

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: "Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el Centro Experimental San Francisco"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Montenegro Mejía Jefferson Steve

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paúl S. MSc.

Tulcán, 2023.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Montenegro Mejía Jefferson Steve con el número de cédula 0402009849 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el Centro Experimental San Francisco".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

TUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Montenegro Mejía Jefferson Steve con cédula de identidad número 0402009849 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Jefferson Steve Montenegro Mejía

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Montenegro Mejía Jefferson Steve declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el Centro Experimental San Francisco" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Montenegro Mejía Jefferson Steve

AUTOR

Tulcán, diciembre de 2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le agradezco a Dios que me dio la vida, salud para poder realizar este trabajo de titulación y así poder culminar una etapa de mi vida. A mi querida madre quien supo salir de cualquier dificultad del hogar y ser un ejemplo para salir adelante.

A mi querido padre quien me enseñó lo más importante que es el valor del trabajo y si uno se lo propone con esfuerzos y sacrificios se puede lograr los objetivos más anhelados.

A mi hermano quien con sus palabras de aliento supo cómo animarme y seguir en mi camino para cumplir mi objetivo.

A mis abuelitos por estar apoyándome en cada momento de mi vida.

A mis tíos gracias por las palabras de aliento.

A la universidad politécnica estatal del Carchi (UPEC) y en especial a la carrera de Ingeniería Agropecuaria, la cual me ha permitido obtener los más excelentes conocimientos y de esa manera formarme como un profesional como a nivel académico como también personal. De igual manera agradezco a cada uno de mis docentes que en el transcurso de mi carrera me fueron inculcando sabiduría y conocimientos de la mejor manera.

Un agradecimiento muy sincero y especial a mi tutor MSc. Ortiz Tirado Paul Santiago Quien supo la manera de guiarme desde el inicio y brindarme sus conocimientos para llevar a cabo esta presente investigación y culminar mi trabajo.

Montenegro Mejía Jefferson Steve

DEDICATORIA

Dedico a mis padres que me han enseñado el valor del esfuerzo que la vida es muy dura, pero si le ponemos dedicación y constancia todo se puede llegar a donde se lo propone.

A mi hermano por ayudarme en cada momento y siempre estar apoyándome en todas las dificultades.

A mi familia por siempre estar pendiente de mí, brindándome su apoyo incondicional y por estar ahí ayudante en cada paso de mi carrera profesional.

Montenegro Mejía Jefferson Steve

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General	17
1.4.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1. Cultivo de Remolacha	21
2.2.1.1. Origen de la remolacha.....	21
2.2.1.2. Clasificación taxonómica.....	21
2.2.1.3. Descripción botánica.....	21
2.2.1.3.1. Raíz.....	21
2.2.1.3.2. Hojas.....	21
2.2.1.3.3. Flores.....	21
2.2.1.4. Importancia económica cultural	22
2.2.1.5. Descripción botánica.....	22
2.2.1.5.1. Trasplante del semillero.....	22
2.2.1.5.2. Preparación del suelo	22
2.2.1.5.3. Labores de cultivo de la remolacha.....	22
2.2.1.5.4. Riego.....	23
2.2.1.5.5. Fertilización foliar.....	23
2.2.1.5.6. Cosecha.....	24
2.2.1.6. Requerimientos nutricionales	24

2.2.1.6.1. Nitrógeno.....	24
2.2.1.6.2. Fósforo.....	24
2.2.1.6.3. Potasio.....	24
2.2.1.6.4. Magnesio.....	24
2.2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de remolacha	25
2.2.1.7.1. Suelo	25
2.2.1.7.2. Temperatura.....	25
2.2.1.7.3. Clima	25
2.2.1.8. Plagas y enfermedades	25
2.2.1.8.1. Plagas.....	25
2.2.1.8.2. Enfermedades.....	26
2.2.2. Bioestimulante foliar	27
2.2.2.1. Biol.....	27
2.2.2.2. Composición nutricional del biol	27
2.2.2.3. Enmienda mineral.....	28
2.2.2.4. Harina de rocas	28
2.2.2.5. Aplicación de harinas de rocas	29
2.2.2.6. Composición	29
2.2.2.7. Características físicas y químicas de la harina de rocas.....	29
2.2.3. Silicio	29
2.2.3.1. Función del silicio en las plantas	30
2.2.3.2. Concentración del silicio aplicado en el ensayo.....	31
2.2.3.3. Beneficios de silicio en la agricultura.....	31
2.2.3.4. Fertilizante químico (Foliar gold super)	32
2.2.3.5. Método de acción.....	32
2.2.3.6. Composición química.....	32

III. METODOLOGÍA..... 34

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO 34

3.1.1. Enfoque..... 34

3.1.2. Tipo de Investigación..... 34

3.2. HIPÓTESIS 34

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 34

3.4. METODOS UTILIZADOS..... 37

3.4.1. Localización del experimento 37

3.4.2. Superficie del experimento.....	37
3.4.3. Caracterización del ensayo.....	37
3.4.4. Distribución de los tratamientos.....	38
3.4.5. Población y muestra.....	38
3.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	40
3.4.7. VARIABLES EVALUADAS.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. RESULTADOS.....	43
4.1.1. Altura de planta.....	43
4.1.2. Número hojas.....	45
4.1.3. Ancho de la hoja.....	46
4.1.4. Diámetro de raíz.....	48
4.1.5. Peso de la raíz en kilogramos.....	50
4.1.6. Rendimiento total en kilogramos por tratamiento.....	51
4.1.7. Rendimiento en kg por hectárea.....	53
4.1.8. Relación costo/beneficio.....	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
5.1. CONCLUSIONES.....	57
5.2. RECOMENDACIONES.....	58
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
VII. ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la remolacha.....	21
Tabla 2. Composición del biol elaborado del Centro Experimental San Francisco....	28
Tabla 3. Composición de harina de rocas.....	29
Tabla 4. Carga mineral del silicio (Wayra).....	31
Tabla 5. Composición química de Foliar gold super.....	33
Tabla 6. Operacionalización de las variables.....	35
Tabla 7. Descripción de los tratamientos.....	39
Tabla 8. Características del diseño experimental.....	39
Tabla 9. Análisis de varianza.....	40

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	43
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta	44
Tabla 12. Análisis de varianza para el número de hojas.	45
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de hojas.	46
Tabla 14. Análisis de varianza para el ancho de las hojas.....	47
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ancho de la hoja.....	48
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de la raíz.	49
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % para la variable diámetro de la raíz.	49
Tabla 18. Peso de la raíz en kilogramos.....	50
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el peso de raíz en kilogramos.....	51
Tabla 20. Análisis de varianza del rendimiento total en Kg por tratamiento.....	52
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento total en Kg.....	52
Tabla 22. Análisis de varianza del rendimiento en Kg por hectárea	53
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento en Kg.....	54
Tabla 24. Relación costo beneficio del cultivo de remolacha por Hectárea	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del experimento en la finca Experimental San Francisco.....	37
Figura 2. Caracterización del ensayo	38
Figura 3. Distribución de los tratamientos	38
Figura 4. Diseño de la unidad experimental y ubicación de la parcela neta.....	39
Figura 5: Preparación y trazado del terreno	73
Figura 6: Distancia entre siembra.....	73
Figura 7: plantas de remolacha a los 45 ddt.....	73
Figura 8: Labores culturales.....	73
Figura 9: Fertilización	74
Figura 10: Cosecha.	75
Figura 11: Medición del diámetro de la remolacha.	75
Figura 12: Peso de la raíz.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	65
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	66
Anexo 3. Análisis de suelo	68

Anexo 4. Análisis de los nutrientes contenidos en el biol	70
Anexo 5. Costos de producción en 10000 m ²	72
Anexo 6. Fotografías.....	73

RESUMEN

Esta investigación fue realizada en el Centro Experimental San Francisco, en el cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi, con el objetivo de evaluar bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*); para este ensayo se usó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones, dando un total de 40 unidades experimentales. Los tratamientos evaluados fueron T1 (Biol al 5%), T2 (Biol al 10%), T3 (Biol al 15%), T4 (Biol 5% + 60 gr Harina de roca), T5 (Biol 10% + 60 gr Harina de roca), T6 (Biol 15% + 60 gr Harina de roca), T7 (Biol 5% + 50 gr Silicio), T8 (Biol 10% + 50 gr Silicio), T9 (Biol 15% + 50 gr Silicio) Y T10 (Testigo químico foliar gold 9-24-27+ME). Concluyendo que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol a 150 ml/L % + silicio 50 gr) presentó los mejores valores con respecto altura de planta, número de hojas, ancho de hoja, diámetro de raíz y el peso de raíz. En cuanto al rendimiento el T9 (Biol a 15 % + silicio) fue el mejor tratamiento ya que presentó los valores altos. Finalmente, el análisis del costo/beneficio mostró que el mejor tratamiento en alcanzar un buen ingreso financiero fue el T7 (Biol 5% + Silicio 50 gr) que tuvo una rentabilidad de USD 2.69, es decir, que por cada dólar invertido obtuvo USD 1.69 de ganancia, por otra parte, el T3 (Biol al 15%) fue el tratamiento donde existió un beneficio bajo ya que por cada dólar invertido tuvo una ganancia de USD 0.84, debido a que el costo con este tratamiento fue excesiva y el rendimiento no fue un valor favorable para alcanzar una ganancia.

Palabras Claves: Biol, silicio, rendimiento, diámetro

ABSTRACT

This research was carried out at the San Francisco Experimental Center, in the canton of San Pedro de Huaca, province of Carchi, to evaluate organic bio stimulants mineralized with rock flour and silicon applied in the cultivation of beet (*Beta vulgaris*); For this trial, a completely randomized block design (DBCA) is used with 10 treatments and 4 repetitions, giving a total of 40 experimental units. The treatments evaluated were T1 (5% Biol), T2 (10% Biol), T3 (15% Biol), T4 (5% Biol + 60 g Rock Flour), T5 (10% Biol + 60 g Rock Flour), T6 (Biol 15% + 60 gr Rock flour), T7 (Biol 5% + 50 gr Silicon), T8 (Biol 10% + 50 gr Silicon), T9 (Biol 15% + 50 gr Silicon) AND T10 (gold foliar chemical control 9-24-27+ME). Concluding that the best treatment was T9 (Biol at 150 ml/L % + silicon 50 gr) presented the best values concerning plant height, number of leaves, leaf width, root diameter, and root weight. Regarding performance, T9 (15% Biol + silicon) was the best treatment since it presented high values. Finally, the cost/benefit analysis showed that the best treatment for achieving a good financial income was T7 (Biol 5% + Silicon 50 gr), which had a profitability of USD 2.69, that is, for every dollar invested, it obtained USD 1.69. of profit, on the other hand, T3 (15% Biol) was the treatment where there was a low benefit since for every dollar invested there was a profit of USD 0.84 because the cost with this treatment was excessive and the performance was not It was a favorable value to achieve a profit.

Keywords: Biol, silicon, performance, diameter

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad, dentro de ello la superficie cultivada de remolacha ha ido incrementándose, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo (Ovalle & Matías, 2021).

Es por ello que es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y sistemas de producción como el cultivo orgánico que cada día cobra mayor importancia, porque representa una nueva tendencia que promueve el uso de insumos alternativos a fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos existentes localmente para llegar a una producción agropecuaria limpia y sostenida (Ovalle & Matías, 2021).

El cultivo de la remolacha (*Beta vulgaris*) está considerado como uno de los más importantes del grupo de las hortalizas pues es consumida por la gran mayoría de ecuatorianos, principalmente en forma de ensalada, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo (Arcos, 2011).

En la actualidad la agricultura ecológica ha tenido un punto de vista muy importante por los agricultores debido a que ahorran en productos químicos, los agricultores orgánicos obtienen más ingresos, lo que ayuda a desarrollar las economías rurales. No contamina el suelo ni el agua y consume menos energía que la agricultura tradicional, lo que beneficia al medio ambiente (Ovalle & Matías, 2021).

Tal sistema de producción aprovecha al máximo los recursos y los mecanismos naturales de producción y asegura una agricultura sostenible a largo plazo mediante la introducción de métodos de control biológico y recursos naturales que se encuentran a disposición, así como otras tecnologías adecuadas a las demandas de la sociedad (Parra, 2016).

Entre los fertilizantes de origen natural se encuentra el polvo de roca, que es una opción a los fertilizantes solubles que tiene la capacidad de suministrar al suelo macro y micronutrientes de liberación lenta y puede ser utilizado como fuente alternativa a la fertilización química. (Ramon, Duarte, Bogado, & Santacruz, 2016) El silicio como bioestimulante produce una acumulación en la epidermis de las hojas, tallos y frutos.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el uso de productos químicos se ha incrementado por la necesidad de producir más alimentos y evitar pérdidas de cultivos, y anualmente se utilizan alrededor de 2,3 millones de toneladas de ellos en todo el mundo. (Ordóñez, Frías, Parra, & Martínez, 2019) La agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes minerales solubles, con el fin de lograr mayor rendimiento en los cultivos. Pero la aplicación excesiva ha producido: eutrofización, toxicidad de las aguas, contaminación de aguas subterráneas, contaminación del aire, degradación del suelo y de los ecosistemas, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad. (González, 2019).

La contaminación por fertilizantes ocurre cuando los fertilizantes se aplican en cantidades mayores de las que las plantas pueden absorber, o cuando el agua o el viento los arrastran del suelo antes de que puedan ser absorbidos. El exceso de nitrógeno y fosfatos puede filtrarse a las aguas subterráneas o lavarse en los cuerpos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización y la proliferación de algas en lagos, lagunas y estanques, que asfixian a otras plantas y animales acuáticos (FAO, 2007).

Demasiado fertilizante debilitará las plantas y las hará demasiado altas. Además, las puntas de las raíces pueden quemarse debido al alto contenido de sal de estas sustancias. En resumen, fertilizar en exceso cualquier cultivo puede hacer que las plantas sean mucho más vulnerables a las enfermedades (Probelte, 2019).

Cabe mencionar que el uso inadecuado de estos fertilizantes es un peligro tanto para el ambiente como al ser humano ya que este se encuentra expuesto directamente con los productos químicos generando una gran variedad de enfermedades (MITECO, S. f.). Por otra parte, es necesario hacer hincapié en los precios de los fertilizantes químicos debido a que aumentan los costos de producción ya sea en cultivos de ciclo corto o largo en donde los agricultores reducen las hectáreas de siembra y como consecuencia es la disminución de los

productos comestibles de la canasta básica familiar y por ende el aumento del precio de los alimentos (López, 2022).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos afecta tanto al suelo como a la planta provocando deterioro de la estructura del suelo y micro fauna en cambio la planta tiene un crecimiento lento afectando la productividad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La horticultura actual requiere cultivos que logren mayores rendimientos, mejor resistencia y alta calidad del producto. Dado que el uso de productos fitosanitarios es cada vez más limitado, la nutrición vegetal óptima para las plantas es clave para que esto sea lo más evidente posible. Es por eso que los bioestimulantes mineralizados aplicados en las hortalizas son productos estratégicos que aportan un plus y ayudan a dar un paso más en calidad y rendimiento de esta manera contribuye con la sociedad para que pueda consumir un alimento saludable en su dieta diaria (Sembralia, 2020).

Durante las últimas dos décadas se han utilizado muchos bioestimulantes mineralizados en la agricultura, que ha permitido minimizar el uso de fertilizantes químicos, para poder superar situaciones de estrés provocadas por condiciones ambientales nocivas para las plantas y promover el crecimiento vegetal. y desarrollo y aumentar los rendimientos agrícolas (Bayer, 2017).

La agricultura moderna debe revisar sus prácticas incorporando nuevos enfoques para la producción sostenible de alimentos. El uso de bioestimulantes que pueden reducir la dependencia de productos químicos, especialmente fertilizantes sintéticos, y asegurar la estabilidad de la productividad en condiciones ambientales y edáficas adversas (Plataformatierra, 2022). La importancia de cultivar remolacha se basa por tener un alto contenido de vitaminas y fibras que ayudan a mejorar las funciones del organismo es por este motivo que las personas lo consumen (SRSM, 2020).

El presente trabajo de investigación se realiza con el fin de solucionar el uso excesivo de fertilizantes en el cultivo de remolacha. Para ello, se propone una producción alternativa utilizando bioestimulantes mineralizados que se localizan a disposición de los agricultores, el silicio que es un elemento esencial para las plantas, sin embargo se ha demostrado que sí es un elemento benéfico para los cultivos, al proveer una mayor

resistencia y protección contra diversas enfermedades siendo que el otro mineral como es las harinas de rocas mejora los nutrientes y aporta (macro y micro) propician un equilibrio nutricional entre el suelo y las plantas. Deben utilizarse correctamente para obtener más beneficios para el consumidor y mejorar la calidad del producto y por ende la rentabilidad (Chauca, 2012).

Los bioestimulantes mineralizados permiten actuar de una forma directa en el desarrollo vegetativo promoviendo la síntesis de muchas hormonas en los cultivos; estos productos pueden ser tanto de síntesis química como orgánicos. Por ello permite bajar costos, evitar el deterioro ambiental e incrementar la producción agrícola. Con el uso de bioestimulantes se contribuye a tener una agricultura sostenible ya que ayuda a solventar los problemas que presenta el cultivo como lo es el estrés vegetal, tanto de origen abiótico como biótico (Chauca, 2012).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*)

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer la dosis de Bioestimulantes que permita un mejor desarrollo del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*).
- Comprobar la eficacia de los bioles mineralizados sobre el rendimiento en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*).
- Determinar la rentabilidad de la producción con la aplicación de bioles (con material orgánico y mineral de harina de rocas, silicio) en el cultivo remolacha (*Beta vulgaris*).

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Por qué es importante aplicar un bioestimulante?
- ¿Cuál es la dosis recomendada de bioestimulante en el cultivo de remolacha?
- ¿Cuál es la rentabilidad el uso de bioestimulantes en el uso de cultivo de remolacha?
- ¿Cuánto tiempo tarda en desarrollarse completamente el cultivo de remolacha?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como sustento teórico de la presente investigación fue puntual utilizar previas investigaciones relacionadas con la problemática de estudio, permitiendo establecer un contraste sobre los resultados de estos antecedentes y los hallazgos de la presente investigación, por tal motivo, a continuación, se exhiben los siguientes antecedentes.

(Tituaña, 2011) en su investigación sobre el estudio de factibilidad para la producción orgánica y comercialización de remolacha azucarera forrajera (*Beta vulgaris var. altissima*) en el cantón Quito, provincia de Pichincha cuyo objetivo general fue producir y comercializar remolacha azucarera forrajera en la provincia de Pichincha mediante la implementación técnica del cultivo en la parroquia del Quinche, los resultados en esta investigación mostraron que el ciclo del cultivo es de 2 ciclos/año con un rendimiento promedio de 66 t/ ha de raíz de remolacha azucarera forrajera debido a las condiciones climáticas del sector, además, los indicadores de rentabilidad fueron calculados en base al rendimiento inicial de 66 t/ ha de raíz de remolacha e incrementos anuales de 2,5 % durante 5 años siguientes obteniendo 66 t/ha para el último año del proyecto con precios de venta del producto de \$ 150/raíz de remolacha azucarera forrajera por lo que se concluye que este proyecto es una buena alternativa de producción sostenible.

Según (Chauca, 2012) en su proyecto investigativo sobre Comportamiento agronómico del cultivo de la remolacha forrajera (*Beta vulgaris L.*) bajo la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos, en el cantón Espejo- provincia del Carchi, en donde su principal objetivo fue estudiar el comportamiento agronómico de la remolacha forrajera (*Beta Vulgaris L.*), bajo la aplicación de bioestimulantes orgánicos al follaje, en la zona la Libertad - Cantón Espejo Provincia del Carchi; los tratamientos aplicados fueron té de estiércol en dosis de 2, 3, 5 L/20 litros de solución, el biol en dosis de 2, 3, 5 L/20 litros de solución y el té de frutas en dosis de 0.1 , 0.15, 0.25 L/20 litros de solución en donde el mejor tratamiento fue a base de biol y té de frutas presentaron mejor porcentaje de sacarosa, fibra de proteína, potasio y fósforo.

Llegando a la conclusión de que los bioestimulantes té de estiércol, té de frutas y Biol son similares composición físico-química, porque se obtienen por fermentación, descomposición de estiércol y melaza.

(Cuenca, 2014) investigó la evaluación de la eficacia del biol mineralizado con harina de rocas en los cultivos de zanahoria amarilla y remolacha en el sector de Argelia, siendo su objetivo primordial determinar los rendimientos productivos en los cultivos de zanahoria amarilla y remolacha con la aplicación de bioles mineralizados con harina de rocas de la provincia de Loja. En este proyecto aplicaron los siguientes tratamientos Biol en dosis de 30% y 50% litros/parcela por lo que el mejor rendimiento para la remolacha se dio con el T6 en dosis al 30 %, logrando una producción de 34 844,44 kg/ha, tuvo una rentabilidad de \$ 1,62 por cada dólar invertido en la remolacha, concluyendo que el biol aplicado en dosis del 50% el rendimiento es inferior al biol con dosis al 30%, esto se explica con las leyes que rigen la fertilidad del suelo: "El exceso de un elemento asimilable en el suelo reduce la efectividad de otros elementos y por lo tanto, reduce el rendimiento de las cosechas"

(Martínez, 2015) en su estudio sobre la respuesta a la fertilización orgánica mediante la aplicación de cuatro dosis de biol en el cultivo de remolacha (*Beta vulgaris l*) en el Cantón Ibarra, provincia de Imbabura tuvo como objetivo determinar la respuesta de cuatro niveles de fertilización orgánica biol en el cultivo de la remolacha en el barrio San José, parroquia la Dolorosa, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Los tratamientos aplicados en este proyecto fueron de biol en dosis de 20, 30, 40, 50 l-kg/ha cada 15 días dando como resultado que el mejor tratamiento en el porcentaje de prendimiento y altura fue el biol con dosis de 30 lt/ha, llegando a la conclusión de que el biol es un estimulante en el crecimiento de la planta.

(Dalmasio, 2020) En su investigación sobre dosis de biol y fertirriego con microorganismos eficaces en el rendimiento de la betarraga (*Beta vulgaris L*), en condiciones edafoclimáticas de Cahuac- Yarowilca 2019 cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la dosis de biol y fertirriego con Microorganismos Eficaces en el rendimiento de la Betarraga (*Beta vulgaris L*), en condiciones edafoclimáticas de Cahuac - Yarowilca, 2019; en esta investigación aplicaron los siguientes tratamientos como el fertirriego en de dosis 0.5 l/40 de agua y 1.0 l/40 de agua y el biol en dosis de 1.0 l/20 de agua 2.0 l/20 de agua, siendo el mejor tratamiento de los resultados obtenidos estadísticamente fue el T (2,0 a 0,5) dando un buen promedio en el diámetro de la raíz ecuatorial, el número de raíces y el peso. Se llega a la conclusión de que la

utilización de fertilizante foliar orgánico se puede obtener a un bajo costo, pero sobre todo es inofensivo para el ambiente, el productor y el consumidor.

(León, 2018) Realizó un estudio sobre la evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola siendo su principal objetivo la determinación de la eficacia de dos bioles o fertilizantes de origen orgánico aprovechando la materia orgánica de los sistemas agrícolas tradicionales y la materia orgánica del suelo, en este estudio aplicaron el biol 1 sin suelo de chaparral en dosis de 5 y 10 %, el biol 2 con suelo del chaparral en dosis de 5 y 10 %, biol 3 es un biol producido por Elabriego Alegre granja integral orgánica cuadrucro en dosis del 2%, biol 4 es el biol comercial en dosis de 10% y finalmente un testigo donde no aplica ningún producto.; dio como resultado que el mejor fertilizante fue el biol 2 ya que determinó estadísticamente los mejores promedios, sin embargo cada uno de los bioles mostraron buenos resultados debido a que tienen una gran variedad de nutrientes.

(Pérez, 2019) en su proyecto investigativo sobre la "Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos del pepino (*Cucumis sativus*, L.) y remolacha (*Beta vulgaris*, L.) en condiciones de organopónico", cuyo objetivo fue Evaluar el efecto de diferentes tipos de biol sobre el comportamiento agroproductivo del pepino y la remolacha en las condiciones edafoclimáticas del organopónico "Vitaminas Verdes" del municipio Las Tunas; como tratamientos aplicaron V100N0P0: Biol de estiércol bovino puro, V80N20P0: Biol de estiércol bovino con Neem, V50N0P50: Biol de estiércol bovino con raquis de plátano, C100N0P0: Biol de estiércol cunícula puro, C80N20P0: Biol de estiércol cunícula con Neem, C50N0P50: Biol de estiércol cunícula con raquis de plátano, O100N0P0: Biol de estiércol ovino puro, O80N20P0: Biol de estiércol ovino con Neem, O50N0P50: Biol de estiércol ovino con raquis de plátano; dando como resultado que la mejor masa aérea, diámetro ecuatorial, masa de la remolacha y rendimiento final fue con el tratamiento de biol de ovino y bovino combinado con raquis de plátano y ramas de Neem por lo que se concluye que el biol combinado con elemento ayuda a mejorar los rendimientos de esta hortaliza y por ende obtuvo una mejor rentabilidad.

(Castellanos, de Mello, & Silva, 2015) destaca que el silicio incrementa la resistencia al ataque de insectos en los cultivos, el importante papel que el silicio juega en las plantas es que acumula y polimeriza en las paredes celulares, lo cual constituye una barrera mecánica contra la invasión de las plagas. Además, cumple una gran variedad de beneficios tolera la toxicidad de los metales pesados, el estrés hídrico y

salino, reduce la evaporación, promueve el crecimiento y la nodulación de las leguminosas, induce la actividad enzimática y la composición mineral, restaura la arquitectura de la planta, reduce la cobertura vegetal y, por lo tanto, aumenta la tasa de fotosíntesis lo cual genera un incremento en el rendimiento y por ende mejora la rentabilidad.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cultivo de Remolacha

2.2.1.1. Origen de la remolacha.

La remolacha fue originaria de las regiones de Europa, Asia y África que rodean al Mar Mediterráneo (Morales, 1995).

2.2.1.2. Clasificación taxonómica

En la tabla 1, se presenta la clasificación taxonómica de la remolacha es una planta bianual perteneciente a la familia Chenopodiaceae y cuyo nombre científico es *Beta vulgaris* L.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la remolacha.

Familia:	Chenopodiaceae
Género:	<i>Beta</i>
Especie:	<i>B. vulgaris</i>
Nombre científico:	<i>Beta vulgaris</i>
Nombre común:	Remolacha azucarera

Fuente. Adoptado de Pérez (2019)

2.2.1.3. Descripción botánica

2.2.1.3.1. Raíz.

La raíz es la parte comestible, es donde se produce un engrosamiento de la parte baja del tallo y de la parte superior de la raíz principal. El color característico es rojo o morado de la mayor parte de los cultivos, este color es particular debido a que contiene betanina o betacianina (Morales, 1995).

2.2.1.3.2. Hojas.

Las hojas de esta planta forman una roseta sobre el tallo, la lámina es ovalada y de color verde intenso a morado dependiendo de la variedad cultivada. (Morales, 1995)

2.2.1.3.3. Flores.

Las flores se desarrollan en las ramificaciones del tallo floral, estas flores se agrupan y forman un glomérulo es donde contiene las semillas (Morales, 1995).

2.2.1.4. Importancia económica cultural

La producción de remolacha en nuestro país se siembra en las zonas altas debido a sus condiciones climáticas favorables. En los últimos años la producción en el país ha ido incrementando así de 3.177 ton/ año en el 2004 a 6.103 ton/ año en el año 2006 (kane, 2022).

De acuerdo con datos del Sigagro, en el 2009 se cosecharon 614 hectáreas (ha) de remolacha. De esas, 613 ha se ubicaron en la Sierra, entre las provincias de Chimborazo, Pichincha, Azuay, Tungurahua, Imbabura y Carchi. Ángel Samaniego, responsable del área de desarrollo del cantón Chambo del Magap, estima que ese monto llega a USD 5.50 el costo de un saco de Remolacha (MAG, 2022).

En cuanto al forraje las hojas de la remolacha son iguales a la masa verde de las gramíneas por lo que es muy recomendable que puedan consumir los bovinos como un alimento adicional ayudando en la producción lechera (kane, 2022).

2.2.1.5. Descripción botánica

2.2.1.5.1. Trasplante del semillero

Antes de trasplantar, se recomienda el terreno debe estar suelto o si no, no será posible el engrosamiento de las raíces, se debe realizar un labrado profundo este proporciona el enraizamiento y permita una buena absorción de elementos que le ayudan a el desarrollo de la remolacha si el suelo esta compactado se debería hacer las labores culturales adecuados (Infocampo, 2021).

Esta hortaliza se debe realizar el trasplante cuando tengan 4 o 5 hojas verdaderas y debe hacerlo en horas de la mañana o en la tarde para evitar que las plántulas se marchiten (Acosta, 2019).

2.2.1.5.2. Preparación del suelo

La remolacha es un cultivo que necesita suelo profundo para rendir al máximo, por lo que necesita algo de preparación a una profundidad de unos 40-50 cm (Japon, 2006).

2.2.1.5.3. Labores de cultivo de la remolacha

Aclarado cuando broten las primeras hojas verdades, retirar aquellas plantas que crecen alrededor de las mismas.

Deshierbado conviene en eliminar las malas hierbas que crecen en el terreno (Infocampo, 2021).

2.2.1.5.4. Riego

El agua, es el factor que más influye sobre el peso y el diámetro de la remolacha, a la vez es el más difícil de manejar, por depender de muchos otros parámetros como climatología, tipo de suelo, profundidad de raíces entre otros. El volumen de agua a emplear puede oscilar entre 50 y 70 l/m². La remolacha necesita aproximadamente 20 l/m² para nacer, pero si en un plazo de 15-20 días no ha recibido de nuevo agua, puede perderse la siembra (Redagráfica, 2016).

Los riegos periódicos especialmente durante las primeras semanas son esenciales, las remolachas deben desarrollar sus raíces jugosas, por lo que se recomienda regarles cada semana, pero sin excedernos (Redagráfica, 2016).

2.2.1.5.5. Fertilización foliar

La fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas, con el fin de complementar con los nutrientes que contiene el suelo, o bien, para corregir deficiencias específicas en el mismo período de desarrollo del cultivo de remolacha. (Compo, S.f.)

Esta técnica, ha tomado actualmente mayor relevancia, por las altas exigencias tecnológicas de los cultivos, lo cual implica un óptimo manejo y control de la variable nutricional. La eficiencia de la fertilización foliar es superior y permite la aplicación de cualquiera de los nutrientes como son los bioestimulantes mineralizados que las plantas necesitan para lograr un óptimo rendimiento y desarrollo (Compo, S.f.).

Estas plantas son altamente nutritivas por lo que requieren una fertilización regular durante la fase principal de crecimiento. Fertilice cada semana con fertilizantes orgánicos líquidos son especialmente adecuados para hortalizas verduras (Compo, S.f.).

Tiene una gran capacidad de adaptación a muy diversos tipos de suelo: se puede cultivar en suelos tanto muy arenosos como muy arcillosos. Las necesidades de los principales macroelementos son de nitrógeno, fósforo, potasio, de calcio y de magnesio (Compo, S.f.).

2.2.1.5.6. Cosecha

Según las siembras hechas, el producto se recoge continuamente, extirpando las raíces que han adquirido un diámetro normal y adecuado, principalmente cuando se quiere consumir en estado tierno y fresco. Un buen indicio para cosechar es que al halar las hojas estas se desprenden hacia arriba con cierta facilidad. Para la cosecha debe tomar en cuenta la madurez fisiológica que presenta el cultivo y proceder a realizar la recolección de las raíces manualmente e ir colocando en una gaveta para calcular el peso (Terranova, 2014).

2.2.1.6. Requerimientos nutricionales

El cultivo de remolacha es muy exigente y requiere de los siguientes nutrientes para tener un adecuado desarrollo para así contribuir a su crecimiento de la mejor manera teniendo en cuentas sus necesidades.

2.2.1.6.1. Nitrógeno.

- Influye en la elaboración y calidad de la remolacha azucarera.
- Es un componente determinante del desarrollo, es preciso para el posterior crecimiento y almacenamiento de azúcares en la raíz (Fertiberia , 2011).

2.2.1.6.2. Fósforo.

- Es un nutriente indispensable en el crecimiento inicial del cultivo.
- Beneficia el enraizamiento.
- Equilibra los efectos de las altas dosis de nitrógeno (Fertiberia , 2011).

2.2.1.6.3. Potasio.

- Aumenta el rendimiento y la calidad del producto.
- Favorece el acaparamiento y el transporte de hidratos de carbono a la raíz.
- Estimula la asimilación de nutrientes y mejora la resistencia a la sequía.
- Neutraliza la acción del exceso de nitrógeno (Fertiberia , 2011).

2.2.1.6.4. Magnesio.

- Permite la adecuada fotosíntesis.
- La función más importante es en la formación de azúcares (Fertiberia , 2011).

2.2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de remolacha

2.2.1.7.1. Suelo

Este cultivo de remolacha asimila de mejor manera los nutrientes a través de la raíz por lo que prefiere suelos de composición media que no sean muy húmedos, se consigue mayor precocidad en suelos arenosos con un pH adecuado de 7 a 7,5 (Japon, 2006).

2.2.1.7.2. Temperatura

La temperatura óptima de germinación se sitúa alrededor de los 15°C, tardando unos 15 días en nacer (Japon, 2006).

2.2.1.7.3. Clima

Este cultivo prefiere climas templados y húmedos, aunque resiste tanto el calor como el frío (Japon, 2006).

2.2.1.8. Plagas y enfermedades

2.2.1.8.1. Plagas

- Gusanos blancos (*Anoxia villosa*) En estado larvario vive dos años, y el ciclo biológico completo dura tres años. Los daños causados por estos insectos no son muy graves (Rogerlin, 2013).
- Mosca de la remolacha (*Pegomya betae*): Aunque este gorgojo está muy extendido, no suele causar daños graves, aunque las condiciones climáticas favorables han obligado al agricultor a replantar. Los adultos emergen en primavera, dos generaciones por año. La larva tiene un tamaño de 6-8 mm y se asienta en la epidermis de las hojas de remolacha. Las hembras ponen sus huevos en las hojas inferiores, y cuando los huevos eclosionan, las larvas eclosionan y se entierran en las hojas, comiendo su epidermis (Rogerlin, 2013).
- Pulgones (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*): Son los parásitos más comunes de las plantas de remolacha, causando daños considerables por ser vectores de virus. El momento de aparición de los pulgones varía según el clima, los huevos eclosionan cuando la temperatura ambiente es de 5 °C. Se observaron pulgones verdes en los cotiledones de la remolacha durante los inviernos templados (Rogerlin, 2013).

- Tiña (*Scrobipalpa ocellatella*): Oruga que come las hojas del capullo, donde forma galerías y las cubre de seda. Hace que las hojas de las plantas se pudran (Rogerlin, 2013).
- Colémbolos: Son insectos blancos de unos 10 mm de tamaño. Necesitan un ambiente húmedo para vivir. Se comen las semillas, lo que les dificulta la eclosión (Rogerlin, 2013).

2.2.1.8.2. Enfermedades

- Oidio (Erysiphe comunis): Esta enfermedad es promovida por el aumento contrario de las altas temperaturas y el uso de agua calcárea o salada para el riego. La temperatura óptima para el desarrollo de esta enfermedad ronda los 20 °C. Los síntomas aparecen en las hojas exteriores cuando están cubiertas con pulpa algodonosa blanca y se ven pulverulentas. El daño que provoca esta enfermedad es una reducción del rendimiento al reducirse la capacidad fotosintética debido a la presencia de este hongo en las hojas (Rogerlin, 2013).
- Roya (*Uromyces betae*): Esta enfermedad suele aparecer a finales de verano. Sus síntomas son fáciles de reconocer, pues aparecen pequeñas pústulas de 1 mm. de diámetro de color marrón o naranja, que contiene un polvo rojizo que mancha y se adhiere a las superficies superior e inferior de las hojas cuando se toca. El daño no es muy significativo, pero los ataques muy fuertes pueden causar una pérdida de rendimiento de casi el 10% debido al secado de las hojas (Rogerlin, 2013).
- Mildiu de la remolacha (*Peronospora schachtii*): Este hongo ataca las hojas enroscando sus bordes, provocando que en el envés aparezca una floración gris-púrpura, que corresponde a la fertilidad del hongo (Rogerlin, 2013).
- Amarillez virótica: Esta enfermedad es causada por los pulgones, especialmente el virus que transmite el pulgón negro del frijol, que es muy común en la remolacha y transmite la enfermedad de una planta a otra. Los síntomas aparecen en verano por el amarillamiento de las hojas, aunque estos síntomas pueden confundirse con otra clorosis similar. Sin embargo, esta clorosis es provocada por un virus que empieza a amarillear las hojas desde las puntas hasta que todo el grano está listo (Rogerlin, 2013).
- Lepra (*Physoderma leproides*): El daño se presenta tanto en las hojas como en la corona de la raíz (tumores). La época de lluvias favorece el desarrollo del

hongo. No se deben tallar los tumores, porque esto rompe las esporas del hongo y, por lo tanto, propaga la enfermedad (Rogerlin, 2013).

2.2.2. Bioestimulante foliar

Un bioestimulante puede ser una sustancia o microorganismo que, aplicado a las plantas, es capaz de mejorar la eficiencia de estas y la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés biótico o abiótico, o mejorar sus características agronómicas. Tiene el objetivo de estimular, mejorar y promover procesos biológicos y fisiológicos del cultivo, haciéndolos más eficientes (García, 2017).

2.2.2.1. Biol

Biol es un abono orgánico de fácil preparación que da excelentes resultados en los cultivos. Se puede elaborar con plantas repelentes y minerales para tratar carencias nutricionales (INIAP, 2011).

El biol, promueve los procesos y estimula el crecimiento de las plantas, funcionando especialmente sobre follaje, raíces y floración (MAG, 2022).

2.2.2.2. Composición nutricional del biol

El biol además de ser fuente de nutrientes (N, P, K, Ca.), también es un fitoregulador de crecimiento porque contiene fitohormonas que aceleran el crecimiento del follaje (vigor), inducen a la floración y fructificación y aceleración la maduración de los cultivos (MAG, 2022).

El biol es un mejorador de la disponibilidad de nutrientes del suelo, aumenta su disponibilidad hídrica, y crea un micro clima adecuado para las plantas. Debido a su contenido de fitoreguladores promueve actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas, favorece su enraizamiento, alarga la fase de crecimiento de hojas (quienes serán las encargadas de la fotosíntesis), mejora la floración, activa el vigor y poder germinativo de las semillas. Todos estos factores resultaran en mayor productividad de los cultivos y generación de material vegetal. El biol puede aumentar la producción de un 30% hasta un 50%, además que protege de insectos y recupera los cultivos afectados por heladas (MAG, 2022).

En la siguiente tabla 2 se muestra los macro y micronutrientes contenidos en el biol.

Tabla 2. Composición del biol elaborado del Centro Experimental San Francisco

PARÁMETROS EVALUADOS	UNIDADES	RESULTADOS
pH		5,2
Nitrógeno total	mg N*L ¹	25.009
Nitrógeno Amoniacal	mg Nh3*L ¹	0.5900
Nitratos	mg Nh3*L ¹	0.4476
Fósforo total	mg P*L ¹	12.984
Potasio	mg K*L ¹	19.233
Sodio	mg Na*L ¹	0.699
Calcio	mg Ca*L ¹	8.323
Cadmio	mg Cd*L ¹	0.010
Magnesio	mg Mg*L ¹	0.202
Hierro	mg Fe*L ¹	30.100
Antimonio	mg Sb*L ¹	0.866
Cobalto	mg Co*L ¹	0.866
Cobre	mg Cu*L ¹	0.231
Manganeso	mg Mn*L ¹	5.710
Zinc	mg Zn*L ¹	2.789

Fuente. Adoptado de Eurofins agro Ecuador (2023)

2.2.2.3. Enmienda mineral

Es un producto que se agrega al suelo para mejorar las características físicas, químicas o biológicas para que las nuevas condiciones sean más adecuadas para las plantas. Estas nuevas condiciones permiten que el suelo esté más aireado, tenga permeabilidad, este biológicamente activo y con mejores condiciones químicas, ayudándolo a liberar y facilitar la disponibilidad de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas y promover un mejor desarrollo de las raíces de los cultivos (Rioclaro, S.f).

2.2.2.4. Harina de rocas

La harina de roca es un recurso natural mundial que permite la remineralización del suelo y se utiliza cada vez más como sustituto de los fertilizantes químicos utilizados principalmente en la agricultura orgánica (Canteras el cerro, 2021).

Según investigaciones científicas ejecutadas por la Universidad de Brasilia, el uso de harinas de rocas incrementa la producción hasta un 80%, también mejora la composición nutricional de los alimentos cultivados; brindando gran cantidad de proteínas, minerales, vitaminas y otros nutrientes (Cuenca, 2014).

Beneficios:

- Los nutrientes que aporta (macro y micro) propician un equilibrio nutricional entre el suelo y las planta.
- La harina de roca no contamina el suelo, el aire o el agua para los cultivos, conserva la humedad del suelo, mejora su estructura y estabiliza su pH.

- La harina de roca restablece las condiciones de la naturaleza para permitir un crecimiento más óptimo de los cultivos
- También reduce la erosión, aumenta la materia orgánica y neutraliza las toxinas potenciales (Canteras el cerro, 2021).

2.2.2.5. Aplicación de harinas de rocas

Las harinas de rocas han demostrado su efectividad como fertilizante y además de aportar los nutrientes básicos al suelo y a las plantas, estas aportan una gran cantidad de elementos así mismo, contiene las denominadas "Tierras Raras" que cumplen un papel muy importante en el desarrollo de los sistemas de defensa de las plantas (la producción de fitoalexinas), así como en la calidad nutracéutica de los alimentos.

2.2.2.6. Composición

Complejo mineral proveniente de rocas ricas en diversidad de elementos, que al molerse ayudan a la recomposición mineral del suelo, ayudando así a las plantas y al suelo a fortalecerse.

2.2.2.7. Características físicas y químicas de la harina de rocas

En la tabla 3, se muestra la composición de la harina de rocas que fue aplicado en el ensayo

Tabla 3. Composición de harina de rocas

ELEMENTOS	CONCENTRACIÓN
Fosforo	26.69 %
Hierro	12.76 %
Calcio	11.28 %
Magnesio	9.54 %
Manganeso	0.22 %
Cobre	0.02 %

Fuente. Adoptado de La Colina (2020)

2.2.3. Silicio

El silicio como mineral es un elemento estructural de refuerzo de la pared celular que fortalece el soporte físico de la planta y la protege contra ataques de factores externos. Además, tiene sinergia con el calcio, magnesio y potasio, lo que mejora su absorción y transporte en las plantas (Cultifort, 2022).

Beneficios incluidos:

- Mayor resistencia a plagas y enfermedades
- Aumento de la fotosíntesis

- Libera el estrés de las plantas
- Mejor equilibrio nutricional
- Mayor tolerancia a la sequía y al frío (Sela, 2020)

2.2.3.1. Función del silicio en las plantas

Según investigaciones se puede corroborar lo siguiente:

- El silicio es muy importante en la formación de estructuras de ramas y tallos en las plantas. El silicio se une al calcio y forma una capa de celulosa en su interior que reforzará la estructura de la planta. Con una estructura más resistente, la planta podrá aumentar el tamaño de sus brotes y frutos sin romper sus ramas. (Optigarden, 2022)
- Aumenta la producción de clorofila, lo que mejora el proceso de fotosíntesis de las plantas, consiguiendo una mayor producción de azúcar y energía, aumentando así el metabolismo de las plantas para aumentar el crecimiento y la producción de frutos y brotes. (Optigarden, 2022)
- Mejora la absorción de nutrientes, especialmente nitrógeno, potasio y magnesio. Podemos decir que el nitrógeno es el componente básico de la estructura de las plantas, el potasio es esencial para la formación de raíces y la síntesis de proteínas y el magnesio se utiliza en la producción de clorofila. Por tanto, una mayor absorción de nutrientes será muy beneficiosa para nuestras plantas. (Optigarden, 2022)
- Al fortalecer las paredes celulares de tallos y ramas, el silicio evitará que las plantas pierdan agua por evaporación, lo que ayudará a las plantas durante las estaciones secas y las hará más resistentes al estrés hídrico.
- La capa de celulosa formada por silicio también actúa como aislante térmico en la parte aérea de la planta. Esto los protege de temperaturas extremas, ya sea por frío o calor. (Optigarden, 2022)
- Esta capa de celulosa también fortalece el exterior de los tallos, ramas y hojas, haciendo que el exterior sea más duro para que sea más difícil que penetre cualquier tipo de picadura de plaga en interiores y exteriores.
- El silicio protege a las plantas de la toxicidad de los metales pesados como el mercurio, el aluminio o el plomo. Estos metales son muy peligrosos, incluso en cantidades muy pequeñas. (Optigarden, 2022)

Según estudios realizados demuestran “que una misma aplicación de silicio puede tener efectos distintos según la dosis, el estado fenológico y las condiciones climáticas”. (AEFA, 2019)

El potencial del silicio en la agricultura es enorme, sobre todo por lo que respecta a temas relacionados con la sostenibilidad: reducción del consumo de agua, mayor aprovechamiento de fertilizantes, mayor resistencia a plagas y enfermedades. (AEFA, 2019)

2.2.3.2. Concentración del silicio aplicado en el ensayo

En la tabla 4, se observa la concentración mineral contenida en el silicio que fue aplicado en el ensayo.

Tabla 4. Carga mineral del silicio (Wayra)

ELEMENTOS	CONCENTRACIÓN
Silicio	98 %
Sodio (Na ₂ O)	0.03%
Cloro	0.01 %
Hierro (Fe)	0.03 %
Zinc (Zn)	0.01 %
Boro (B)	0.01 %
Cobre (Cu)	0.01 %
Manganeso (Mn)	0.01 %
Cobalto (Co)	0.02 %
Molibdeno (Mo)	0.01 %
Bario (Ba)	0.01 %
Titanio (Ti)	0.01 %
Estroncio (Sr)	0.01 %
Zirconio (Zr)	0.01 %
Galio (Ga)	0.01 %
Vanadio (V)	0.01 %

Fuente. Adoptado de Colina (2020)

2.2.3.3. Beneficios de silicio en la agricultura

Es un fertilizante orgánico natural al poseer más de 30 micro elementos minerales necesarios para los cultivos.

- Tiene acción fungistática: impide la penetración de zoosporas, esporas y esporangios.
- Tiene acción insecticida: absorbe la cera de los insectos ocasionando muerte por deshidratación, provoca separación de los músculos de la valva traqueola, perforación de las paredes de la tráquea, deterioro mandibular por abrasión, desgarradura del esófago y de quitina en los pliegues de las articulaciones.
- Tiene acción acaricida y nematocida.
- No produce resistencia en las futuras generaciones de las plagas.
- No es fitotóxico.

- No contamina el medio ambiente.
- Estimula el macollamiento (mayor número de hojas, mejora el rendimiento).
- Mejora la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Hierro y Zinc.
- Acelera la degradación de la materia orgánica.
- Aumenta la masa de raíces.
- Mejora la sanidad, calidad y durabilidad del producto.
- Mejora la estructura del suelo e incrementa la fertilidad para futuras siembras (La Colina, 2020)

2.2.3.4. Fertilizante químico (Foliar gold super)

Es un fertilizante cristalino de alta pureza, totalmente soluble al agua. Es una fuente balanceada de Nitrógeno, Potasio, y Fósforo cuyo contenido de cloruros es muy alto. Para uso en varios cultivos, como corrector carencial de macroelementos vía foliar o radicular (GVM Corp. S.A., 2021).

2.2.3.5. Método de acción

FOLIAR GOLD SUPER: Penetra y es absorbido por la planta a través de las hojas y de sus partes verdes. Los aminoácidos libres son directamente asimilables por la planta, lo que hace que el producto actúe de forma muy rápida, incrementando el aprovechamiento de los macro y micronutrientes que incorpora (GVM Corp. S.A., 2021).

Puede aplicarse en momento que sea necesario un suplemento nutritivo N-P-K para el aumento de la calidad y cantidad de la cosecha, para la superación de situaciones de estrés, heladas, sequías y daños por herbicidas (GVM Corp. S.A., 2021).

2.2.3.6. Composición química

En la tabla 5, se detalla la composición con los nutrientes contenidos en el fertilizante quelatado foliar gold super

Tabla 5. Composición química de Foliar gold super

ELEMENTO	CONCENTRACIÓN
Nitrógeno (N)	9%
Fósforo (P ₂ O ₅)	24%
Potasio (K ₂ O)	27%
Calcio (Ca)	0.02%
Magnesio (Mg)	1%
Azufre (S)	0.1%
Boro (B)	0.03%
Hierro (Fe)	0.04%
Cobre (Cu)	0.01%
Manganeso (Mn)	0.04%
Zinc (Zn)	0.05%
Molibdeno (Mo)	0.05%

Fuente. Adoptado de GVM Corp. S.A (2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se efectuó la recolección de datos numéricos con los que se realizó el análisis estadístico con la finalidad de comprobar la eficacia de los bioestimulantes con harina de rocas y silicio en la producción del cultivo de la remolacha.

3.1.2. Tipo de Investigación

Investigación experimental debido a que se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para realizar los debidos tratamientos.

3.2. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis alternativa

La utilización de bioestimulantes mineralizados con harina de roca y silicio mejoraran rendimiento del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el centro experimenta San Francisco.

3.1.2. Hipótesis nula

La utilización de bioestimulantes mineralizados con harina de roca y silicio no mejoran el rendimiento del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el centro experimental San Francisco.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En la tabla 6, se muestra la operacionalización de las variables dependientes e independientes de acuerdo a lo planteado en la investigación.

Tabla 6. Operacionalización de las variables

VARIABLE DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable independiente	Biol	El biol se aplicó en dosis de 5%, 10%, 15% por cada litro que contiene la bomba en un periodo 15, 30, 45 y 60 días posteriores.	La aplicación del biol se la realizó foliar referente al análisis del suelo y de acuerdo a sugerencia de expertos.	De forma manual se utilizó la bomba
	Biol + Silicio	Se aplicó el biol en las dosis de 5%, 10%, 15% más el silicio se añadió 50 gr, cada 15, 30, 45 y 60 días posteriores.		De forma manual se utilizó la bomba
	Biol+ Harina de rocas	Se aplicó el biol en las dosis de 5%, 10%, 15% más la harina de rocas se le añadió 60 gr, cada 15, 30, 45 y 60 días posteriores.		De forma manual se utilizó la bomba
	Testigo químico (Foliar gold)	El químico se aplicó en dosis sugerida por la casa comercial en el ensayo.		De forma manual se utilizó la bomba
Dependiente: el cultivo de la planta de remolacha	Altura de planta	Altura en centímetros	Se midió a partir de los 15 días después de haber aplicado el biol junto a la harina de roca y silicio en los diferentes tratamientos utilizando un flexómetro la medición se la realizó desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja los datos se obtuvieron a los 15, 30, 45, 60 días después de la siembra.	Flexómetro, libro de campo, esfero y observación
	Numero de hojas	Numero de entero	Se contó manualmente sin estropear cada una de las plantas a partir de los 15 días después de haber aplicado el biol junto a la harina de roca y silicio en los diferentes tratamientos, los datos se	

			obtuvieron a los 15, 30, 45, 60 días después de la siembra.	
Ancho de hoja		Ancho en centímetros	Se midió el ancho de la hoja más desarrollada a partir de los 15 días después de haber aplicado el biol junto a la harina de roca y silicio en los diferentes tratamientos utilizando un flexómetro. Los datos se obtuvieron a los 15, 30, 45, 60 días después de la siembra.	Flexómetro, libro de campo, esfero y observación
Peso de raíz		Peso en kilogramos	Se pesó la raíz después de la cosecha mediante una balanza digital.	Balanza, libro de campo y esfero
Diámetro de raíz		Diámetro en centímetros	Se midió el diámetro de raíz al final de cosecha con un calibrador.	Calibrador (pie de rey). Libro de campo y esfero
Rendimiento tratamiento	por	Rendimiento en kilogramos por unidad experimental.	Se pesó la producción por unidad experimental en kilogramos.	Libro de campo, balanza y computadora.
Rendimiento hectárea	por	Rendimiento en kilogramos por hectárea	Se tomó en cuenta la producción de cada tratamiento haciendo relación a una hectárea	Computadora

3.4. METODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

El experimento se implementó en el Centro Experimental San Francisco, ubicada cerca del cantón Huaca. A una altitud de 2780 msnm, con una temperatura promedio de 12,7 °C, la humedad relativa del 78% y una precipitación promedio anual de 779 – 1200 mm, como se observa en la figura 1.



Figura 1. Ubicación del experimento

3.4.2. Superficie del experimento

El ensayo tuvo una superficie total de 403 metros cuadrados siendo las dimensiones del área de terreno de largo 31 metros y de ancho 13 metros el cual se dividió en 40 unidades experimentales cada unidad consta de 2 metros de ancho y 2 metros de largo.

3.4.3. Caracterización del ensayo

El ensayo se realizó a campo abierto, donde se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones dando un total de 40 unidades experimentales cada tratamiento consto de 32 plantas de las cuales fueron 6 fueron evaluadas y se les aplicó un a análisis de varianza y una prueba de significancia de Tukey al 5% y se detalla en la figura 2.

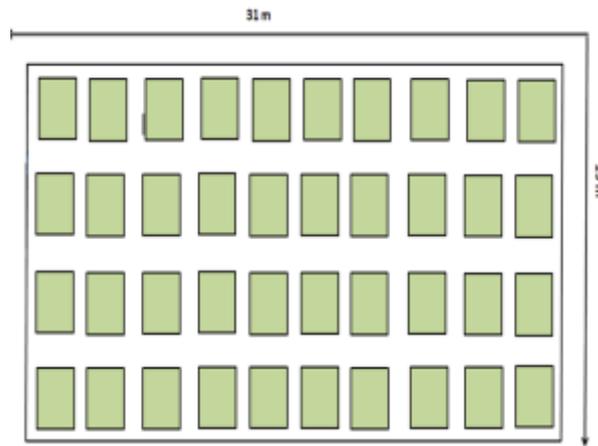


Figura 2. Caracterización del ensayo

3.4.4. Distribución de los tratamientos

El ensayo consta de 10 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de cuarenta unidades experimentales, los cuales fueron distribuidos de la siguiente manera como se detalla en la figura 3.

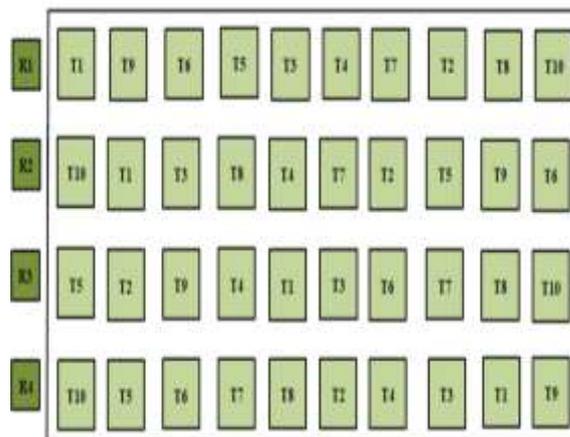


Figura 3. Distribución de los tratamientos

3.4.5. Población y muestra

La población de esta investigación estuvo representada en 403 metros cuadrados consta de 1280 plantas de remolacha con la variedad Mesa boro la cual está dividida en 40 unidades experimentales cada unidad experimental consta de cuatro hileras cada una de ellas contiene 8 plantas, obteniendo un total de 32 plantas en cada unidad experimental.

La muestra estuvo constituida por la parcela neta la cual se toma en cuenta 6 plantas para su respectiva evaluación con un total de 320 plantas a evaluarse en cada

muestreo, las variables respuesta son: altura de planta, ancho de hoja, número de hojas, diámetro de raíz y peso de raíz la cual se muestra en la figura 4.

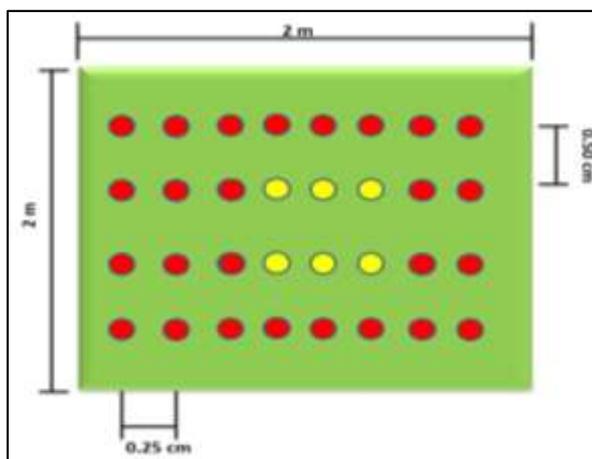


Figura 4. Diseño de la unidad experimental

3.4.5.1. Tratamientos

La investigación estuvo constituida por 3 bioestimulantes orgánicos más 3 porcentajes de dosificación y un fertilizante químico, la cual se aplicó en el experimento y se detalla en la tabla 7.

Tabla 7. Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua
T2	Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua
T3	Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua
T4	Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca
T5	Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca
T6	Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca
T7	Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio
T8	Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio
T9	Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio
T10	Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr / 1L de agua

3.4.5.2. Características del diseño experimental

En la siguiente tabla 8 se detalla las características del diseño experimental que se utilizó en el experimento en campo.

Tabla 8. Características del diseño experimental

DATOS DEL EXPERIMENTO	DIMENSIONES
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	40
Área total de la unidad experimental	4 m ²
Largo de la unidad experimental	2 m
Ancho de la unidad experimental	2 m
Área total de las unidades experimentales	160 m ²
Número de hileras por unidad experimental	4

Distancia entre plantas	0,25 m
Número de plantas por hilera	8 plantas
Número total de plantas por unidad experimental	32 plantas
Distancia entre repetición	1 m
Distancia entre parcelas:	1 m
Área total del ensayo	403 m ²
Número de plantas en el ensayo	280

3.4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En la tabla 9, se detalla el análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental (ANAVAR).

Tabla 9. Análisis de varianza

FUENTE DE VARIACIÓN	FÓRMULA	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	T-1	9
Rep/Bloq	B-1	3
Error experimental	(T-1) (B-1)	27
Total	Tr-1	39

3.5.2. Instrumentos de investigación

3.5.2.1. Preparación del suelo

El experimento se realizó a campo abierto, dentro de la preparación del suelo se hizo uso del tractor de la finca para lograr un mejor aflojamiento de la tierra, posteriormente se procedió a nivelar el suelo donde se utilizó una piola y cuatro estacas, después de haber nivelado se realizó el trazado de las unidades experimentales con las medidas establecidas con sus respectivos caminos por unidad experimental.

3.5.2.2. Adquisición de plántulas

Las plántulas de la variedad "mesa boro" que se usaron en el ensayo de campo fueron adquiridas del semillero ubicado en la localidad de la parroquia de Julio Andrade, las plántulas no presentaron ninguna enfermedad ni plagas por lo que fueron adecuadas para realizar su debido trasplante.

3.5.2.3. Trasplante

El trasplante se realizó de forma manual a una distancia de 0,25 cm entre plantas y a 0,50 cm entre hileras, las plántulas que se utilizó tenían de tres a cuatro hojas verdaderas, estas eran libres de plagas y enfermedades.

3.5.2.4. Fertilización

La variedad de remolacha que se cultivó fue "mesa boro", la fertilización se realizó con el biol de la Universidad y también se le aportó con harina de rocas y silicio ya

que aportan más cantidad de potasio y fósforo que es un requerimiento necesario para el desarrollo de la planta remolacha.

Las dosis de fertilización se realizaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo y en función del análisis de suelo, los productos utilizados, se aplicó el biol en las dosis de 50 ml, 100 ml y 150 ml más el silicio se añadió 50 gr por cada litro de agua, se aplicó cada 15, 30, 45 y 60 días posteriores y biol en las dosis de 50 ml, 100 ml y 150 ml más harina de rocas se añadió 60 gr por cada litro de agua, cada 15, 30, 45 y 60 días posteriores después de la siembra.

3.5.2.5. Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos radicó en la aplicación de biol con dosificación de 50 ml, 100 ml y 150 ml y añadiendo el silicio que se le colocó 50 gramos por cada litro de agua y en harina de rocas 60 gramos por cada litro de agua, por otra parte, el testigo químico se utilizó la dosis recomendada por la casa comercial Fertiza que es 1 gr por cada litro de agua esto se realizó por aspersión en cada uno de las unidades experimentales.

3.5.2.6. Las deshierbas

La deshierba se realizó con el uso de azadón debido a que se observó la presencia de una gran cantidad de malezas en el área del ensayo, esta labor se realizó cuatro veces durante el desarrollo del cultivo.

3.5.2.7. La cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, iniciando con el corte del tallo para así tener el raíz, luego se procedió a lavar la remolacha posteriormente se procedió a medir, pesar y a coger los datos correspondientes para lograr obtener datos exactos en el rendimiento.

3.4.7. VARIABLES EVALUADAS

- **Altura de planta**

Esta variable tiene el fin de medir la velocidad de crecimiento, y consistió en medir cada 15 días la altura de la planta utilizando un flexómetro y expresados en centímetros. El punto de inicio para la medición fue la base del tallo hasta el meristema apical.

- **Número de hoja**

En función de cumplir con esta variable, se contabilizaron el número de hojas que se generaron en seis plantas de cada unidad experimental, la frecuencia de las lecturas fue cada 15 días.

- **Ancho de hoja**

En esta variable se procedió a medir el ancho de la hoja más desarrollada de cada una de las seis plantas que fueron evaluadas de cada unidad experimental, este proceso se realizó mediante un flexómetro y estuvo expresado en cm, datos que fueron recolectados cada 15 días hasta finalizar el cultivo.

- **Peso de raíz**

En esta variable se ejecutó la toma del peso de la raíz cosechada en punto de su madurez fisiológica, para lo cual se utilizó una balanza digital y estuvo expresado en kilogramos.

- **Diámetro**

Para esta variable se procedió a medir el diámetro de la raíz cosechada mediante el uso de un calibrador, este dato estuvo expresado en cm.

- **Rendimiento**

En esta variable se procedió a pesar los tubérculos cosechados de cada unidad experimental, donde se utilizó una balanza digital que estuvo expresado en kilogramos

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Se utilizó el análisis de varianza para evaluar si existe diferencia significativa entre todos los tratamientos que se utilizó en el experimento. Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para efectuar la comparación entre los distintos tratamientos.

4.1.1. Altura de planta

En la Tabla 10, se observa los resultados del análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt). Es necesario indicar que, las cuatro etapas analizadas presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos estudiados en el experimento, las cuales mostraron promedios de 11.61 cm, 19.28 cm, 23.82 cm y 28.59 cm con coeficientes de variación de 16.17, 11.13, 8.77 y 8.88 respectivamente.

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

F.V	G.L	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
		P-VALOR			
Rep/Bloq	3	0.5370	0.7900	0.1749	0.1400
Tratamientos	9	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Error	230				
Total	239				
Media		11.61	19.28	23.82	28.59
CV (%)		16.17	11.13	8.77	8.88

Leyenda: F.V= Fuente de variación; G.L= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, muestra que, a los 15 ddt tuvo una media 13.23 cm siendo el mejor tratamiento el T5, seguido del T3 que tuvo una media de 13.03 cm y el tratamiento que menor resultados obtuvo fue el T6 con un valor de 10.26

cm; a los 30 ddt el tratamiento que alcanzó mayor altura fue el T9 con una media de 22.67 cm y el tratamiento menos favorable fue el T10 con una media 13.90 cm; a los 45 ddt el mejor tratamiento fue el T9 con un promedio de 29.00 cm y el tratamiento menos favorable fue el T10 que tuvo un resultado de 16.70 cm; a los 60 ddt el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue el T9 con un valor de 39.78 cm de promedio y el que menor resultado presentó fue el T10 con una media de 23.25 cm.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta

TRATAMIENTO	15ddt		30 ddt		45 ddt		60 ddt	
	MEDIA							
T1	11.32	BCD	17.08	C	22.92	D	26.94	DE
T2	12.47	ABC	22.22	AB	25.50	B	28.00	CD
T3	13.03	A	21.77	AB	25.07	BC	29.36	BC
T4	12.89	AB	16.89	C	23.31	CD	26.70	DE
T5	13.23	A	17.73	C	22.38	D	25.67	E
T6	10.26	D	20.51	B	25.49	B	28.08	CD
T7	10.95	CD	21.78	AB	24.89	BC	27.64	CDE
T8	10.47	D	18.27	C	22.96	D	30.49	B
T9	11.14	CD	22.67	A	29.00	A	39.78	A
T10	10.29	D	13.90	D	16.70	E	23.25	F

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ddt= días después del trasplante; ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos para la variable altura de planta en 3 de los 4 datos tomados, se puede evidenciar que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que el silicio es un elemento indispensable que interviene en los mecanismos metabólicos de regulación de nutrientes y por ende ayuda a que la planta crezca de una forma sana y libre de plagas. Lo cual se puede corroborar con Castellanos, de Mello, & Silva (2015) quienes indican que si se siembra plantas con la aportación de silicio este juega un papel fundamental debido a que refuerza las paredes celulares de la epidermis logrando que la planta sea robusta y más resistente. Datos similares presentó Chauca (2012) quien señala que la altura de planta a los 60 ddt tuvo un valor promedio de 25.27 cm, es decir que el tratamiento aplicado en esta investigación tuvo mayor relevancia en la función del crecimiento debido a que estimuló los procesos metabólicos de los nutrientes absorbidos por las plantas logrando un buen desarrollo. Coincidiendo con Cuenca (2014) quien puntualiza que obtuvo mayor altura fue a los 70 días después del trasplante aplicando biol al 50 % con un valor de 31.1 cm diferenciándose entre los más tratamientos.

4.1.2. Número hojas

En la tabla 12, se observa los resultados del análisis de varianza para la variable número de hojas a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt). En donde es preciso hacer énfasis en las cuatro valoraciones efectuadas durante el experimento donde presenta diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 24.98%, 19.87%, 15.14%, 13.07% a los 15, 30, 45 y 60 respectivamente; mostrando, además, una media de 4.62, 9.35, 13.27 y 16.30 hojas en relación a los días mencionados.

Tabla 12. Análisis de varianza para el número de hojas.

F.V	G.L	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
		P-VALOR			
Rep/Bloq	3	0.4849	0.1223	0.1651	0.4654
Tratamientos	9	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Error	230				
Total	239				
Media		4.62	9.35	13.27	16.30
CV (%)		24.98	19.87	15.14	13.07

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 13, prueba de medias de Tukey al 5% para la variable número de hojas a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt) se puede observar que a los 15 ddt el mejor tratamiento fue el T8 con una media de 5.66 y los tratamientos que tuvieron valores menos favorables fueron el T2 y T3 que tuvieron un igual promedio de 3.91; a los 30 ddt el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T9 con una media de 17.04 y el menor resultado que presentó fue el tratamiento T10 con una media de 6 hojas; a los 45 ddt se puntualiza que el tratamiento más eficaz fue el T9 con un promedio de 22.70 y el tratamiento menos favorable fue el T1 con una media de 9.54; finalmente, a los 60 ddt el mejor tratamiento fue el T9 con una media de 26.41 mientras que el tratamiento que más bajo resultado dio fue el T1 con un promedio de 12,70.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para la variable número de hojas.

TRATAMIENTO	15ddt		30 ddt		45 ddt		60 ddt	
	MEDIA							
T1	4.04	C	6.70	EF	9.54	F	12.70	F
T2	3.91	C	7.91	DE	10.12	F	12.79	EF
T3	3.91	C	6.75	EF	10.70	EF	14.66	CDE
T4	4.95	ABC	8.95	CD	12.20	CDE	14.12	DEF
T5	4.62	ABC	8.58	D	12.04	CDE	14.79	CD
T6	5.16	AB	8.66	B	12.70	CD	15.62	CD
T7	5.20	AB	10.33	C	13.66	C	16.33	C
T8	5.66	A	12.54	B	17.75	B	21.20	B
T9	4.25	BC	17.04	A	22.70	A	24.41	A
T10	4.50	BC	6.00	F	11.33	DEF	14.41	CDEF

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ddt= días después del trasplante; ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos en la variable número de hojas en 3 de los 4 datos tomados, se puede evidenciar que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio50 gr) en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que el biol es procedente de estiércol y este contiene un valor alto en nitrógeno que ayuda a mejorar la absorción de los nutrientes e influye en el crecimiento sano de la planta y por ende la planta tenga más follaje, estos datos son similares con Chauca (2012) quien afirma que al aplicar un bioestimulante elaborado a base de estiércol brinda muchos beneficios a la planta estimulando su vigorosidad. Corroborando con Cuenca, (2014) quien afirma que el uso de biol en dosis adecuadas y basándose en el análisis de suelo esto ayuda a mejorar los brotes del cultivo de remolacha es por esta razón que en este estudio logró alcanzar un promedio de 12 hojas por planta esto dependiendo de la variedad sembrada. Coincidiendo con Terranova (2014) quien en su investigación en la etapa de cosecha obtuvo un valor de 11 hojas indicando que el tratamiento aplicado hizo mayor énfasis logrando una buena cantidad de follaje.

4.1.3. Ancho de la hoja

En la tabla 14, se visualiza los resultados del análisis de varianza para la variable ancho de la hoja a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt). Cabe mencionar que las cuatro etapas evaluadas en el experimento presentan diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) entre tratamientos analizados. Con coeficientes de variación de 33.07%, 19.09%, 16.12% y 10.10% a los 15, 30, 45 y 60 respectivamente; mostrando,

además, una media de 1.51 cm, 3.60 cm, 6.07 cm y 8.32 cm de ancho de hoja en cada planta evaluada en relación a los días mencionados.

Tabla 14. Análisis de varianza para el ancho de las hojas.

F.V	G.L	P-VALOR			
		15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
Rep/Bloq	3	0.1843	0.8668	0.1239	0.1722
tratamientos	9	<0.01**	<0.01**	<0.01**	<0.01**
Error	230				
Total	239				
Media		1.51	3.60	6.07	8.32
CV (%)		33.07	19.09	16.12	10.10

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 15. Prueba de medias Tukey al 5% para la variable ancho de hoja los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt) se puede observar que a los 15 ddt el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 2.25 cm y los tratamientos menos favorables fueron el T5 y T10 con promedios de 1.26 y 1.22 cm; a los 30 ddt el tratamiento que mejor resultado tuvo fue el T9 con una media de 5.36 cm y los tratamientos que menor resultado presentaron fueron el T2 y T3 con una media de 2.77 y 2.80 cm; a los 45 ddt se puntualiza que el tratamiento más eficaz fue el T9 con un promedio de 8.37 cm y los tratamientos que tuvieron valores menos favorables fueron el T2, T3, T4 y T10 que tuvieron promedios de 4.97 cm, 4.91 cm, 4.95 cm y 5.06 cm según el orden de los tratamientos mencionados; finalmente, a los 60 ddt el mejor tratamiento fue el T9 con una media de 11.67 cm mientras que los tratamientos que más bajos resultados fueron el T2, T3 y T10 con un promedio de 6.87 cm, 6.69 cm y 6.89 cm respectivamente.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5 % para la variable ancho de la hoja.

TRATAMIENTO	15 ddt		30 ddt		45 ddt		60 ddt	
	MEDIA							
T1	2.25	A	3.22	DEF	5.15	D	8.31	D
T2	1.77	B	2.77	F	4.97	D	6.87	F
T3	1.35	BC	2.80	F	4.91	D	6.69	F
T4	1.49	BC	3.49	CDE	4.95	D	7.31	EF
T5	1.26	C	3.27	DEF	6.92	BC	9.58	B
T6	1.36	BC	3.82	BCD	6.05	C	8.05	DE
T7	1.37	BC	3.96	BC	7.30	B	8.73	CD
T8	1.44	BC	4.25	B	7.07	B	9.11	BC
T9	1.64	BC	5.36	A	8.37	A	11.67	A
T10	1.22	C	3.00	EF	5.06	D	6.89	F

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ddt= días después del trasplante; ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos en la variable ancho de la hoja en las cuatro etapas evaluadas indica que el tratamiento más eficaz fue el T9 (Biol 15% + Silicio) en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que la combinación de este bioestimulante contiene los nutrientes necesarios que requiere la planta ya que el biol le ayuda a crecer y el silicio ayuda fortalecer las paredes celulares de la epidermis y por ende beneficia la productividad, coincidiendo con Mendiet & Vargas, (2018) quienes aseveran que la combinación de un fertilizante orgánico y un mineral es una buena opción para las fases de crecimiento y desarrollo de las plantas ya que incrementa el rendimiento. Corroborando con Conicit (2017) quien testifica que el tamaño de las hojas de las plantas cambia según la diferencia de temperatura entre la planta y su entorno de día y de noche. Los resultados también confirman que el tamaño de la hoja tiene un gran impacto en el funcionamiento del ecosistema.

4.1.4. Diámetro de raíz

En la tabla 16. Se observa los resultados del análisis de varianza para la variable diámetro de la raíz de la remolacha a los 60 días después del trasplante, cabe mencionar que hay diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos estudiados en el experimento con un coeficiente de variación de 14.94% y un promedio de 7.34 cm de diámetro.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro de la raíz.

F.V	G.L	60 ddt
		P-VALOR
Rep/Bloq	3	0.1703
Tratamientos	9	<0.01**
Error	230	
Total	239	
Media (cm)	7.34	
CV (%)	14.94	

Leyenda: F.V= Fuente de variación; G.L= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 17. Prueba de medias Tukey al 5% para la variable diámetro de la raíz de la remolacha a los 70 días después del trasplante (ddt), se observa el rango de cotejos donde muestra que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) con una media de 9.92 cm y mientras que el tratamiento menos favorable fue el T10 que tuvo un valor de 5.58 cm.

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5 % para la variable diámetro de la raíz.

TRATAMIENTO	60 ddt	
	MEDIA	
T9	9.92	A
T8	8.67	B
T7	7.81	BC
T5	7.29	CD
T3	7.22	CD
T6	7.20	CD
T4	6.86	CD
T1	6.44	DE
T2	6.38	DE
T10	5.58	E

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ddt= días después del trasplante; ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos en la variable diámetro de la raíz de la remolacha, siendo el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) el tratamiento con mayor eficacia, en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que el bioestimulante aplicado contiene nitrógeno, proteínas, aminoácidos que son nutrientes esenciales para el crecimiento de la masa, por otro lado el silicio reduce el estrés en la planta lo que beneficia el desarrollo de la remolacha logrando una raíz grande y carnosa, estos valores son similares con Dalmasio (2020) quien asegura que el uso del biol acompañado de microorganismos eficiente EM en el cultivo de *beta vulgaris l.* promueve la fructificación, maduración brindando productos de calidad; lo cual se logró obtener un excelente promedio del diámetro de la raíz ecuatorial. Coincidiendo con Cuenca

(2014) el cual nos indica que en su investigación los bioles preparados al ser aplicados al follaje y suelo aportaron muchos nutrientes a la planta por lo que generó un incremento significativo entre los mas tratamientos dando como resultado un promedio de 7.6 cm de diámetro, el cual corresponde al biol al 50 % mostrando que este realizó mayor función en la planta.

4.1.5. Peso de la raíz en kilogramos

En la tabla 18, se observa los resultados del análisis de varianza para la variable peso en kg en el momento apto de su cosecha que fue a los 70 ddt. En donde se puede apreciar que tuvo que hay diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) entre los tratamientos estudiados en el experimento con un coeficiente de variación de 26.56% y un promedio de 0.636 kg de peso de raíz.

Tabla 18. Peso de la raíz en kilogramos

F.V	G.L	60 ddt
		P-VALOR
Rep/Bloq	3	0.2000
Tratamientos	9	<0.01**
Error	230	
Total	239	
Media (Kg)	0.636	
CV (%)	26.56	

Leyenda: F.V= Fuente de variación; G.L= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 19. Prueba de medias Tukey al 5% para la variable peso de la raíz de la remolacha a los 70 días después del trasplante (ddt), se observa el rango de cotejos donde muestra que el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) con una media de 1.379 kg y mientras que los tratamientos menos favorables fueron el T2 y T10 que tuvieron un valor de 0.398 y 0.397 kg.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el peso de raíz en kilogramos

TRATAMIENTO	60 ddt	
	MEDIA	
T9	1.379	A
T8	0.786	B
T7	0.697	BC
T6	0.610	CD
T5	0.579	CDE
T4	0.576	CDE
T3	0.509	DEF
T1	0.429	EF
T2	0.398	F
T10	0.397	F

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ddt= días después del trasplante; ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos para la variable peso de la raíz en kilogramos se observa que el mejor peso fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) presentando un valor promedio de 1.379 kg debido, probablemente, a que el biol asociado con un bioestimulante logró beneficiar a las plantas de remolacha haciendo que a través de la raíz absorba mayor cantidad de nutrientes por lo que se evidencia un excelente peso en este tratamiento, corroborando Pérez (2019) quien afirma que el biol combinado con otro elemento ayuda a mejorar los rendimientos de esta hortaliza y por ente obtuvo una mejor rentabilidad. Coincidiendo con León (2018) quien indica que el biol mas el mineral como el silicio es un fertilizante orgánico muy poderoso en las hortalizas ya que ayuda aumentar el desarrollo e incrementa los rendimietos.

4.1.6. Rendimiento total en kilogramos por tratamiento

En la tabla 20. Se visualiza los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento que se analizó el peso total en kilogramos por cada unidad experimental, en donde se distingue que a los 60 días después del trasplante(ddt) presenta diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 13.89% y una media de 10.17 Kg.

Tabla 20. Análisis de varianza del rendimiento total en Kg por tratamiento

F.V	G.L	Producción a los 60 días
		P-VALOR
Rep/Bloq	3	0.2007
Tratamientos	9	<0.01**
Error	30	
Total	39	
Media (Kg)	10.17	
CV (%)	13.89	

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación.

En la Tabla 21, se muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento total en kilogramos de los tratamientos, se puede observar la comparación de promedios de los rendimientos para cada tratamiento, en donde el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) que presento diferencia altamente significativa con una media de 13,99 kg mientras que el tratamiento que menor resultado obtuvo fue el T10 (Testigo químico) que registró un promedio de 5.34 kg de peso.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento total en Kg.

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN A LOS 60 DÍAS	
	MEDIA	
T9	13.99	A
T7	12.40	AB
T8	12.11	ABC
T6	11.67	ABC
T4	10.20	BC
T1	9.38	BC
T5	8.94	C
T2	8.90	C
T3	8.73	CD
T10	5.34	D

Leyenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento en kg por tratamiento, se observa que el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) logró tener mayor productividad, en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que el biol asociado a otro elemento mineral como lo es el silicio promueve el crecimiento y activa los mecanismos de defensa en contra de los factores climáticos, plagas y enfermedades ya que la planta fortalece el tejido vegetal, desarrollándose de una forma sana, además, el silicio tiene sinergia con el calcio que ayuda a que las plantas de

remolacha absorban con mayor facilidad este y otros nutrientes que promueven el engrosamiento de la raíz mejorando su productividad. Coincidiendo con Pérez (2019) quien afirma que en su investigación logró tener una mayor productividad de remolacha aplicando biol más un mineral que ayudó a activar el transporte de los nutrientes a toda la planta; estos datos son similares con León (2018) donde asegura que al aplicar dosis de biol al 10% tuvo una mayor ganancia de peso de la raíz; de igual manera corrobora Cultifort (2022) que la aplicación de silicio en la agricultura potencia el crecimiento, refuerza la inmunidad de la planta e incrementa el rendimiento.

4.1.7. Rendimiento en kg por hectárea

En la tabla 22. Se visualiza los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento en kg por hectárea con una media de 101705 kg por hectárea un coeficiente de variación de 13.89 %.

Tabla 22. Análisis de varianza del rendimiento en Kg por hectárea

F.V	G.L	PRODUCCIÓN A LOS 60 DÍAS
		P-VALOR
Rep/Bloq	3	0.6000
Tratamiento	9	<0.01**
Error	30	
Total	39	
Media (Kg)	101705	
CV (%)	13.89	

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; p-valor= Grado significativo; ** alta diferencia estadística significativa; C.V.= Coeficiente de Variación.

En la tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, se puede observar la comparación de promedios de los rendimientos para cada tratamiento, en donde el mejor tratamiento fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) que presento diferencia altamente significativa con una media de 139.925 kg mientras que el tratamiento que menor resultado obtuvo fue el T10 (Testigo químico) que registró un promedio de 53.475 kg de peso.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento en Kg.

TRATAMIENTO	PRODUCCIÓN A LOS 60 DÍAS	
	MEDIA KG	
T9	34.988	A
T7	31.006	AB
T8	30.306	ABC
T6	29.225	ABC
T4	25.519	BC
T1	23.456	BC
T5	22.813	C
T2	22.269	C
T3	21.856	CD
T10	13.375	D

Legenda: T1 (Biol al 5% = 50 ml biol/ 1 L agua); T2 (Biol al 10%= 100 ml biol/ 1 L agua); T3 (Biol al 15%= 150 ml biol/ 1 L agua); T4 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T5 (Biol 10% = 100 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T6 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 60 gr Harina de roca); T7 (Biol 5%= 50 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio) ; T8 (Biol 10%= 100 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T9 (Biol 15%= 150 ml biol/ 1 L agua + 50 gr Silicio); T10 (Testigo químico (Foliar Gold) 1 gr/ 1 L de agua); ABCD. Letras diferentes en los rangos de los tratamientos, muestran diferencias entre ellos.

Los resultados obtenidos para la variable rendimiento en kg por hectárea, se observa que el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) logró tener mayor productividad, en donde presentó los valores más altos debido, probablemente, a que el biol acompañado con silicio son un componente muy importante en el metabolismo de las plantas ya que al incorporar el silicio al suelo las raíces de las plantas absorben este mineral y lo distribuye a ciertos lugares que la planta necesita, es por eso que estas hortalizas de raíz crecen saludablemente y por lo tanto incrementa la productividad. Datos similares con Melo (2020) quien afirma que La aplicación de silicio a través del suelo promueve un incremento en el crecimiento y la fluorescencia de la clorofila, generando altos rendimientos en la producción. Coincidiendo con Terranova (2014) quien asevera que tuvo una mayor ganancia de peso de raíz al aplicar un fertilizante orgánico y un adecuada densidad de siembra. Corroborando con León (2018) quien asegura que en su investigación aplicó biol al 10 % y como resultado obtuvo un incremento en en el peso de raíz de la remolacha.

4.1.8. Relación costo/beneficio

El análisis de costos se trata en los resultados obtenidos de la producción de cada tratamiento incluido el testigo y según los rubros específicos de costos unitarios y totales.

En la tabla 24, se observa que todos los tratamientos que fueron evaluados en este experimento presentaron un beneficio económico. En donde se puede distinguir que el mejor tratamiento en alcanzar un excelente ingreso financiero fue el T7 (Biol 5% + Silicio 50 gr) que tuvo una rentabilidad de USD 2.69, es decir, que por cada dólar invertido obtuvo USD 1.69 de ganancia; como también cabe resaltar que el mejor tratamiento que tuvo un excelente desarrollo fisiológico de las plantas y generó un mayor rendimiento del producto fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr), por otra parte, el T3 (Biol al 15%) fue el tratamiento donde existió un beneficio económico muy bajo ya que por cada dólar invertido tuvo una ganancia de USD 0.84, debido a que la inversión con este tratamiento fue excesiva y el rendimiento no fue un valor favorable para alcanzar la respectiva ganancia.

Haciendo distinción de cada uno de los tratamientos evaluados se puede ver reflejado los resultados de que el tratamiento T10 (testigo químico) logró obtener un buen valor en la rentabilidad en comparación con los tratamientos T3 (Biol al 15%) y el T5 (Biol 10% + Harina de roca 60 gr) que alcanzaron un beneficio económico por debajo de los demás tratamientos.

Tabla 24. Relación costo beneficio del cultivo de remolacha por Hectárea

TRATAMIENTOS	COSTO MARGINAL SIN / TRATAMIENTOS / HA	COSTO DEL TRATAMIENTO HA	COSTO TOTAL	RENDIMIENTO KG/HA	PRECIO \$/KG	VENTA \$/HA	UTILIDAD \$/HA	C: B ÍNDICE	BENEFICIO DIRECTO
T1 Biol al 5%	2928	1.000	3.928	19.081	0.5	9541	5613	2.43	1.43
T2 Biol al 10%	2928	2.000	4.928	21.644	0.5	10822	5894	2.20	1.20
T3 Biol al 15%	2928	3.000	5.928	21.856	0.5	10928	5000	1.84	0.84
T4 Biol 5% + Harina de roca 60 gr	2928	1.984	4.912	25.519	0.5	12759	7847	2.60	1.60
T5 Biol 10% + Harina de roca 60 gr	2928	2.984	5.912	22.813	0.5	11406	5494	1.93	0.93
T6 Biol 15% + Harina de roca 60 gr	2928	3.984	6.912	29.225	0.5	14613	7701	2.11	1.11
T7 Biol 5% + Silicio 50 gr	2928	2.400	5.328	28.653	0.5	14327	8999	2.69	1.69
T8 Biol 10% + Silicio 50 gr	2928	3.400	6.328	30.306	0.5	15153	8825	2.39	1.39
T9 Biol 15% + Silicio 50 gr	2928	4.400	7.328	34.988	0.5	17494	10166	2.39	1.39
T10 Testigo químico (Foliar gold)	2928	46.6	2.974	14.625	0.5	7313	4338	2.46	1.46

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con los resultados que logro obtener gracias a esta investigación experimental de campo se puede mencionar las siguientes conclusiones.

- El Tratamiento 9 (Biol 15% + silicio 50 gr) fue el mejor bioestimulante para el cultivo de remolacha ya que tuvo un mejor desarrollo de la planta. con una media de 39.78 cm en altura de planta. en la variable número de hojas tuvo un promedio de 24.41 de hojas. una media de 11.67 cm en el ancho de la hoja. un diámetro de 9.92 cm y un excelente rendimiento; debido a que generó estimulación en el crecimiento del follaje y brotes para lograr obtener un producto de calidad.
- En base al rendimiento se puede distinguir que el tratamiento con mayor producción fue el T9 (Biol 15% + Silicio 50 gr) obtuvo un valor promedio de 13.99 kg por tratamiento y una media de 34.988 kg/Ha. los resultados son evidentes ya que existió un excelente desarrollo de las plantas y por ende incrementa el rendimiento y la rentabilidad.
- Cabe resaltar que el mejor tratamiento en alcanzar un excelente ingreso financiero fue el T7 (Biol 5% + Silicio 50 gr) que tuvo una rentabilidad de USD 2.69, es decir, que por cada dólar invertido obtuvo USD 1.69 de ganancia; como también cabe resaltar que el mejor tratamiento que tuvo un excelente desarrollo fisiológico de planta y generó un mayor rendimiento del producto fue el T9 Biol 15% + Silicio 50 gr, por otra parte, el T3 (Biol al 15%) fue el tratamiento donde existió un beneficio económico muy bajo ya que por cada dólar invertido tuvo una ganancia de USD 0.84, debido a que la inversión con este tratamiento fue excesiva y el rendimiento no fue un valor favorable para alcanzar la respectiva ganancia.

5.2. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos se recomienda aplicar el (Biol 15% + Silicio 50 gr) debido a que este tratamiento garantiza un excelente desarrollo de las plantas desde la etapa del trasplante hasta la etapa de la cosecha. logrando una mayor productividad y rentabilidad.
- Basándose en la investigación realizada se recomienda probar diferentes dosis de biol más silicio ya que la dosis se establece por la cantidad de nutrientes aprovechables en el suelo además depende de las condiciones climáticas que posee en el Centro Experimental San Francisco que tiene una altitud de 2.780 msnm y una temperatura de 3-12 °C es por eso que se recomendaría para próximas pesquisas una dosis de 25 % de biol y experimentar en otras hortalizas de raíz.
- Es recomendable la aplicación de biol y silicio en hortalizas debido a que es un fertilizante orgánico con este tratamiento e incrementa el rendimiento y la ganancia. Este fertilizante acompañado de silicio brinda mayor resistencia del tejido vegetal por lo que protege de plagas y enfermedades a las hortalizas por lo que se sugiere aplicar dosis más altas para futuras investigaciones para que el cultivo puede desarrollarse sanamente y obtenga mejores resultado

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta. B. (20 de Diciembre de 2019). *Sembrar remolacha: cuándo y cómo hacerlo*. Obtenido de [ecologiaverde.com/](https://www.ecologiaverde.com/): <https://www.ecologiaverde.com/sembrar-remolacha-cuando-y-como-hacerlo-2436.html>
- Arcos. S. (2011). *Utilización de dos variedades de remolacha*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/716/1/T-UTC-0561.pdf>
- Bayer. (10 de Noviembre de 2017). *Bioestimulantes En Horticultura*. Obtenido de Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud : <https://www.vegetables.bayer.com/co/es-co/recursos/noticias/bioestimulantes-en-horticultura.html>
- Canteras el cerro. (06 de Abril de 2021). *Harina de roca y agricultura*. Obtenido de canteraselcerro.com: <https://www.canteraselcerro.com/harina-roca-organica/>
- Castellanos. L., de Mello. R., & Silva. C. (11 de Febrero de 2015). El Silicio en la resistencia de los cultivos a las plagas agrícolas. *Redalyc*. 36. Obtenido de Scielo: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193243640002>
- Chauca. P. (2012). *Comportamiento agronómico del cultivo de la remolacha forrajera (Beta vulgaris L.) bajo la aplicación de tres bioestimulantes orgánicos, en el cantón Espejo- provincia del Carchi*. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/969/T-UTB-FACIAG-AGR-000175.02.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Compo. (S.f.). *Cultivo de la remolacha*. Obtenido de compo.es: <https://www.compo.es/consejo/plantas/hierbas-aromaticas-frutas-hortalizas/remolac>

Cuenca. J. (05 de Marzo de 2014). *Evaluación de la eficacia del biol mineralizado con harina de rocas en los cultivos de zanahoria amarilla y remolacha en el sector de Argelia*. Obtenido de Universidad de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11970/1/TESIS%20JORGE%20CUENCA.pdf>

Cultifort. (1 de Agosto de 2022). *La importancia del Silicio en la agricultura*. Obtenido de [cultifort.com](https://www.cultifort.com): <https://www.cultifort.com/importancia-silicio-agricultura/#:~:text=El%20silicio%20es%20un%20elemento.y%20transporte%20en%20la%20planta>.

Dalmasio. C. (2020). *Dosis de biol y fertirriego con microorganismos eficaces en el rendimiento de la betarraga (Beta vulgaris L.) en condiciones edafoclimáticas de Cahuac- Yarowilca 2019*. Obtenido de Universidad Nacional Hermilio Valdizán: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/6181/TAG00867C89.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO. (2007). *Agricultura y medio ambiente*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación : <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>

Fertiberia . (2011). *Remolacha azucarera*. Obtenido de [Fertiberia.com](https://www.fertiberia.com): <https://www.fertiberia.com/es/agricultura/servicios-al-agricultor/guia-del-abonado/remolacha-azucarera/>

Florensa. P. (22 de Noviembre de 2019). *El silicio como fertilizante y bioestimulante agrícola*. Obtenido de Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes: <https://aefa-agronutrientes.org/el-silicio-como-fertilizante-y-bioestimulante-agricola#:~:text=El%20silicio%20tiene%2C%20por%20tanto.dura%20y%20a%20la%20vez%20el%3A1stica>.

García. D. (2017). *Bioestimulantes Agrícolas. Definición. Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. *Intagri*. 4. Obtenido de [Intagri.com](https://www.intagri.com): <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>

Gonzáles. P. (Marzo de 2019). *Consecuencias ambientales de la*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile:

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/27059/1/Consecuencias_ambientales_de_la_aplicacion_de_fertilizantes.pdf

Infocampo. (29 de Marzo de 2021). *Fácil y sin muchos cuidados: cómo hacer remolacha. un cultivo ideal para sembrar en abril*. Obtenido de infocampo.com.ar: <https://www.infocampo.com.ar/facil-y-sin-muchos-cuidados-como-hacer-remolacha-un-cultivo-ideal-para-sembrar-en-abril/>

INIAP. (2011). *El BIOL alternativa orgánica para nutrir y desarrollar los cultivos*. Santo Domingo: Santo Domingo. EC: INIAP. Estación Experimental Santo Domingo. 2011. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4153>

Japon. J. (2006). *Cultivo extensivo de la remolacha de mesa*. Obtenido de Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_18.pdf

kane. (12 de Noviembre de 2022). *Remolacha azucarera*. Obtenido de University agro.ru: <https://universityagro.ru/es/horticultura/remolacha-azucarera/>

León. E. (2018). *Evaluación de la eficacia de bioles en cultivo hortícola*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15178/1/UPS-CT007495.pdf>

López. D. (10 de Mayo de 2022). *El alto coste de los fertilizantes pone en jaque la alimentación mundial*. Obtenido de Cinco días: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/05/09/economia/1652093042_607058.html

MAG. (19 de Abril de 2022). *El Biol. alternativa orgánica para nutrir y desarrollar los cultivos*. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/el-biol-alternativa-organica-para-nutrir-y-desarrollar-los-cultivos/>

Martínez. R. (2015). *Respuesta a la fertilización orgánica mediante la aplicación de cuatro dosis de biol en el cultivo de Remolacha (beta vulgaris l) en el Canton Ibarra provincia de Imbabura*. Obtenido de Universidad Técnica de babahoyo: <https://docplayer.es/91877012-L-introduccion-la-produccion-de-hortalizas-en-el-sector-de-la-investigacion-es-escaso-y-si-lo.html>

Mendiet. H.. & Vargas. I. (Noviembre de 2018). *Efecto de combinaciones de abonos orgánicos y minerales sobre la productividad del cultivo de plátano*. Obtenido de Escuela Superior Técnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López: <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/870/TTA4.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MITECO. (S. f.). *Impacto de los nitratos y pesticidas en el uso y calidad de las aguas*. Obtenido de Ministerio para la Transición ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/impacto-calidad-agua/#:~:text=Los%20fertilizantes%20contienen%20elementos%20qu%C3%ADmicos.las%20aguas%2C%20superficiales%20o%20subterr%C3%A1neas.>

Morales. J. (1995). *Cultivo de remolacha*. Santo Domingo- República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario. Obtenido de <http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/remolacha.pdf>

Ordóñez. V., Frías. M., Parra. H., & Martínez. M. (2019). Estudio sobre el uso de plaguicidas y su posible relación con daños a la salud. *Redalyc*. 36(2). 148-153. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/919/91967023011/html/#redalyc_91967023011_ref29

Ovalle. C., & Matías. Q. (2021). *Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sostenible*. Obtenido de Instituto de Investigaciones Agropecuarias: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67616/NR42577.pdf?sequence=29>

Parra. R. (Septiembre de 2016). *La agricultura alternativa: Una estrategia para la producción de alimentos con enfoques agroecológicos, basado en el modelo de ecodesarrollo*. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6496162>

Pérez. M. (13 de Noviembre de 2019). *Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos del pepino (Cucumis sativus. L.) y remolacha (Beta vulgaris. L.) en condiciones de organopónico*. Obtenido de Universidad de las Tunas: <http://roa.ult.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/4109/1/Tesis%20de%20Maestría%20Final%20Maricela%20ok.pdf>

Plataformatierra. (28 de Junio de 2022). *La importancia del uso de bioestimulantes en la mejora de la sostenibilidad de los cultivos*. Obtenido de plataformatierra.es

<https://www.plataformatierra.es/innovacion/la-importancia-del-uso-de-bioestimulantes-en-la-mejora-de-la-sostenibilidad-de-los-cultivos/>

Probelte. (29 de Agosto de 2019). *¿Qué impacto tiene el exceso de fertilizantes para los cultivos?* Obtenido de probelte.com: <https://probelte.com/es/noticias/que-impacto-tiene-el-exceso-de-fertilizantes-para-los-cultivos/#:~:text=El%20exceso%20de%20fertilizante%20tiene.sales%20que%20contienen%20estas%20sustancias.>

Ramon. C., Duarte. O., Bogado. G., & Santacruz. V. (2016). Dosis de polvo de roca y sus efectos sobre el rendimiento del tomate. *Revista Verde de Agroecología e Desarrollo Sustentável*. 11(1). 37-42.

Redagrícola. (7 de Noviembre de 2016). *La remolacha hacia su máximo potencial*. Obtenido de redagricola.com: <https://www.redagricola.com/cl/riego-nutricion-automatizacion-la-remolacha-hacia-maximo-potencial/#:~:text=NECESIDADES%20H%C3%8DDRICAS%20DEL%20CULTIVO%20DE.viene%20del%20aporte%20de%20precipitaciones.>

Rioclaro. (S.f). *¿QUE ES UNA ENMIENDA AGRÍCOLA?* Obtenido de Rioclaro: <https://www.rioclaro.com.co/-que-es-una-enmienda-agricolar-content-66.html>

Rogerlin. (11 de Noviembre de 2013). *Plagas y Enfermedades de La Remolacha*. Obtenido de scribd.com: <https://es.scribd.com/document/183166020/Plagas-y-Enfermedades-de-La-Remolacha#>

Sela. G. (1 de Noviembre de 2020). *El silicio y sus beneficios para las plantas*. Obtenido de cropaia.com: <https://cropaia.com/es/blog/silicio-beneficios-para-las-plantas/>

Sembralia. (04 de Diciembre de 2020). *Bioestimulantes en Horticultura*. Obtenido de sembralia.com: <https://sembralia.com/blogs/blog/bioestimulantes-en-horticultura>

Sobalvarro Urbina. J. E., & Tapia Postome. E. M. (2006). *Estudio preliminar de la utilización del Ajo (Allium sativum L.) como desparasitante interno en terneros menores de un año. en el Municipio de Muy Muy. Matagalpa. Managua. Nicaragua.*

SRSM. (28 de Abril de 2020). *¿Conoces los beneficios de la remolacha para tu salud?* Obtenido de Servicio Regional De Salud Metropolitano: <https://srsmetropolitano.gob.do/conoces-los-beneficios-de-la-remolacha-para-tu-salud/#:~:text=La%20remolacha%20contiene%20Beta%C3%ADna%2C%20un.y%20previene%20diferentes%20enfermedades%20cr%C3%B3nicas.>

Terranova. D. (2014). *Comportamiento agronómico del cultivo de Remolacha (beta vulgaris l.). variedad "tall top early wonder agf" sembrada en diferentes distanciamientos, en la zona de Babahoyo.* Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/655/T-UTB-FACIAG-AGROP-000030.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Tituaña. M. (Marzo de 2011). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de remolacha azucarera forrajera (Beta vulgaris var. altissima) en el cantón Quito, provincia de Pichincha.* Obtenido de Universidad San Francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/728/1/99927.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

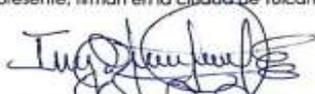
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Montenegro Mejía Jefferson Steve	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402009849
PERIODO ACADÉMICO:	2023B		
PRESIDENTE TRIBUNAL	PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO	DOCENTE TUTOR:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE:	MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER		
TEMA DEL TIC:	"Evaluación de bioestimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y sílice aplicados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris) en el Centro Experimental San Francisco"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	Enfocarse en los problemas de la producción
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,00	Hablar de las funciones del N-P-K Y BQL en las plantas
3	METODOLOGÍA	8,00	Detallar de mejor manera la aplicación de las dosis de los tratamientos
4	RESULTADOS	8,00	Valor P TTTT, costos de producción
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	resumir las conclusiones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,00	Mejorar el lenguaje técnico y científico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Revisar signos de puntuación y faltas ortográficas en el documento

Obteniendo una nota de: **8,00** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el Informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **Jueves, 16 de noviembre de 2023**


PHD MORA QUILISMAL SEGUNDO RAMIRO
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE TUTOR


MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Montenegro Mejía Jefferson Steve				
DATE: 06 de diciembre de 2023				
TOPIC: "Evaluación de biostimulantes orgánicos mineralizados con harina de roca y silicio aplicados en el cultivo remolacha (Beta vulgaris) en el Centro Experimental San Francisco."				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input type="checkbox"/>	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Montenegro Mejía Jefferson Steve

Fecha de recepción del abstract: 06 de diciembre de 2023

Fecha de entrega del informe: 06 de diciembre de 2023

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Análisis de suelo

 AGROCALIDAD <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FINO Y FOOD SAFETY</small>	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km 14½ y Eloy Alfaro, Graja del MAGAP, Tumbaco- Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	
	Hoja 1 de 2	

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación de N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E21-1374

Fecha emisión informe: 15/1/2023

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Jefferson Montenegro

Dirección¹: Julio Andrade

Teléfono¹: 0987193453

Correo Electrónico¹:

jeffersonmontenegro30gmail.com

N° Orden de Trabajo: 04-2022-18 N

N° FACTURA / DOCUMENTO: 005-001-5478

Provincia¹: Carchi

Cantón¹: Tulcán

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra ¹ : Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : Remolacha		
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas:	X:—
Cantón ¹ : Huaca		Y:—
Parroquia ¹ : Mariscal Sucre		Altitud:—
Muestreado por ¹ : Jefferson Montenegro		
Fecha de muestreo ¹ : 01-12-2023	Fecha de inicio de análisis: 15-1-2023	
Fecha de recepción de la muestra ¹ : 15-1-2023	Fecha de finalización de análisis: 28-1-2023	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-21-1424	Muestra 1	Ph a 25 C *	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	—	5,53
		Materia Orgánica *	Volumétrico PEE/SFA/09	%	15,80
		Nitrógeno *	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,79
		Fosforo *	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	26,1
		Potasio *	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,02
		Calcio *	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	7,80
		Magnesio *	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,80
		Hierro *	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	760,3
		Manganeso *	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	21,46
		Cobre *	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,07
		Zinc *	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,07



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSENIORADO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Via Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del
MAGAP, Tumbaco - Quito
Teléf.: 023828860 Ext. 2080

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 5

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Informe revisado por: Luis Cacuango
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 1,0	< 0,15	< 10,0	< 0,20	< 1,0	< 0,33	< 20,0	< 5,0	< 1,0	< 3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	1,0 - 3,0	0,33 - 0,66	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	> 2,0	> 0,30	> 20,0	> 0,38	> 3,0	> 0,66	> 40,0	> 15,0	> 4,0	> 7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA

	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	+ 5,5 - 6,5	+ 6,5 - 7,5	+ 7,5 - 8,0	+ 8,0

FUENTE: INIAP, 2002



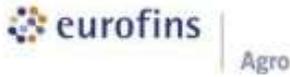
LOUIS ROBERTO
CACUANGO
PUMISACHO

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 4. Análisis de los nutrientes contenidos en el biol



BLGG Ecuador
Sector Ishigto,
km. 3,5 - Cayambe
T 022 127503
F 0969269092

Optifeed
Solución nutritiva
Biol

Número de cliente : 8814856

En colaboración con:

Jefferson Steve Montenegro
P.O.Box
CARCHI
Ecuador



Original

Muestra	Número del encargo: Cd/0402009849	La toma de muestra: 24-01-2023	Fecha informe: 05-02-2023
	Código del estudio: 510	Fecha de recepción: 30-01-2023	Muestra tomada por: Terceros

Código del objeto: BIOL

Resultado

	análisis	por EC 2,00	índice previsto	bajo	normal	alto	esquema corrección	agua+ drenaje	tanque A+B	dosi-ficación
mS/cm 25°C	pH	5,2	5,8							
	EC	2,2	2,2				1,5		1,5	1,5
cations ppm	N	85	< 9,1				9,0 -9,0			16
	K	391	188				176 -78		90	90
	Na	11								
	Ca	44	192				136 60		180	180
	Mg	15	61				39 12		46	46
anions ppm	NO ₃	< 6,3	787				670 186		787	787
	Cl	53								
	S	154	83				48 -16		29	29
	HCO ₃	< 6,2								
micro-nutrient ppm	P	82	34				39 -25		15	15
	Fe	2178	2234				1955		1955	1955
	Mn	450	220				385 -192		192	192
	Zn	183	327				229 118		346	346
	B	162	216				378		378	378
	Cu	< 6,4	95				70 38		108	108
	Mo	< 9,6	77				96 29		125	125
ppm	Si	14								
	K/Ca	9,1	1,0							

La cantidad total consiste en agua corriente + fertilizantes, los resultados anómalos están en rojo. K/Ca es un valor calculado.

Este informe se publica bajo la responsabilidad del Sr. T.G.M. Aarhans, Business List Manager.
A todos nuestros prestadores de servicio serán de aplicación nuestras Condiciones Generales.
Por favor, leeturas, le entendamos, estas condiciones o las especificaciones de los métodos de análisis.
Eurofins Agro Testing Wageningen BV no se hace responsable de los posibles efectos perjudiciales
derivados de los consejos o del uso de los resultados de la investigación proporcionada por
nuestro miembro.

Eurofins Agro Testing Wageningen BV está inscrita en el registro del RvA (Consejo de Acreditación) para laboratorios
con el no. 012, especialmente para la técnica de toma de muestras y/o los métodos de
análisis.

Resultado del análisis de Biol

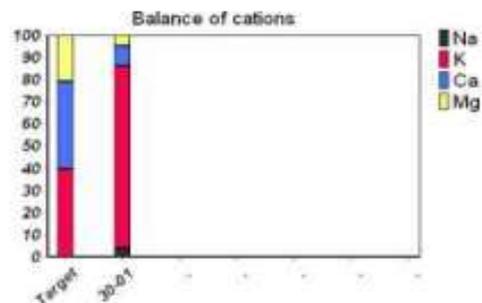
Parámetros evaluados	Unidades	Resultado
pH		5,2
Nitrógeno total	mg N*L ⁻¹	25.009
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₃ *L ⁻¹	0.5900
Nitratos	mg NO ₃ *L ⁻¹	0.4476
Nitritos	mg NO ₂ *L ⁻¹	-----
Fósforo total	mg P*L ⁻¹	12.984
Fosfatos	mg P*L ⁻¹	-----
Potasio	mg K*L ⁻¹	19.233
Sodio	mg Na*L ⁻¹	0.699
Calcio	mg Ca*L ⁻¹	8.323
Cadmio	mg Cd*L ⁻¹	0.010
Magnesio	mg Mg*L ⁻¹	0.202
Hierro	mg Fe*L ⁻¹	3.100
Antimonio	mg Sb*L ⁻¹	0.866
Cobalto	mg Co*L ⁻¹	0.866
Cobre	mg Cu*L ⁻¹	0.231
Manganeso	mg Mn*L ⁻¹	5.710
zinc	mg Zn*L ⁻¹	2.789
1 Litro		

Tipo de fertilización: Líquido

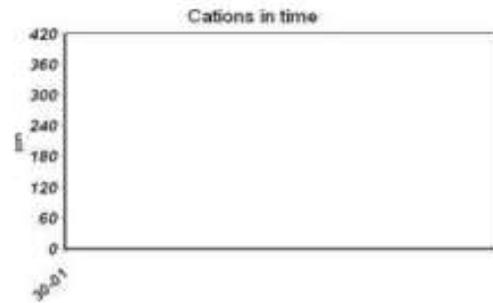
Explicación
 Gota EC : 15 / si la gota ajustada de EC difiere más de 75 % del ajuste, una corrección de la cantidad de ácido es necesaria.
 Calcium Nitr : the level of NH₃ is higher than calculated, please switch to Calcium Nitrate without ammonia (NH₄).
 DRIP pH : due to the high level of ammonia (NH₃), we have left out the ammonium nitrate in your advice.

Datos Cultivo
 Cultivo Remolacha
 Tipo de cultivo Hortaliza
 Fase de cultivo
 Gota EC no se ha especificado
 Sistema no se ha especificado
 Agua básica 0.0.0.0.0.0.

Historia



La absorción de nutrientes depende en gran medida de las proporciones entre los elementos.



Redacte su historial + representación gráfica en www.horti-digital.com

pH	EC mS/cm	NH ₃ ppm	N	Na	Ca	Mg	NO ₂	Cd	K	HCO ₃	P	Fe	Mn ppb	Zn	B	Cu	Mo
5,2	2,2	0,5	25,00	0,6	8,3	0,2	---	0,01	19,2	0,3	12,9	3,1	5,7	2,7	2,8	0,2	1,2

Método	pH	EC	NH ₃	NO ₂	Na	Ca	Mg	NO ₂	Cd	K	HCO ₃	P	Fe	Mn ppb	Zn	B	Cu	Mo
	Q				Q									Q				

Q Método acreditado por el IFA.
 Em: Método propio, Gr: Equivalente a, Cf: Conforme
 Todos los actos han sido realizados dentro del plazo fijado para la caducidad entre la toma de muestra y el análisis.
 Los resultados reflejados sólo se refieren al material proporcionado a Eurofins Agro.

Anexo 5. Costos de producción en 10000 m²

COSTO DE PRODUCCIÓN EN 10000 m²				
CULTIVO: Remolacha			RESPONSABLE: Jefferson Montenegro	
LUGAR: Centro Experimental San Francisco			FECHA: Julio, 2023	
CONCEPTO	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.- COSTOS DIRECTOS				
MANO DE OBRA				
Preparacion de la tierra	1	tractor	10	10
Surcada	23	Jornal	10	230
Siembra	23	Jornal	10	230
Deshierba	23	Jornal	10	230
Cosecha	27	Jornal	10	270
SUBTOTAL				960
COMPRA DE PLÁNTULAS				
Plantulas	31762	unidad	0,03	952,86
SUBTOTAL				952,86
MAQUINARIA/EQUIPOS				
Calibrador	5	Unidad	5	25
Analisis de suelo	1	Unidad	22,5	22,5
SUBTOTAL				47,5
COSECHA				
Piola	1	unidad	2	2
SUBTOTAL				2
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				1962
Rendimiento (kg)				10117
Precio unitario (\$/)kg				0,3
Ingreso Bruto total				3035,10
Utilidad neta				1073
Relacion Costo/beneficio				0,55
Rentabilidad (%)				55

Anexo 6. Fotografías



Figura 5: Preparación y trazado del terreno



Figura 6: Distancia entre siembra



Figura 7: Plantas de remolacha a los 45 ddt



Figura 8: Labores culturales



Figura 9: Fertilización



Figura 10 : Medida de altura de remolacha



Figura 11: Altura de cada de los tratamientos



Figura 12: Medición de ancho de hoja



Figura 10: Cosecha.



Figura 11: Medición del diámetro de la remolacha.



Figura 12: Peso de la raíz.