisión
A los 60 días	13.14	19.086	3.06	4.89	Se acepta la Ha

4.4. Discusión de resultados

En nuestra investigación, se evaluó el efecto del biol con microorganismos de montaña en la producción de Stevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) en condiciones de vivero en La Merced – Chanchamayo.

Según el análisis de varianza a los 60 días de cultivo, se reporta el menor coeficiente de variación para la altura de la planta con 2.41% y el mayor valor para el peso seco de las hojas y el rendimiento con 13.14%; de acuerdo con la Clasificación de rangos del coeficiente de variación según Gordon y Camargo (2015), está considerado como valor bajo de CV; asimismo, manifiesta que este valor se usa frecuentemente como una medida para estimar la validez de los ensayos y es utilizado para decidir si un experimento es confiable o no; por lo que podemos afirmar que nuestros resultados estadísticamente, son confiables.

De igual manera, Patel *et al.* (2001), indican que los CV varían considerablemente de acuerdo con el tipo de experimento; indicando que los rangos aceptables deben ser entre 6 a 8% para evaluación de cultivares, 10 a 12% para fertilización y 13 a 15% para ensayos de evaluación de plaguicidas. Y nuestra investigación tiene el objetivo de evaluar la acción del biol de microorganismos de montaña como un producto orgánico sobre el crecimiento y producción de la planta de Stevia; por lo que nuestra investigación se encuentra dentro del área de fertilización y sus valores del coeficiente de variación se encuentra dentro de los rangos aceptables.

Para Pimentel (1985) nuestro CV se encuentra en los rangos de bajo a medio; porque que según este autor las investigaciones 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%.

De la misma manera, Patel *et al.*, (2001), indican que, si el valor del CV supera el 30%, los datos deben ser descartados por la baja precisión que se tiene. Pero en nuestra investigación no se tuvo estos valores.

En el ANVA para las variables en estudio se observa que se tiene un F calculado superior al F teórico para el 5 y 1% por lo que se afirma que hay una diferencia significativa entre las medias de las repeticiones de cada tratamiento. Esto significa que las medias de las repeticiones para cada tratamiento son significativamente diferentes entre sí.

Asimismo, al realizar la interpretación de la prueba de hipótesis. Un F calculado mayor que el F teórico significa que la probabilidad de obtener los resultados observados bajo la hipótesis nula es muy baja. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que hay evidencia de un efecto significativo de las dosis de biol de microorganismos de montaña en el crecimiento y producción de las plantas de Stevia, porque cuando el F calculado mayor que el F teórico sugiere que las diferentes dosis de biol de microorganismos de montaña tienen un efecto significativo en el crecimiento y producción de las plantas de Stevia. Esto significa que la dosis aplicada influye en la respuesta de las plantas, ya sea aumentando o disminuyendo el crecimiento y la producción. Minitab (2019).

Al realizar la prueba de Tukey al 5%, se observa que para todos los tratamientos el T5 y T4 se encuentran en el subgrupo (a); con excepción para la altura de planta que se encuentra solo el T5 en ese subgrupo. En el subgrupo (b) se encuentran los tratamientos T4 y T3, pero para la altura de la planta y peso fresco de las hojas se incluye a ese subgrupo el T2. En el subgrupo (c) se encuentran los tratamientos T3 y T2. A excepción para la altura de la planta que se incluye al T1y para el peso fresco de las hojas en ese subgrupo solo se encuentra el T1; y, en el subgrupo (d) se encuentran los tratamientos T2 y T1, a excepción para la altura de la planta que no tiene ese subgrupo y para el número de hojas está solo el T1.

Estos resultados nos indican que a mayor concentración de Biol, se incrementan los valores para las variables estudiadas. Teniendo los mejores resultados en los tratamientos T5 y T4. Por lo que se puede recomendar el uso de dosis de 20 o 15 ml de Biol/litro de agua para mejorar los cultivos de la *Stevia*

Al comparar estos resultados con los obtenidos por Foronda, (2008), quien investigó sobre el efecto de bioestimulantes orgánicos en la producción de *Stevia* en Bolivia, localidad de Sapecho, Alto – Beni, logró la mayor altura de planta y la mejor dosis para el T4 y T8; con 37.22 cm para el tratamiento T4 (Biol 750 cc/l) comparado con el tratamiento T8 (nutriGROW 8 cc/l) con un promedio de 35.73 cm; valores parecidos a nuestra investigación corroborando que los microorganismos de montaña influyen en el incremento de la altura de la planta de *Stevia*.

Flores y Lita (2011), a los 142 días de cultivo reporta la mayor altura de planta con de 30.26 y la menor altura fue de 26.17 cm evaluando el efecto de tres niveles de NPK, y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de *Stevia rebaudiana*, en Selva alegre – Imbabura; Ibarra – Ecuador, mientras que en nuestra investigación se obtuvo mayor altura de planta y en menor tiempo de cultivo (60 días) con 38.53 y 34.35 cm.

Villanueva, (2009), investigó el efecto de cuatro niveles de fertilización orgánica mineral en el rendimiento de *Stevia rebaudiana*, en la UNCP – Satipo, reporta a los 45 días de cultivo entre 36.29 cm y 29.05 cm, valores parecidos a nuestros datos, pero lo obtuvo a en menor tiempo de cultivo, ya que nosotros lo reportamos a los 60 días de cultivo.

Al evaluar el número de ramas, observamos que a partir de los 15 días de cultivo, se incrementa el número de ramas para todos los tratamientos

continuando este incremento hasta los 60 días de cultivo, teniendo el mayor número de ramas los tratamientos T5 y T4 y podemos visualizar en el mismo gráfico 4, se comprueba al realizar la prueba estadística de Tukey a los 60 días de cultivo, donde se observa que se obtiene mayor altura de planta para el T5 (con 20 ml/lit de Biol de MM), seguido por el T4 (con 15% ml/lit de Biol de MM), lo que nos indicaría que los microorganismos de montaña si influyeron en el incremento del número de ramas en la *Stevia rebaudiana*.

Al realizar la revisión bibliográfica sobre otras investigaciones con *Stevia rebaudiana*, Bert, reportamos a Almaguer et al (2018), quienes evaluaron el efecto del Pectimorf® en el crecimiento de esquejes de *Stevia* en la fase de vivero, para lo cual, embebieron los esquejes durante dos tiempos diferentes (30 y 60 minutos) a las concentraciones de 10 y 20 mg L⁻¹ de Pectimorf (obtenido a partir de la degradación enzimática de la pectina de la corteza de los frutos cítricos, tiene como principio activo una mezcla de oligogalácturónidos de origen péctico). Como control se emplearon la hormona convencional ácido indolacético (AIA) (30 minutos a 1 mg L⁻¹) y el agua como testigo absoluto. Encontraron que la adición de Pectimorf a la concentración de 20 mg L⁻¹, incrementó el número de raíces y hojas, el diámetro del tallo, la masa seca de hojas y tallos. Estos resultados se sustentan en trabajos realizados con Oligogalacturónidos (OGs) quienes refieren que una posible vía para incrementar el tamaño de la planta y sus ramas es debido a que las oligosacarinas pueden estimular la actividad fotosintética; por tanto, hay una mayor ganancia de esqueletos carbonados que pueden ser utilizados para la síntesis de nuevos compuestos, como son las proteínas (Perez et al, 2013).

Huacarpuma, (2017), en su investigación para determinar el mejor momento de aplicación de biol y de microorganismos eficaces en el rendimiento de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Canario, así como determinar la mejor rentabilidad utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 3; para 3 momentos de aplicación de Biol (B0: sin aplicación; B7: cada 7 días; B14: cada 14 días) y 3 momentos de aplicación de Microorganismos eficaces (M0: sin aplicación; M7: cada 7 días; M14: cada 14 días); Sus resultados indican que el mejor momento de aplicación de biol para mejorar el rendimiento de frejol var. Canario fue con la aplicación de biol cada 7 días y las aplicaciones de microorganismos eficaces cada 14 días (B7M14) logró el mejor rendimiento de frejol con 3267,4 kg.ha-1. Lo que nos indica que los microorganismos eficaces tienen mayor efecto en el tiempo que la aplicación de biol que tuvo el mejor resultado con la aplicación cada 7 días.

En nuestra investigación al usar diferentes dosis de biol a base de microorganismos de montaña se obtuvo resultados positivos presumiendo a la acción de los microorganismos de montaña, quienes están conformados por las poblaciones microbianas benéficas los que se pueden clasificar en 4 grupos funcionales: bacterias fijadoras de nitrógeno (FN), bacterias solubilizadoras de fósforo (SP), lactobacilos (Lac) y levaduras (Lev) (Castro *et al.* 2015); por lo que, dada la presencia de estos microorganismos, consideramos que han ayudado a descomponer la materia orgánica para ser usada por las plantas.

De igual manera se considera que es función de los microorganismos en el suelo incrementar la productividad en las plantas (Van Der Heijden *et al.* 2008), esta afirmación se sustenta a que los diferentes grupos funcionales presentes en los MM tienen potencial para colonizar el sistema radicular y/o la

materia orgánica del suelo y estableciéndose en ellos activamente, para promover la síntesis de sustancias benéficas para las plantas, facilitar la absorción de nutrientes y fomentar la protección contra enfermedades, además, al solubilizar fosfatos y otros nutrientes esenciales, fijar N, inducir la resistencia al estrés, estabilizar los agregados y mejorar la estructura del suelo (Hayat *et al.* 2010).

Asimismo, los bioles de MM son insumos con una alta carga microbiológica, pero con bajos contenidos de nutrientes, por eso las condiciones como bajas cantidades de materia orgánica en el suelo, la utilización de agroquímicos y la mecanización pueden limitar las potencialidades de estos microorganismos. Por lo que se recomienda realizar un manejo adecuado de la incorporación de material orgánico en el suelo para que brinden albergue y dotar de condiciones idóneas para estos microorganismos (Badilla 2019).

CONCLUSIONES

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del Biol con MM., en la producción de estevia (*Stevia rebaudiana*, Bertoni, con relación a la vigorosidad de la planta, el incremento de la biomasa y la producción de la Stevia; por lo que en base a los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis alterna que el Biol con microorganismos de montaña influyen en la producción de *Stevia rebaudiana*; en base a las siguientes conclusiones:

- Al evaluar el crecimiento aéreo de las plantas en relación con la altura de la planta y el número de ramas, se encontró que el mejor tratamiento fue de 20 ml de biol/l de agua (T5). Para el número de ramas las dosis que tuvieron los mejores resultados fueron de 20 y 15 ml de biol/l de agua (T5 y T4). Dosis con mayor concentración de Biol con microorganismos de montaña.
- Los mejores resultados para la biomasa de la planta con relación al peso fresco de la planta, número de hojas y peso fresco de las hojas se obtuvieron con las dosis de 20 y 15 ml de biol/l de agua (T5 y T4). Dosis con mayor concentración de Biol con microorganismos de montaña. Por lo que se concluye que el Biol a base de microorganismos de montaña influye en el incremento del peso fresco de la planta, número de hojas y peso fresco de las hojas.
- Se obtuvo los mejores resultados de producción de la planta con relación al rendimiento de hojas secas de plantas igualmente para los tratamientos T5 y T4. Por lo que se concluye que el Biol a base de microorganismos de montaña influye en el rendimiento de hojas secas en las plantas de Stevia.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar nuevas investigaciones con mayor dosis de Biol/litro de agua para determinar la influencia en la producción de *Stevia rebaudiana*.
2. Se recomienda realizar un manejo adecuado de la incorporación de material orgánico en el suelo para que brinden albergue y dotar de condiciones idóneas para estos microorganismos.
3. Se recomienda el uso de dosis de 20 o 15 ml de Biol/litro de agua para mejorar los cultivos de la Stevia.
4. Se recomienda realizar el cultivo de esta especie a campo abierto para evaluar su rendimiento.
5. Promover el cultivo con Biol a base de microorganismos de montaña en los agricultores de la Selva Central.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Almánzar, H. A. (2012). *Microorganismos eficientes de montaña: evaluación de su potencial bajo manejo agroecológico de tomate en Costa Rica*. CATIE
- Almaguer, R. Yadira. (2018). *Respuesta de Stevia rebaudiana Bertoni a la aplicación de del producto bioactivo PECTIMORF*. Ministerio de Educación Superior. Cuba. Cultivos Tropicales, 2018, vol. 39, no. 4.
- Arias Hernández, J. 2024. *Resiliencia territorial, una concepción para Nuestra América*. Scielo.iics.una.py. Academio (Asunción) – Paraguay.
- 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.
- Barrios, F. (2001). *Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita (Phaseolus vulgaris L.)* Tesis Ing. Agr., Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM.
- Barreto, H., y W.R. Raun. (1990). *La precisión experimental de los ensayos regionales con maíz (Zea mays) a través de Centroamérica*. En: T.J. Smyth, W.R. Raun y F. Bertsch, editores, Segundo Taller Latinoamericano de manejo de suelos tropicales, San José, Costa Rica 9-13 julio. Soil Science Department, North Carolina State University, NC, USA.
- Bendezu C, Oseas R. (2015). *Propagación vegetativa de Stevia rebaudiana, Bertoni con aplicación de ácido indol-acético – Satipo*. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo en la UNCP.
- Benzing, A. (2001). *Agricultura Orgánica - Fundamentos para la región andina*. Ed. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen.

- 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
- Callisaya M. Alfredo. (2013). *Efecto de niveles de abono orgánico en la concentración de estevioso de la eStevia (Stevia rebaudiana Bert.) en dos zonas agroecológicas de norte de la Paz*. Tesis para ing. Agrónomo
- Campo Martinez A del pilar, Acosta Sanchez RL, Morales Velasco S, Prado FA. (2014). *Evaluación de Microorganismos de Montana (MM) en la produccion de acelga en la Meseta de Popayan*. Biotecnol Sect Agropecu Agroind.
- Carrillo Leonor. (2003). *Microbiología Agrícola*, Capítulo 3.
- Castro Barquero L, Murillo Roos M, Uribe Lorío L, Mata Chinchilla R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas Fluorescens*, *Azospirillum Oryzae*, *Bacillus Subtilis* y Microorganismos de Montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soyatom ate bajo condiciones de invernadero. Agron Costarrica.
- Castro, Leida y Gonzales, José. (2020). *Factores relacionados con la activación líquida de microorganismos de montaña*. Extraído de Agronomía Costarricense 45(1): 81-92. ISSN:0377-9424 Extraído de internet de: www.mag.go.cr/revagr/index.html.
- Carhuancho, F. (2012). *Aprovechamiento del estiércol de Gallina para la elaboración de Biol en Biodigestores Tipo Batch como propuesta al Manejo de Residuo Avícola*. Lima, Perú.

- Díaz M. Ángela (2017). *Características físicoquímicas y microbiológicas del proceso de elaboración de Biol y su efecto en la germinación de semillas*. Tesis para optar el grado de maestría en la UNALM. Lima Perú.
- Flores, L. (2016). *Caracterización físicoquímica del biofertilizante Microorganismos de Montaña (MM) para la Finca Agroecológica Santa Inés*. Zamorano, Honduras.
- Flores, N. J. E. y Lita, D. E. E. (2011). *Efecto de tres niveles de N-P-K y cuatro promotores de crecimiento en el rendimiento de Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) en Selva Alegre, Imbabura*. Tesis de licenciatura. Facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- 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).
- 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.

- Hayat, R; Ali, S; Amara, U; Khalid, R; Ahmed, I. (2010). *Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review*. Annals of Microbiology 60(4):579-598
- Huacarpuma, S. Yony S. (2017). *Momentos de aplicación de Biol y microorganismos eficaces en el rendimiento de frejol (Phaseolus vulgaris L.) Var. Canario mediante riego por goteo en zonas áridas*. Tesis para optar título de ing. Agrónomo. UNAS. Areuipa
- Infoagro. (2010). *La Stevia. Tipos de sustratos*, p 11.
- Liang V. J y Plasencia, S. (2017). *Efecto de niveles de los microorganismos de montaña en el desarrollo y crecimiento de bambú (Guadua angustifolia Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo*. Tesis para optar título de Ing., agrónomo - UNDAC
- Medina, M. M. (1990). *El biol y el biosol como alternativas de producción agrícola*. En I Simposio Regional sobre Biogas para las zonas cálidas. Proyecto Biogas. Santa Cruz, Bolivia.
- Medina, J (2013). *El biol: fuente de fitoestimulantes en el desarrollo agrícola*. Ed. Peligra. Cochabamba, Bolivia.
- Mora, N. (2010). *Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando Microorganismos de Montaña (MM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica*. Instituto tecnológico de Costa Rica, Escuela de Biología.
- Orbe Panchana, José Adrián. (2017). *Evaluación de la eficiencia de Microorganismos de Montaña (MM) en la Finca Agroecológica Zamorano*. Tesis para optar título de Ing. Del ambiente. Honduras.
- Pacheco, F; Uribe, L. (2006). *Lactofermento: Una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados*. Cartago, Costa Rica, INA.

- Paredes, C. (2021). *El biol y su aplicación en la agricultura moderna*. EcoAgricultura, 34(1).
- 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
- Piamonte, R.; Flores, P. (2000). *Biofertilizante líquido enriquecido. Folleto de divulgación*. Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA). Lima, PE.
- Pérez JL, García L, Veitía N, Bermúdez I, Collado R. (2013). *Efecto del ácido 2,4-diclorofenoxiacético en la respuesta embriogénica de soya cultivar INCASoy-27*. Cultivos Tropicales. 34(3).
- Pimentel, F. (1985). *Curso de estadística experimental*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.
- Ramírez, L. E. (2015). *Informe agronómico sobre el cultivo de Stevia rebaudiana, la hierba dulce*. Inst. Asociación Camino al Progreso. Poligrafiado.
- Rodríguez C y Tafur T, (2014). *Producción de Microorganismos de Montaña para el Desarrollo de una Agricultura Orgánica*. San Martín, Perú: IV Congreso Nacional de Investigación (CONACIN) "Producción y visibilidad científica." p. 2.
- Rudolph A, Franco C, Becerra J, Barros A, Ahumada R. (2002). Evaluación de materia orgánica e hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos superficiales, Bahía Concepción-Chile. Boletín la Soc Chil Química. Dec.
- Vargas-Barrantes, P; Castro-Barquero, L. (2019). *Aislamiento y evaluación de microorganismos solubilizadores de fósforo de Andisoles de Costa Rica*. Agronomía Costarricense 43(1).
- Toalombo Y, Martha. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo Biol al cultivo de moras (Rubus glaucus Benth)*. Tesis para optar título de ing. Agrónomo. Universidad de Ambato - Ecuador

- Umaña Cardona, Steven (2017). *Ingeniería Ecológica: efecto del uso de microorganismos de montaña sobre el suelo con base en dos cultivos agrícolas*. Universidad de Costa Rica. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agrícola.
- Van Der Heijden, MG; Bardgett, RD; Van Straalen, NM. (2008). *The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems*. Ecology letters 11(3).
- 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.
- Wang, Y., Wei, M., Bi, L., Li, Y., Wang, W., & Ye, Y. (2006). *Efecto del riego con licor de residuos de vinaza sobre la actividad de tres tipos de enzimas y caracteres agronómicos en la etapa de plántula en caña de azúcar*. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 19(3).

Fuentes Electrónicas:

- Amaya Martinez, (2010). *Efeto de tres densidades de siembra y tres dosis de bioinsecticida en el cultivo de estevia (Stevia rebaudiana Bertoni) en la parroquia Tumbambiro del Cantón Urcuqui*. (doc. en línea). Ingeniero Agronomo. Ibarra, Imbabura, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/143/1/03%20AGP%20100%20ARTICULO%20CIENTIFIC> Acceso 22 de febrero de 2024.

- American Society of Agronomy. ASA (2024). *Posibles puntos ciegos y puntos críticos de pérdida de nutrientes*. Extraído de internet el 28 de octubre de 2024, de: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/crso.20410>
- Cassaica Javier, Álvarez Edgar. (2008). *Recomendaciones técnicas para la producción sustentable del KA''A HE''E (Stevia rebaudiana Bertoni) en el Paraguay*. Manual Técnico N° 8. (doc. en línea). Asunción, Paraguay. Disponible en http://3.bp.blogspot.com/_Kn3TIUKsFnk/SUbewSHFknI/AAAAAAAAAEM/3f7uf3ootqY/s1600-h/FOTO+MANUAL.jpg. Acceso 28 de diciembre de 2023.
- Curco L. (2012). *Propagación vegetativa de la stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) Aplicando hormonas ANA y AIB*; de Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de estudios a distancia modalidad semipresencial. Ingeniería Agropecuaria. Acceso 15 de diciembre de 2023. Sitio web: <http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/578/1/T-UTEQ-0129.pdf>.
- Doussang, Roberto. (2011). Extracto de Stevia y su color. (en línea). Chile. Disponible en <http://Stevianaturalchile.com/index.php/blog-Stevia/item/8-extracto-de-Stevia-y-su-color.html>. Acceso 22 de abril de 2018.
- FAO (2022). *Agricultura y medio ambiente*. Extraído de internet el 28 de octubre de 2024, de: <https://www.fao.org/4/y3557s/y3557s11.htm>
- Gatica, Patricio. (2009). *Agro información sobre Stevia rebaudiana Bertoni*. (en línea). Chillan, Chile. Disponible en http://www.Steviabiobio.cl/web/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=2. Acceso 22 de diciembre de 2023.
- Grin. (2011). *Germoplasm resources information network*. Estados Unidos. Germoplasma de la red de recursos de información. En línea. Maryland, Estados

Unidos de Norte América. Disponible en
<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&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*.
Extraído de internet el 29 de enero de 2019, de
<https://www.nutrastevia.pe/nutrablog/el-crecimiento-en-el-consumo-de-la-stevia-en-el-peru>

Incagro, (2008). *Manual técnico de producción de Stevia*. (en línea). Cajamarca, Perú.
Disponible en http://www.incagro.gob.pe/apc-aa-files/e457b3346514303468089b655b420d50/Manual_Tcnico_de_Stevia.pdf.
Acceso 25 de enero de 2024.

Infoagro, (2010). *Stevia. Tipos de sustrato de cultivo*. (en línea). Disponible en
http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm. Acceso 9 de
febrero de 2023.

INIA (2020). *Elaboración de Biol [en línea]*. Punta Arenas, Chile:
Kampenaiké. N°70. Disponible
en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/68188> (Consultado: 29 de octubre de
2024).

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

Martínez P, Tomas. (2002). *La hierba dulce, Historia uso y cultivo de Stevia rebaudiana Bertoni* (en línea). Albacete, España. Disponible en

http://books.google.com/books?id=HM3Mz7ChjzcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Acceso 22 de febrero de 2018.

Minitab (2019). *Comprensión del ANVA y la prueba de F*. Extraído de internet, el 26 de octubre de 2024, de: <https://blog.minitab.com/es/comprehension-del-analisis-de-varianza-anova-y-la-prueba-f>

Nazca Chu, Ricardo. (2019). *Efecto de la concentración de stevia (Stevia rebaudiana B.) en polvo sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales en una bebida a base de membrillo (Cydonia oblonga) y yacón (Smallanthus conchifolius)*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en industrias alimentarias. UPAO. Trujillo – Perú. Acceso 22 de julio de 2024: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/5488/RE_IND.ALIM_RICARDO.NAZCA_CONCENTRACION.DE.STEVIA_DATOS.PDF;jsessionid=770A24E584ABFB5700A263F81ED0F417?sequence=1

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

ANEXOS

Anexo 01. Instrumentos de Recolección de datos

1. Materiales de campo

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

2. Materiales de escritorio

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

3. Equipos

- Laptop
- Impresora
- Cámara digital

- Horno de secado
- Termómetro

4. Material biológico

- Plantas de Stevia rebaudiana
- Microorganismos de montaña
- Biol

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

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	22	25	28.5	32.5	34.50
T1	02	22	25	28.5	32.5	34.60
T1	03	21	24	27.5	31.5	33.80
T1	04	22	25	28.5	32.5	34.50
T2	01	21	24.3	28.1	32.3	35.30
T2	02	22	25.3	29.1	33.3	35.30
T2	03	21	24.3	27.8	31.9	33.90
T2	04	21	24.5	28.3	32.4	34.40
T3	01	21	24.5	28.3	32.4	35.40
T3	02	22	25.5	29.4	33.7	36.70
T3	03	20	23.6	27.4	31.7	34.70
T3	04	21	24.6	28.4	31.4	34.40
T4	01	20	23.7	27.5	31.9	34.90
T4	02	21	24.7	28.6	33	37.00
T4	03	21	24.7	28.7	33.1	37.10
T4	04	20	23.7	27.7	32.1	36.10
T5	01	21	24.7	28.8	33.2	37.20
T5	02	21	24.7	28.8	34.3	38.30
T5	03	22	25.8	30	35.5	39.50
T5	04	21	24.7	29.7	35.1	39.10

Anexo 03. Número de ramas

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	1	1	3	4	5
T1	02	1	1	3	4	4
T1	03	2	2	3	4	5
T1	04	1	1	3	4	4
T2	01	2	2	3	4	6
T2	02	1	1	3	4	6
T2	03	2	2	3	5	7
T2	04	1	1	3	4	6
T3	01	2	2	3	4	7
T3	02	1	1	3	5	8
T3	03	1	1	3	4	6
T3	04	2	2	4	5	7
T4	01	2	2	4	6	8
T4	02	1	1	3	4	7
T4	03	2	2	4	6	9
T4	04	1	1	4	8	10
T5	01	2	2	4	8	10
T5	02	1	1	4	7	9
T5	03	2	2	4	7	10
T5	04	2	2	5	6	9

Anexo 04. Peso fresco de las plantas

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	15	19	28	40	50
T1	02	16	20	29	38	48
T1	03	31	40	49	55	65
T1	04	15	19	28	34	46
T2	01	30	39	39	45	53
T2	02	14	19	28	36	49
T2	03	31	40	40	46	55
T2	04	15	21	33	41	53
T3	01	30	39	43	52	61
T3	02	15	27	35	44	58
T3	03	31	36	40	50	59
T3	04	31	41	41	53	62
T4	01	32	42	46	58	63
T4	02	15	27	39	49	64
T4	03	31	41	50	62	67
T4	04	15	27	39	51	67
T5	01	28	38	50	62	67
T5	02	15	27	42	54	68
T5	03	29	41	54	66	71
T5	04	28	40	54	68	73

Anexo 05: Número de hojas en las plantas

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	6	10	38	80	90
T1	02	6	10	38	80	80
T1	03	8	12	44	80	100
T1	04	6	10	34	80	88
T2	01	8	12	44	80	120
T2	02	7	11	41	80	120
T2	03	6	10	34	100	140
T2	04	8	12	44	80	120
T3	01	8	14	50	80	140
T3	02	6	12	44	100	160
T3	03	8	14	50	80	120
T3	04	6	14	68	100	140
T4	01	8	14	66	120	160
T4	02	6	14	46	80	140
T4	03	8	14	66	120	180
T4	04	8	14	66	160	200
T5	01	8	14	66	160	200
T5	02	6	12	58	140	180
T5	03	6	12	58	140	200
T5	04	6	12	74	120	180

Anexo 06. Peso fresco de las hojas

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	1.2	1.40	7.60	16	27
T1	02	1.2	1.40	7.60	20	24
T1	03	1.6	1.68	8.80	16	20
T1	04	1.2	1.40	6.80	16	26.4
T2	01	1.6	1.68	8.80	16	36
T2	02	1.4	1.54	8.20	16	36
T2	03	1.2	1.40	6.80	20	35
T2	04	1.6	1.68	8.80	16	30
T3	01	1.6	1.96	7.00	20	35
T3	02	1.2	2.40	6.16	25	40
T3	03	1.6	2.80	7.00	20	30
T3	04	1.2	2.80	9.52	25	35
T4	01	1.6	2.80	9.24	30	40
T4	02	1.2	2.80	6.44	20	35
T4	03	1.6	3.08	9.24	30	45
T4	04	1.6	3.08	9.24	40	50
T5	01	1.6	3.08	9.24	40	50
T5	02	1.2	2.64	8.12	35	45
T5	03	1.2	2.64	8.12	35	50
T5	04	1.2	2.64	10.36	30	39.6

Anexo 07. Peso seco de las hojas

Trat	Rep.	días				
		INICIO	15 D	30 D.	45 D	60 D.
T1	01	0.24	0.14	1.14	1.60	3.78
T1	02	0.24	0.14	1.14	2.00	3.36
T1	03	0.32	0.17	0.88	1.60	2.40
T1	04	0.24	0.14	1.02	1.60	3.43
T2	01	0.32	0.17	0.88	1.60	4.68
T2	02	0.28	0.15	0.82	1.60	5.04
T2	03	0.24	0.14	0.68	2.00	4.55
T2	04	0.32	0.17	0.88	1.60	4.20
T3	01	0.32	0.20	0.70	2.00	5.25
T3	02	0.24	0.24	0.62	2.50	6.00
T3	03	0.32	0.28	0.70	2.00	4.50
T3	04	0.24	0.28	0.95	2.50	5.25
T4	01	0.32	0.28	0.92	3.00	6.00
T4	02	0.24	0.28	0.64	2.00	5.39
T4	03	0.32	0.31	0.92	3.00	6.93
T4	04	0.32	0.31	0.92	4.00	7.70
T5	01	0.32	0.31	0.92	4.00	7.70
T5	02	0.24	0.26	0.81	3.50	6.93
T5	03	0.24	0.26	0.81	3.50	7.70
T5	04	0.24	0.26	1.04	3.00	6.10

Anexo 08. Rendimiento de las plantas

Trat	Rep.	Prod/Ha
T1	01	2538.40
T1	02	2256.36
T1	03	1611.68
T1	04	2304.71
T2	01	3142.79
T2	02	3384.54
T2	03	3055.49
T2	04	2820.45
T3	01	3525.56
T3	02	4029.21
T3	03	3021.91
T3	04	3525.56
T4	01	4029.21
T4	02	3619.58
T4	03	4653.74
T4	04	5170.82
T5	01	5170.82
T5	02	4653.74
T5	03	5170.82
T5	04	4095.29

Panel Fotográfico



Foto N°01. Preparación de Microorganismos de montaña fase sólida



Foto N°02. Preparación de Microorganismos de montaña líquido



Foto N°03. Propagación de esquejes de Stevia



Foto N°04. Siembra en las camas de cultivo



Foto N°05. Poda de formación



Foto N°06. Toma de datos de a las plantas



Foto N°07. Toma de datos de a las plantas



Foto N°08. Toma de datos



Foto N°09. Cosecha de las plantas