



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL DE FORMA EDÁFICA Y FOLIAR
CON DOS CONCENTRACIONES EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (PHASELOUS
VULGARIS L.)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

AUTORAS:

Morales Garcia Antonia Alejandra

Tuarez Bravo Genesis Brigitte

TUTOR:

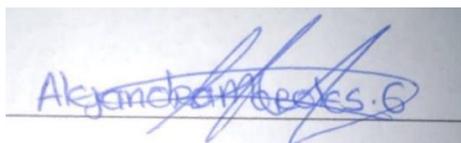
Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc.

LA MANÁ – ECUADOR
FEBRERO 2023

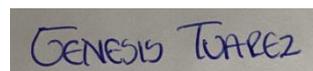
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Por medio del presente quien suscribe, Morales García Antonia Alejandra y Tuarez Bravo Genesis Brigitte declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: denominado “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”, siendo el Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc. Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to read "Alejandra Morales G." with a stylized flourish at the end.

Morales García Alejandra Antonia
C.I 1207559282-3

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature appears to read "GENESIS TUAREZ" in all caps.

Tuarez Bravo Genesis Brigitte
C.I 120540533-3

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”, de la Carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 18 de enero 2023



Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc.

C.I: 120638458-6

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

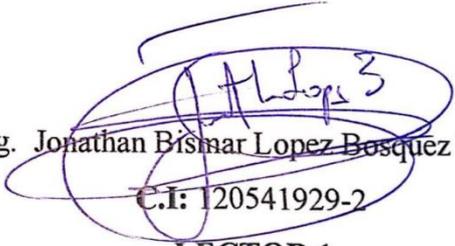
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por cuanto las postulantes: Morales García Antonia Alejandra y Tuarez Bravo Genesis Brigitte con el título de Proyecto de Investigación: “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

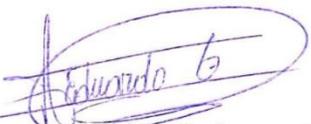
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2023

Por constancia firman:


Ing. Kleber Augusto Espinosa Cunuhay M.Sc.
C.I: 050261274-0
PRESIDENTE


Ing. Jonathan Bismar Lopez Bosquez M.Sc.
C.I: 120541929-2
LECTOR 1


Ing. Eduardo Fabian Quinatoa Lozada M.Sc.
C.I: 180401183-9
LECTOR 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios Por darme la vida y estar siempre conmigo, a mis Padres el esfuerzo y las metas alcanzadas, Gracias a mis padres soy quien soy, orgullosamente y con la cara muy en alto agradezco a Ubaldo Morales y Edercita García, mi mayor inspiración, gracias a mi esposo Julio Rodríguez a mis hijos Alex y Sofía que son mi mayor motor para seguir luchando día a día. Ing. Wellington Pincay Ronquillo M.Sc. más que un ingeniero, un gran amigo.

Morales Antonia

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda ante muchas dificultades que se cruzan por la vida a mis padres Hernán Tuarez y Carmen Bravo por brindarme su apoyo incondicional y guiarme en buen camino inculcándome en el deseo de superarme personalmente y profesionalmente a mi esposo e hijo por brindarme su constante apoyo a mi tutor Ing. Wellington Pincay Ronquillo M.Sc. por brindarme su colaboración paciencia y sobre todo su conocimiento.

Tuarez Genesis

DEDICATORIA

Se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy a mi esposo y a mis hijos les dedicó este triunfo ya que me han acompañado en el día a día de mi carrera a mí tutor por ser mi guía y ayudarme en mi tesis y creer en mí.

Morales Antonia

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y no dejar que me rinda en momentos difíciles y permitir que mis padres estén a mi lado en este momento especial a mis padres por todo su amor ejemplo y motivación que depositaron en mi me siento orgullosa dedicándoles este logro de mi vida a ellos a mi hijo quien es el motor que me motiva cada día a seguir esforzándome y no a rendirme en mi preparación profesional.

Tuarez Genesis

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL DE FORMA EDÁFICA Y FOLIAR CON DOS CONCENTRACIONES EN EL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)”.

Autoras: Morales García Alejandra
Tuarez Bravo Genesis

RESUMEN

El presente estudio se ejecutó en la finca Catalina recinto cuatro mangas cantón Buena fe. El propósito de la investigación fue analizar el efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol. El experimento estuvo en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial. Factor A manera de aplicar biol (foliar y edáfico), factor B dosis (10 y 20 %), con 5 repeticiones. Las variables que se evaluaron fueron: altura de planta, diámetro del tallo, número de vainas/plantas, número de granos/vaina, peso de 100 grano y rendimiento kg/ha. Los resultados fueron procesados estadísticamente en un análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con la prueba de rangos múltiples Tukey al 95 % de probabilidades. El análisis estadístico no reflejó diferencia estadística en el factor formas de aplicar biol sobre las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de fréjol. Sin embargo, el factor simple B (dosis) difirió estadísticamente sobre los indicadores de producción y crecimiento de las plantas de fréjol, encontrándose con la dosis al 10 % la mejor altura de planta, diámetro del tallo y rendimiento. Además, los resultados reflejaron efectos en la interacción de factores, encontrándose que la aplicación de biol foliar en una concentración del 10 % incrementa significativamente la proliferación de vainas (6,20) y el número de granos vainas (6,21), lo cual permite a que se obtenga el mejor rendimiento con 218,50 kg/ha. Por lo tanto, este tratamiento alcanza la mayor rentabilidad con una relación B/C de 2,10.

Palabras claves: Producción orgánica, leguminosa, sostenibilidad, biofertilizante.

ABSTRAC

The present research was carried out at the Catalina farm in Cuatro Mangas precinct in Buena Fe canton. The purpose of this research was to analyze the effect of the application of biol in edaphic and foliar forms with two concentrations on the bean crop. The experiment was in a randomized block design with a factorial arrangement. Factor A was the way of applying biol (foliar and edaphic), and factor B was the dose (10 and 20 %), with 5 repetitions. The variables evaluated in this study were plant height, stem diameter, number of pods/plants, number of grains/pods, the weight of 100 grains, and yield kg/ha. The results were statistically processed in an analysis of variance and the comparison of means by Tukey multiple range test at 95 % probability. The statistical analysis showed no statistical difference in the factor ways of applying biol on the variables of growth and yield of the bean crop. However, the simple factor B (dose) differed statistically on the production and growth indicators of the bean plants, with the 10% dose being found to have the best plant height, stem diameter, and yield. In addition, the results reflected effects in the interaction of factors, finding that the application of foliar biol at a concentration of 10 % significantly increases the proliferation of pods (6.20) and the number of grains pods (6.21), which allows the best yield to be obtained with 218.50 kg/ha. Therefore, this treatment achieves the highest profitability with a B/C ratio of 2.10.

Key words: organic fertilizers, categorical treatment, variables, transplanting, coefficient of variation.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRAC.....	x
ÍNDICE GENERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURA	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	2
4. BENEFICIARIOS:	3
4.1. Beneficiario Directo	3
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS:.....	5
6.1. General.....	5
6.2. Específicos.....	5
7. ACTIVIDADES Y TAREAS DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. El origen del fréjol.....	7
8.2. Clasificación taxonómica	7
8.3. Importancia del fréjol	7
8.3.1. Social	7
8.3.2. Económica	8
8.3.3. Cultural	8
8.4. Botánica del cultivo de fréjol.....	8
8.4.1. Raíz.....	8

8.4.2. Tallo.....	9
8.4.3. Hojas.....	9
8.4.4. Flores	9
8.4.5. Fruto	9
8.5. Proceso fenológico del fréjol.....	9
8.5.1. Fase vegetativa 1	10
8.5.2. Fase vegetativa 2	10
8.5.3. Fase vegetativa 3	10
8.5.4. Fase vegetativa 4	10
8.5.5. Etapa de madurez.....	10
8.5.6. Etapa productiva.....	11
8.5.7. Etapa R8: llenado de las vainas	11
8.5.8. Etapa R9: madurez fisiológica.....	11
8.6. Manejo del cultivo	11
8.6.1. Siembra.....	11
8.6.2. Características del suelo idóneas para el establecimiento del fréjol.....	11
8.6.3. Preparación del suelo.....	12
8.6.4. Época de siembra.....	12
8.6.5. Riego.....	12
8.6.6. Fertilización	12
8.6.7. Control de malezas	13
8.7. Manejo de plagas	14
8.7.1. Mosca de semilla	14
8.7.2. Trozadores	14
8.7.3. Chizas	14
8.7.4. Mosca blanca La mosca blanca	15
8.7.5. La Tortuguilla.....	15
8.8. Importancia de fertilizar	15
8.9. Beneficios de la fertilización orgánica	16
8.10. Efecto excesivo de la fertilización inorgánica.....	16
8.10.1. Biol	18
8.11. Beneficios del biol al suelo y a la planta	19
8.12. Uso de biol en cultivos de ciclo corto.....	19
8.13. Como se dosificar al biol	19

8.14.	Biol de raquis de banano	20
9.	HIPÓTESIS CIENTÍFICAS	20
10.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
10.1.	Ubicación y duración del ensayo.....	20
10.2.	Tipos de investigación	21
10.2.1.	Cuantitativo	21
10.2.2.	Cualitativo	21
10.3.	Materiales y equipos.....	21
10.4.	Composición nutricional del biofertilizante que se empleó en la investigación	21
10.5.	Diseño de la investigación.....	21
10.6.	Análisis estadístico	22
10.7.	Variables a evaluar	22
10.7.1.	Altura de planta (cm).....	22
10.7.2.	Diámetro del tallo (mm)	22
10.7.3.	Número de vainas	22
10.7.4.	Peso de 100 vainas.....	23
10.7.5.	Número de granos por vainas	23
10.7.6.	Rendimiento	23
10.7.7.	Costo beneficio.....	23
10.8.	Manejo del experimento	23
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
11.1.	Efecto simple del factor A en las variables de crecimiento	24
11.1.1.	Altura de planta	24
11.1.2.	Diámetro del tallo	25
11.1.3.	Producción y rendimiento.....	26
11.2.	Efecto factor simple B (dosis de biol)	27
11.2.1.	Altura de planta	27
11.2.2.	Diámetro del tallo	27
11.2.3.	Producción y rendimiento.....	28
11.3.	Efecto de la interacción del factor AxB.....	29
11.3.1.	Altura y diámetro del tallo.....	29
11.4.	Análisis de costo y beneficio de los tratamientos en estudio	30
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICO)	31
12.1.	Impacto ambiental.	31

12.2. Impacto técnico.....	31
12.3. Impacto económico.....	31
12.4. Impacto social.....	32
13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
14.1. Conclusiones.....	32
14.2. Recomendaciones.....	33
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
16. ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Composición de diferentes biol de diferentes fuentes de biol.....	18
Tabla 3. Diferentes concentraciones de biol que se utilizan en planes de fertilización.....	19
Tabla 4. Materiales y equipos utilizados en el desarrollo de la investigación.....	21
Tabla 5. Composición nutricional del biol utilizado en la investigación.....	21
Tabla 6. Tratamientos y número de bloques que se emplearon en el presente estudio.....	22
Tabla 7. Esquema de varianza del experimento.....	22
Tabla 8. Indicadores de crecimientos.....	26
Tabla 9. Efecto simple de las dosis de biol en indicadores productivos.....	29
Tabla 10. Efecto de la interacción sobre los indicadores de crecimientos.....	29
Tabla 11. Efecto de la interacción sobre los indicadores de producción.....	30
Tabla 12. Análisis económico de los tratamientos que estuvieron bajo estudio.....	31
Tabla 13. Presupuesto de la investigación.....	32

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Altura de planta.....	25
Figura 2. Diámetro del tallo.....	26
Figura 3. Efecto simple en la altura de planta.....	27
Figura 4. Efecto simple de las dosis de biol en la variable diámetro del tallo.....	28
Figura 5. Limpieza del terreno y limitaciones de las unidades experimentales.....	53
Figura 6. Distribución de los tratamientos y repeticiones.....	53
Figura 7. Aplicación de los tratamientos que se estudiaron.....	54
Figura 8. Toma de datos experimentales a los 20 días después de la simbra.....	54

Figura 9. Evaluación de variables de crecimiento y de productividad.....	55
Figura 10. Evaluación de indicadores de producción.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del tutor.....	41
Anexo 2. Currículum de los estudiantes.....	42
Anexo 3. Contrato no exclusivo de derechos de autor.....	44
Anexo 4. Análisis anti plagio.....	47
Anexo 5. Aval de traducción.....	48
Anexo 6. Análisis de suelo.....	49
Anexo 7. Croquis del sitio experimental.....	52
Anexo 8. Fotografías.....	53

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

“Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”.

Tiempo de Ejecución

Fecha de inicio:

octubre 2022

Fecha de finalización:

febrero 2023

Lugar de ejecución:

Reciento Cuatro Mangas, Cantón Buena fe, Los Ríos, Ecuador

Unidad Académica que auspician:

Facultad de Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Macro Proyecto de la Carrera de Ingeniería Agronómica: Estudio establecido para el sector agrícola.

Equipo de Trabajo:

Morales García Antonia Alejandra
Correo: antonia.morales2823@utc.edu.ec
Tuarez Bravo Genesis Brigitte
Correo: genesis.tuarez5333@utc.edu.ec
Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc.
Correo: Wellington.pincay4586@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Sub líneas de investigación:

Agronomía

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El fréjol es la principal fuente de alimento de los habitantes que se encuentran en países subdesarrollados como los de América Latina, producto agrícola destacado no solo por sus valores nutricionales basado en la alimentación humana sino también por sus diferentes beneficios en los suelos agrícolas, debido a que es una leguminosa y ayuda a mejorar las características físicas y químicas del suelo (Garcés et al., 2015).

Se estima que en Ecuador existe 24.006 ha de fréjol plantada, cultivo que aporta entre un 40 a 70 % del ingreso económico en las familias campesinas, también se sostiene que el 20 % de la producción de granos de fréjol se consume a nivel nacional y el 80 % se exporta a Colombia, según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2020) en el territorio ecuatoriano se considera al fréjol en los programas de mejoramiento genéticos y es uno de los productos de la canasta básica familiar, sin embargo los rendimientos oscilan entre a 0,20 a 0,50 t/ha, considerados como bajos, atribuyéndoselos a un mal manejo agronómico del cultivo. La fertilización orgánica otorga beneficios a las plantas y al suelo, debido a ello hay un alto interés en estudiar el uso de estos bioinsumos para determinar la mejor dosis y método de aplicación en cada cultivo (Ramos et al., 2014).

Por lo anterior el presente estudio se enfocó en evaluar el efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol. El experimento se realizó en condiciones de campo abierto, específicamente en la finca “Catalina” ubicada en el recinto Cuatro, Mangas, cantón Buena fe. Los tratamientos que se evaluaron fueron dosis alta y baja de biol empleadas al follaje y suelo, para ello, se empleó un diseño en bloques con arreglo factorial Factor A (manera de aplicar biol), Factor B (dosis). Se midieron variables de crecimiento y rendimiento. Los resultados fueron procesados estadísticamente para la comparación de medias entre tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples Tukey

3. JUSTIFICACIÓN

El fréjol es considerado un cultivo de importancia económica y ambiental, especialmente en zonas rurales de los países que se encuentran en vías de desarrollo, por ser un cultivo que se adapta a diferentes condiciones de clima y suelo, además posee una alta tolerancia frente a factores bióticos, esto ocasiona a que se realice bajas inversiones en pesticidas, así proporcionándoles rentabilidad a los pequeños y medianos agricultores que se dedican a la

explotación de este cultivo (Saltos y Lara, 2019). Adicionalmente, al fréjol se lo utiliza para mejorar las propiedades físico- química de los suelos agrícolas y su sistema radicular posee la habilidad de secuestrar gases de efecto invernadero (Castro et al., 2018).

Los granos del fréjol poseen altos valores nutricionales entre los que se destaca el aporte de valores de proteína (20,88%); grasa (1,16 %); carbohidratos; (44,00 %); fibra (5,07 %). también otros compuestos beneficiosos para el organismo humano que son las vitaminas A (90 UI) y C (4 mg). El fréjol cuarentón es un cultivar comercial en Ecuador, sin embargo, poco estudiado, también es conocido como fréjol de vaina o de costa (Jiménez, 2019). Es precoz su floración empieza a los 30 días, el color de flor es blanca, en cambio su grano tiene color rojo, se estima que su producción es aproximadamente 1.268 kg/ha, es susceptible a Roya y Mustia hilachosa (Garcés et al., 2012). Para ello, se requiere de un adecuado manejo y particularmente de una apropiada fertilización del cultivo. Los abonos orgánicos son una alternativa para mejorar de manera sostenible la calidad de los suelos, y, por tanto, el desarrollo de los cultivos, estos bioinsumos se destacan por poseer microorganismos, minerales y materia orgánica. Se consideran como una agrotecnología de bajos costos para los agricultores (Cotrina et al., 2020).

Otros beneficios que proporcionan los fertilizantes orgánicos mejoran la capacidad de retención de humedad en los suelos, incrementa el crecimiento del sistema radicular de los cultivos debido a que estas compuestos por sustancias son biológicamente activas que al entrar en contacto con las raíces aumentan la proliferación de los meristemas radiculares (Valladares et al., 2020). Por ello, la presente investigación plantea el uso del biofertilizante biol de raquis de banano en dos concentraciones edáficas y foliar.

4. BENEFICIARIOS:

4.1. Beneficiario Directo

Como beneficiarios directos del proyecto está el equipo de investigación y quienes conforman la Facultad Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, estudiantes y docentes de la carrera de agronomía que podrán poner los conocimientos en prácticas que se generaron en el presente estudio.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Entre los beneficiarios indirectos se encuentran los productores y consumidores de granos de fréjol quienes por métodos de producción orgánica tendrán alimentos mas inocuos.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las malas prácticas agrícolas como el mal uso y aplicación de pesticidas y fertilizantes sintéticos han ocasionado degradaciones de los suelos en el mundo, esto a producido a que muchos de los campos agrícolas no queden aptos para la producción de cultivos, afectando la socio-economía de las personas dedicadas a la agricultura, especialmente a las de sectores rurales (Berros y Peiteado, 2015). Afectando a la seguridad alimentaria del mundo.

Sin embargo, el crecimiento de la población es acelerado y para satisfacer las necesidades alimentarias se deberá potencial la producción de los cultivos. Especialmente los que son de la canasta básica familiar como son el caso de gramíneas y leguminosas que se encuentran en la dieta diaria humana y animal. Actualmente, mejorar el comportamiento agro productivo de las plantas se lo deberá realizar explotando adecuadamente los recursos naturales.

En América Latina la mayor parte de la población rural se dedica a la actividad agrícola, muchas de los campesinos en sus pequeños predios explotan cultivos con fines de comercialización en los mercados o consumo propio (Castrejón, 2022). Sin embargo, para mejorar el comportamiento agroproductivo de los cultivos y tratar fitopatógenos se aplican agroquímicos, los cuales poseen efectos negativos en los agroecosistemas tales como el deterioro del microbiota del suelo y su capacidad de retener agua, debido a que la acumulación alta de sales solubles o higroscópica causada por la fertilización convencional afecta el potencial osmótico del suelo y de las plantas (Soler-Jiménez y Molano-Carrera, 2021).

La agricultura empresarial en Ecuador concentra el 80 % del uso del suelo agrícola y un 15 % de las unidades de producción agrícola utilizan el 63 % de agua para fertirriego haciendo un uso indiscriminada de agroquímicos, así mismo indica que la agricultura familiar concentra 84,5 % de las unidades de producción con una concentración de 20 % de la tierra, en ambos sistemas de producción agrícola se emplean agro-tecnologías para mejorar las producciones de varios cultivos, estas no les poseen rentabilidad actualmente por sus altos costos en los

mercados (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [siglas en ingles FAO, s.f.]).

En la provincia de Los Ríos el fréjol es una leguminosa de importancia socio-económica especialmente para las familias que habitan en zonas rurales, los cantones de Quevedo, Buena fe y Babahoyo son los que presenta la mayor influencia de dicho cultivo, sin embargo, se estima que el rendimiento del fréjol es bajo y posee poca rentabilidad debido al ataque de plagas y enfermedades y el poco conocimiento del manejo integral que se le debe realizar al cultivo (Garcés-Fiallos et al., 2013).

Los antecedentes anteriores, ha incentivado a técnicos, científicos y agricultores en buscar vías para erradicar al mínimo el problema de los bajos rendimientos agrícolas y mejorar el aumento de la rentabilidad de los cultivos, entre las principales estrategias esta la aplicación de biofertilizantes que mejoren las características físicas y químicas del suelo, y por tanto el comportamiento agroproductivo de los cultivos, para que esto sea más eficiente también es esencial encontrar en que forma de aplicación y concentración tendría mejor respuesta cada cultivo (Moreno, 2017). Por tal razón el presente estudio plantea analizar el efecto del biol como alternativa para la producción de este importante rubro.

6. OBJETIVOS:

6.1. General

Analizar el efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”

6.2. Específicos

- Estudiar el crecimiento y desarrollo vegetativo de plantas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), con la aplicación de diferentes concentraciones de biol de forma edáfica y foliar.
- Determinar cuál método de la aplicación del biol con sus concentraciones mejore el comportamiento agro-productivo del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).
- Analizar costo-beneficio de los tratamientos que se estudiaron.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1. Actividades y tareas relacionadas con los objetivos

Objetivos	Actividad	Resultado	Descripción
Estudiar el crecimiento y desarrollo vegetativo de plantas de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.), con la aplicación de diferentes concentraciones de biol de forma edáfica y foliar.	Valoración de variables morfométricas en plantas de fréjol	Datos de las variables morfométricas evaluadas: altura de planta, diámetro del tallo.	Fotos, libro campo, archivos Excel
Determinar cuál método de la aplicación del biol con sus concentraciones mejore el comportamiento agro-productivo del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).	Aplicación del biol en diferentes métodos de aplicación.	Valoración de datos morfo-agronómicos.	Fotos, archivo Excel
Analizar costo-beneficio de los tratamientos que se estudiaron.	Análisis de los costos de producción de los diferentes tratamientos.	Datos de la relación costo-beneficio.	Fotos, archivos Excel

Elaborado por: Morales y Tuarez, 2023.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. El origen del fréjol

Según varios autores como Bitocchi *et al.* 2013 y Hernández-López *et al.* 2013 señalan que el fréjol (*Phaseolus vulgaris*), es un cultivo Originario de América, específicamente en Mesoamérica y Sudamérica se domesticaron dos accesiones, la primera fue en el valle de Oaxaca México y la segunda en el sur de Bolivia, también ambos cultivares a través de análisis bioquímicos y moleculares se diferencia, el fréjol domesticado en Mesoamérica tiene menores concentraciones de faseolinas, lecitinas pero presentan altos valores de elementos nutritivos con excepción del hierro, mientras que el originario de Sudamérica contiene los valores altos de dichos parámetros bioquímicos mencionados anteriormente (López, 2019).

8.2. Clasificación taxonómica

El fréjol se encuentra clasificado en los siguientes taxones botánicos (Valladares, 2010):

- Reino: Plantae
- Sub Reino: Tracheobionta
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Rosidae
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae
- Subfamilia: Faboideae
- Género: *Phaseolus*
- Especie: vulgaris
- Nombre binomial: *Phaseolus vulgaris* L.

8.3. Importancia del fréjol

8.3.1. Social

El fréjol por su aporte nutritivo es un cultivo que es muy apetecido en aquellos estratos sociales en los que la proteína de origen animal no puede estar presente en la dieta diaria, entre estas son las personas que sufren trastorno de niveles altos de colesterol, pacientes diabéticos, la incorporación de granos de fréjol induce reducir los incrementos en los niveles de glucosa sanguínea y en la prevención de algunas enfermedades degenerativas, además de ser una fuente de proteína con niveles bajos en colesterol y extracto etéreo (Guzmán-Soria, *et al.*, 2019).

8.3.2. Económica

El fréjol por es un cultivo que tiene una alta demanda específicamente en mercados internos de las zonas de producción presenta un impacto económico alto en las familias campesinas que se dedican a este cultivo con fines comerciales, dicha actividad agrícola genera fuerte demanda obrero, para tener rentabilidad en la producción de granos de fréjol no se necesitan grandes extensiones de terrenos, además se asocian con otros cultivos de importancia económica, esto les permite a los agricultores generar dineros extras y reducir el uso de fertilizantes nitrogenado debido que el fréjol es una leguminosa que tiene una simbiosis con bacterias benéficas que permite la fijación de nitrógeno atmosférico (Castellanos *et al.*, 2019).

8.3.3. Cultural

Los granos de fréjol tienen un impacto cultural especialmente en las familias campesina por que dicho producto está en vuelto en la dieta diaria denomina como un estilo de vida, el cual también personifica una identidad étnica, compromiso social y una expresión social, por eso existen diferentes tipos de granos con diferentes características por las exigencias socio-culturales los cuales son brindados como platos típicos en fiestas patronales (Guzmán-Soria, *et al.*, 2019).

8.4. Botánica del cultivo de fréjol

El fréjol se caracterizar por ser una de las leguminosas con diferentes hábitos de crecimiento esto también varía según el cultivar, los tipos son determinado arbustivo, indeterminado arbustivo, indeterminado postrado e indeterminado trepador, las accesiones con crecimiento determinado poseen alturas de 20 a 100 cm, mientras que los de desarrollo indeterminado tiene longitudes alturas de 50 a 250 cm (FAO, 2018).

8.4.1. Raíz

Generalmente es un cultivo que su raíz principal es pivotante de donde se desarrollan la cabellera radicular ese decir la emisión de raíces alternas o secundarias y de estas proliferan las raíces tercerías y pelos absorbente estos que son infectados endógenamente de manera beneficiosa por bacterias fijadores de nitrógenos (FAO, 2018).

8.4.2. Tallo

El tallo puede ser herbáceo, leñoso erecto, trepador o postrado, esto dependerá del cultivar, cualquiera que sea el tipo tiene tricomas y están hecho de nudos y entrenudos, el primer nudo es cotiledonar, este se emite el desarrollo del segundo nudo en el cual se forma se las primeras hojas verdades (Valladares 2010).

8.4.3. Hojas

Las hojas se emiten desde los entre nudos del tallo principal y de ramas, tiene formas trifoliadas con una longitud de hasta 12 cm y con un diámetro de unos 8 cm el foliolo es ovoide y simétrico en la parte central pero los laterales son asimétricos, (Valladares 2010). Son primera hojas cuando están en etapa de plántula a aparecen a los 15 días después de la siembra esto también dependerá de la variedad y del clima donde el cultivo crezca.

8.4.4. Flores

El fréjol por es un cultivo que presenta flores que tiene gametos masculinos y femeninos, en términos botánico son hermafroditas estas se caracterizan de poseer una autopolinización, tienen rasgos de color blanco o morado lo cual dependes de la variedad, tiene inflorescencia en forma de racimos, en su primera etapa está cubierta por bractéolas con características ovoides y su última etapa es cerrada con bractéolas que rodean específicamente al cáliz (FAO, 2018).

8.4.5. Fruto

El fruto se presenta en forma de vaina con pelos que tiene funciones sensoriales al ambiente botánicamente son llamados tricomas, la vaina está constituida por valvas, la misma que tiene sutura dorsal placental y ventral, las semillas se desarrollan o se prenden de las valvas en la sutura placental, estas vainas pueden tener colores heterogéneos o iguales, se estima que el número de vaina por planta fluctúa de 20 a 25 y está emite entre 6 a 8 semillas (FAO, 2018).

8.5. Proceso fenológico del fréjol

Las diferentes etapas fenológicas del cultivo de fréjol ocurren a través de su ciclo de vida, las mismas que son tomada en cuenta al principio de la siembra cuando la semilla se convierte en

una nueva plántula hasta ser una planta adulta, específicamente cuando alcanza la madurez fisiológica o reproductiva.

8.5.1. Fase vegetativa 1

Comienza cuando por encima del suelo se observa el hipocótilo y comienza a originarse las primeras hojas, estas son emitidas por el embrión de la semilla, en esta etapa se puede considerar que se obtuvo una plántula (Borrego, 2019)

8.5.2. Fase vegetativa 2

Esta etapa da el comienzo del desarrollo vegetativo, en donde partir del meristema apical del tallo se emiten las primeras hojas verdaderas, estas se caracterizan por que se expanden y tienen un mayor desarrollo que las hojas del cotiledón (Gómez, 2017).

8.5.3. Fase vegetativa 3

Esta etapa se caracteriza por que se cae las hojas del cotiledón y se forma una hoja trifoliada cuando la planta arranca su proceso de diferenciación celular comienza estimular la formación de una proporción alta de hojas verdaderas compuesta (Meza-Vázquez *et al.*, 2015).

8.5.4. Fase vegetativa 4

Se encuentran las yemas o nuevos brotes atrofiados por la proliferación de hojas compuestas se inhibe el proceso de formación de órganos reproductivos, hasta que las plantas captan mecanismo sensorial para la activación de estos órganos (Salinas *et al.*, 2012).

8.5.5. Etapa de madurez

Esta etapa se caracteriza por que la planta emite sus primeros botones florales y deja de proliferar hojas, pero en las variedades de crecimiento indeterminado no ocurre esto, solo el proceso de emitir brotes vegetativos disminuye. En las cultivares de crecimiento determinado la floración comienza en el último nudo del tallo principal y continúa de forma descendente, mientras que en los cultivares de crecimiento indeterminado comienza este proceso en parte basal de la planta (Gómez, 2017).

8.5.6. Etapa productiva

Cuando los estambres hayan recibido al polen y fecundado al ovulo, la corola activa su senescencia y empieza desarrollarse hasta que las legumbres hayan alcanzado su tope de longitud (Borrego, 2019).

8.5.7. Etapa R8: llenado de las vainas

Inicia cuando en el 50% de las plantas, la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas. Al final de esta etapa las semillas se pigmentan (Álvarez-Brito *et al.*, 2020).

8.5.8. Etapa R9: madurez fisiológica

Empieza cuando aproximadamente el 60 % de las legumbres cambian de color verde a pigmentado u oscuro, específicamente las legumbres se vuelven secas y el color de su semilla cambia según la variedad (Salinas *et al.*, 2012).

8.6. Manejo del cultivo

8.6.1. Siembra

Para garantizar una buena siembra se deben conocer las características del terreno, también la época de siembra según la variedad, siempre y cuando se realice un buen manejo del suelo, es decir prepararlo para obtener condiciones apropiadas como un buen drenaje con el propósito de evitar encharcamientos y estrés hídricos en las plantaciones (Guamán *et al.*, 2020).

8.6.2. Características del suelo idóneas para el establecimiento del fréjol

El fréjol es un cultivo sensible a ambientes extremos, como la baja o elevada humedad relativa, por eso se recomienda que se establezca en suelos bien drenados, con que fluctué de 6,5 a 7,5; rango ideal en la que se encuentra disponibles los nutrientes. A pesar que también el cultivo tiene un óptimo comportamiento en suelos severamente ácidos que llegan a pH de hasta 4,5 (Escoto, 2011).

8.6.3. Preparación del suelo

Cuando al fréjol se lo siembra en monocultivo, se recomienda ejecutar las siguientes labores; arar el suelo hasta una profundidad de 20 cm, que el suelo quede mullido, toda el área que ocupara el cultivo no debe estar compactada para que su sistema radicular pueda explorar al suelo sin dificultad en busca de agua y nutrientes. También se deberá tener un suelo con topografía regular para evitar encharcamientos (Peralta *et al.*, 2013).

8.6.4. Época de siembra

La época de siembra ideal es cuando haya humedad en el suelo, especialmente al final de la época lluviosa para garantizar la germinación de la semilla, esto permite justo cosechar a las legumbres al final o inicio de la época de bajas precipitaciones, promoviendo a que el grano no se deteriore por factores bióticos o abióticos (Espinoza *et al.*, 2019).

Se considera que el periodo de siembra está comprendido del 15 de mayo hasta el 15 de junio, para que coincida la madurez fisiológica con la época seca (julio-agosto), además en este periodo los granos tienen un mayor precio en el mercado. Sin embargo, esto puede diferir según las características climáticas de cada zona o provincia del País (Guamán *et al.*, 2020).

8.6.5. Riego

El agua es un factor vital para la producción de granos de fréjol, garantiza tener altos rendimientos, el fréjol es uno de los cultivos que presenta alta sensibilidad a la humedad del suelo, aún más cuando el suelo tiene textura pesada. El déficit de agua causa estrés oxidativo en todas las etapas vegetativas del fréjol efectos más severo su fase reproductiva. Se considera que una planta de fréjol requiere una lámina de agua de 270 mm, con una frecuencia de riego diaria para cumplir con sus exigencias hídricas especie en las etapas de floración y producción de vainas y granos. El mejor sistema de riego por goteo es el ideal para este cultivo (Escobar-Oña *et al.*, 2017).

8.6.6. Fertilización

Un buen manejo nutricional garantiza altos rendimiento de granos de fréjol, la aplicación de mineral al suelo deberá ser balanceada, específicamente el plan de nutrición deberá ser según los resultados de análisis de suelo, estos nos ayudan a determinar la ausencia o abundancia de

ciertos elementos, así proporcionar las mejores prácticas de fertilización para desbloquear o disminuir el antagonismo que se llega a tener entre nutrientes. Cabe de recalcar que por ser una leguminosa el fréjol se asocia con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (Vargas *et al.*, 2014).

Se estima que el cultivo de fréjol para producir una tonelada de granos consume 53 kg de N; 15 Kg de P₂O₅, y 66 de K₂O, se considera que el 60 % de estos nutrientes se concentra en los granos y el 80 y 70 % en residuos de cosechas. Sin embargo, el requerimiento de macronutrientes y es por hectáreas del fréjol es el siguiente; N (170 kg); P (28 kg); k (255 kg); Ca (120 kg); Mg (28 kg) (Espinoza *et al.*, 2019).

Por otra, parte cuando el contenido de fosforo se encuentra en concentraciones limitadas 0-10 g/l suelo, se recomienda aplicar 5 a 6 sacos/ha de 10-30-10. En condiciones media (11-20 g/l suelo) 4 sacos de la mezcla 12-24-12 y cuando hay contenidos altos de este nutriente (> 20 g/l suelo) se recomienda aplicar 2 sacos de la mezcla 10-30-10.

En el fréjol los oligoelementos (Fe, Zn, Mn, Cu, Co, B, Mo) son absorbidos en etapas tardías, por lo tanto, ante niveles bajos de Zn en el suelo, es recomendable aplicaciones de micronutrientes de forma foliar, según la dosis de la etiqueta del producto (Espinoza *et al.*, 2019).

8.6.7. Control de malezas

El fréjol es una planta que presenta poca agresión contra las malezas, cuando no se realiza un control de maleza apropiado decae su producción hasta un 75 %, la erradicación de plantas no deseadas deberá efectuarse desde antes de la siembra hasta sus etapas reproductivas evitar al máximo la proliferación de malezas, en ciertos casos esto le ocasiona desbalance nutricional al fréjol (Escoto, 2011).

El control de malezas se lo puede efectuar con métodos manuales o químicos, acompañado de un tratamiento integral, es decir control también de plagas y enfermedades. La aplicación de herbicidas reemergentes se debe hacer antes de la aplicación de que la maleza emerja del suelo y los post-emergente cuando está ya ha proliferado (Gomez, 2017).

8.7. Manejo de plagas

Existen un gran número de insectos plagas que provoca daños al cultivo de fréjol, estos pueden afectar al crecimiento radicular como también el desarrollo foliar.

8.7.1. Mosca de semilla

La Mosca de semilla (*Hilemya cilicrura* Rondani) es una plaga común en suelos de zonas templadas, especialmente cuando se aplica abonos orgánicos se ha visto una alta incidencia de este insecto, cuando las semillas son atacada por *Hilemya cilicrura* no emergen y en ocasiones se obtiene plántulas sensibles. Además, cuando se tiene plantas jóvenes el insecto produce daños desde el sistema radicular hasta sus cotiledones, se considera una plaga de importancia económica. Para prevenir que las semillas se han atacadas por el mejor control la mosca de la semilla, el material de siembre deberá ser sumergidos en insecticidas de categoría toxicológica III y IV como el imidacloprid, también se recomienda sembrar cuando hay baja humedad en el suelo (Lardizabal *et al.*, 2013).

8.7.2. Trozadores

Este tipo de plaga corta los talluelos de las plántulas, reduciendo la densidad de las poblaciones de plantas, especialmente los géneros que atacan al fréjol son *Agrotis*, *Feltia* y *Spodoptera*. Estas larvas se pueden controlar con metodos bilógicos, para este caso se usa al hongo *Nomuraea*. También se recomienda la aplicación de pesticidas cuando existe una incidencia de la plaga a partir del 10 %, especialmente la utilización de insecticidas de categoría toxicológica III y IV donde exista daños severos (Tamayo y Londoño, 2001)

8.7.3. Chizas

Las principales especies de Chiazas que afectan al fréjol son *Phyllophaga spp*, *Cyclocephala sp.*, *Ancognata sp.*, *Anomala sp.*, *Plectris sp.*, y *Macrodactylus sp.* Larvas que dañan el sistema radicular y inhiben generalmente el desarrollo vegetativo de las plantas. Si no se elimina la plaga se reduce hasta un 50 % el rendimiento de los granos de fréjol. Esta plaga se la puede erradicar con control biológico; con el hongo *Metarhizium anisopliae*, y la bacteria *Bacillus popilliae*. Para el control químico se utiliza moka un insecticida edáfico de alto espectro (Lardizabal *et al.*, 2013).

8.7.4. Mosca blanca La mosca blanca

Trialeurodes vaporariorum Westwood y es una de los insectos que afecta a los tejidos foliares del fréjol, Su importancia en esta especie es principalmente la transmisión de virus, y ataques severos pueden ocasionar la pérdida total del cultivo. Las poblaciones de mosca blanca se incrementan de manera gradual con los aumentos de la temperatura y la humedad relativa, pero decrecen cuando el cultivo de fréjol llega a la edad de 33 días de germinado. El control de esta plaga se la puede hacer mediante control biológico, sin embargo, cuando hay alta incidencia se recomienda aplicar insecticidas en el envés de la hoja (Hernández, 2018).

8.7.5. La Tortuguilla

Las Tortuguilla (*Diabrotica balteata*), denominada también malla, vaquita. El adulto se alimenta de las hojas, flores y vainas tiernas del fréjol, produciendo agujeros irregulares en las hojas y desfoliando las plantas recién germinadas, por lo que las plantas pueden morir si esta desfoliación es severa. El daño ocasionado por la Tortuguillas es crítico en los primeros 20 días. Buena preparación del terreno, rompe el ciclo biológico de insecto, reduciendo las poblaciones de la plaga en las primeras etapas del ciclo de crecimiento de la planta. Eliminación temprana de hospedantes ayuda a disminuir las poblaciones de esta plaga (Hernández, 2018).

8.8. Importancia de fertilizar

El propósito básico de la aplicación de fertilizantes en el suelo es mejorar el estado nutricional y la calidad del suelo enriqueciéndolo con nutrientes que le faltan. Las plantas de cultivo requieren nitrógeno, fósforo y potasio para mantener la función fisiológica normal de la célula. De manera similar, según Ozdemir *et al.* 2019 indicaron que la falta de nitrógeno da como resultado un crecimiento deficiente y lento, pero el uso excesivo de nitrógeno da como resultado en madurez tardía y baja calidad de hoja (Papini, *et al.*, 2011). Los fertilizantes tienen todos los ingredientes que necesitan las plantas para crecer, por lo que se añaden al suelo con el fin de mejorar sus propiedades físicas, biológicas y químicas (Gad *et al.*, 2019). Las propiedades físicas incluyen la friabilidad del suelo, la porosidad y la absorción; las biológicas están asociadas con los microorganismos que viven en el suelo, mientras que las químicas están relacionadas con el pH del suelo (nivel de acidez) y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Karami *et al.*, 2012).

8.9. Beneficios de la fertilización orgánica

Uno de los desafíos más prometedores para la agricultura sostenible moderna es cómo disminuir las altas tasas de fertilización innecesarias sin influir negativamente en los requisitos nutricionales de las plantas, y disminuir el rendimiento de los cultivos y la calidad de los productos vegetales (Chen *et al.*, 2018).

La fertilización orgánica mejora las características físicas y químicas de los suelos, como la densidad aparente, incremento de materia orgánica, contribuyendo a mejorar la retención de nutrientes y aeración del suelo. Alivia de los estreses ambientales a los cultivos, mejora la fisiología y respuesta frente a organismos patógenos.

8.10. Efecto excesivo de la fertilización inorgánica

Más concretamente, el uso excesivo de fertilizantes inorgánicos ha provocado el deterioro de calidad del suelo (p. ej., aumento de la salinidad o acidificación), contaminación de las aguas superficiales y subterráneas y mayores emisiones de gases de efecto invernadero (Jindo *et al.*, 2016). Aparte de los efectos antes mencionados del uso excesivo de fertilizantes inorgánicos en la química del suelo y algunos aspectos ambientales relacionado con el cambio climático, no debe descuidarse la disminución de la actividad de los microorganismos de las consecuencias negativas sobre la calidad del suelo (García *et al.*, 2016).

El costo de los fertilizantes inorgánicos, junto con su impacto ambiental negativo, requieren el uso de fuentes alternativas de nutrientes para reducir la demanda de fertilizantes convencionales. Bajo estas condiciones, el uso de enmiendas orgánicas del suelo para la fertilización parece ser la solución única para la nutrición de los cultivos. Baja eficiencia en el uso de N por parte de los cultivos debido al alto contenido de N se han estudiado las tasas de fecundación; Carranza *et al.* (2018) encontraron que la eficiencia en el uso de N en árboles frutales jóvenes y maduros es inferior al 55%, y pueden ocurrir pérdidas de fertilizantes nitrogenados, con las consiguientes preocupaciones económicas y medioambientales. También se encontró que la mayor Eficiencia en el uso de N en un sistema de cultivo de trigo y maíz, fertilizado durante 15 años ya sea con estiércol o con insumos de fertilizantes químicos, ocurrió en el tratamiento del estiércol (Masunga *et al.*, 2016).

La estrecha relación entre el contenido de materia orgánica del suelo y su fertilidad es ampliamente reportada y universalmente aceptada (García-Orenes *et al.*, 2016). Por lo tanto, una de las formas más importantes de regeneración del suelo implica la adición de materiales orgánicos para conservar materia orgánica y mantener o mejorar la fertilidad del suelo. Orgánico las enmiendas aumentan el contenido de nitrógeno y carbono orgánico (Das *et al.*, 2017), ya sea directamente o indirectamente aumentando el crecimiento de las plantas.

Además de la capacidad de las enmiendas/fertilizantes orgánicos para disminuir el N inorgánico insumos y mejorar la sostenibilidad de los agroecosistemas hacia una producción más sostenible, también se afirma que su aplicación mejora la disponibilidad de nutrientes del suelo y aumenta el contenido de materia orgánica y la biomasa microbiana, al mismo tiempo que estimula la actividad, productividad de campo y peso de frutos (Chen *et al.*, 2018).

Otro aspecto muy importante de lo orgánico aplicación de las enmiendas es que pueden mejorar la calidad de los alimentos; la incorporación de vermicompost en el suelo tuvo un impacto significativo en las propiedades antioxidantes y antibacterianas de hojas de *Actinidia chinensis*, mientras que la aplicación de estiércol de corral resultó en una alta concentración de fenoles totales y clorofila (Liu *et al.*, 2020)

La fertilización orgánica tiene un impacto significativo en la mejora del C orgánico del suelo, la capacidad de intercambio catiónico (C.E.C.) y la actividad microbiana, es decir, desempeña un papel crucial en la mejora de la salud y las propiedades del suelo y en la promoción de la sostenibilidad de los agroecosistemas (Chatzistathis *et al.*, 2020).

También se encontró que mejora las propiedades físicas del suelo, como la densidad aparente del suelo, para optimizar porosidad, para aumentar el almacenamiento de agua en el suelo y para restaurar suelos degradados (áridos) (Ferrer y Valverde-Rodríguez, 2020).

El primer paso principal ('clave') del papel beneficioso de la fertilización orgánica es la mejora del suelo materia orgánica, que, posteriormente, contribuye a mejorar la salud del suelo (actividad microbiana) y propiedades físicas. Entonces, las propiedades mejoradas del suelo representan el segundo paso hacia restauración de suelos degradados (Jindo *et al.*, 2016). La aplicación de fertilizantes orgánicos puede paliar la aridez (baja fertilidad) estresante y mejoran la tasa fotosintética de las plantas (Chatzistathis *et al.*, 2020).

Además de lo anterior, las huertas fertilizadas orgánicamente tienen una mayor producción costo; por lo tanto, en los casos en que el mayor costo de producción no puede ser compensado por el logro de una mayor calidad de la fruta y mejores precios de mercado, la fertilización orgánica no logra apoyar la viabilidad económica.

Además, a menudo es difícil para los productores encontrar suficientes cantidades de fertilizantes orgánicos para satisfacer con éxito los requerimientos nutricionales de cultivos Sin embargo, se pueden encontrar fácilmente grandes cantidades de estiércol en los casos en que los productores combinar la producción de cultivos con la cría de animales domésticos; así, estos sistemas mixtos de la producción de cultivos orgánicos (es decir, cultivos fertilizados con estiércol) con la cría de animales son de alta importancia socioeconómica solo en áreas rurales específicas (Cuenca-Tinoco *et al.*, 2020).

8.10.1. Biol

Al biol se lo considera un abono líquido que se obtiene por producto de las desintegración o fermentación de materiales de origen animal o vegetal, es un fertilizante amigable con el medio ambiente, rico en nutrientes y microorganismos beneficioso para los cultivos, tiene una fuerte demanda por los productores agrícolas debido a que se obtiene a un precio económico (Aliaga, 2017).

Las principales características del biol es su alto contenido de humus y con una elevada carga de microorganismos que poseen potenciales para promover el crecimiento y desarrollo de las plantas, es recomendado su empleo para restaurar suelos agrícolas degradados o para liberar a los cultivos de estrés ambientales (David y Sherwin, 2015). Cabe de recalcar que el biol es un fertilizante con una baja concentración de macronutrientes.

Tabla 2. Composición de diferentes biol de diferentes fuentes de biol

Tipo de Biol	K	Mg	Cu	Co	Fe	Mn	Zn	pH	CE	N	P
	(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)						mS cm	(%)	(%)
Bovino	0,06	0,032	0,1	0,1	3,9	0,5	0,5	6,91	6,7	0,25	0,17
Cerdo	0,04	0,013	0,2	0,1	1,6	0,8	0,6	7,29	10,3	0,41	0,05

Fuente: (David y Sherwin, 2015).

8.11. Beneficios del biol al suelo y a la planta

El biol es un abono que mejora la capacidad de retención de humedad e incrementa las cargas negativas para fijar cationes nutricionales en los suelos, aumentan la población de microorganismos, reduce las emisiones de óxido nitroso que producen los fertilizantes convencionales (Mendoza, 2016).

Se ha encontrado que el biol mejora la producción de los cultivos al poseer efectos directos sobre la red fotosintética; es decir optimiza la conductancia estomática, eficiencia del uso del agua, concentración intercelular de CO₂, el potencial del fotosistema I y II, esto permite tener mayor energía química para la síntesis de metabolitos primarios (Pomboza *et al.*, 2016)

8.12. Uso de biol en cultivos de ciclo corto

Antes de utilizar el biol en planes de fertilización en cultivos de ciclo cortos y perennes se debe conocer las características químicas del producto, suelo y el requerimiento nutricional del cultivo (Guanopatín, 2012). En función de estos tres componentes se podrá emplear las dosis apropiadas y frecuencias de aplicación.

En leguminosas de ciclo corto como las habas, fréjol, alfalfa, chocho, maní forrajero se ha visto que el biol beneficia el desarrollo de tejidos meristemáticos radiculares y apicales, observándose un impacto significativo en la proliferación de brotes y hojas así aumentando la actividad fotosintética de las plantas e incrementando directamente la producción de dichos cultivos (Guamba, 2021 y Santin, 2017).

8.13. Como se dosificar al biol

Se puede tener diferente tipo de dosis de biol según el grado de concentración del producto, lo cual se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Diferentes concentraciones de biol que se utilizan en planes de fertilización

Solución (%)	Biol (l)	Agua (l)	Total (l)
10	2	18	20
15	3	17	20
25	5	15	20
30	6	14	20
35	7	13	20

Fuente: Iglesias (2008)

8.14. Biol de raquis de banano

En la producción de musáceas se obtienen altas cantidades de desperdicios orgánicos, como son la fruta de rechazo, su raquis y hojarascas, a través de la descomposición de estos residuos se obtiene un tipo de lixiviado rico en minerales y microorganismo benéficos que estimula y potencializan la producción de los cultivos, el biol que obtiene del raquis de banano presenta la siguiente composición nutricional: N (0,01 %), P (0,01), K (0,17 %), Ca (0,02 %), Mg (0,01), Fe (4,63 ppm), Cu (0,24 ppm), Zn (0,30 ppm) y Mn (1,12 ppm) (Armijos *et al.*, 2018).

En una superficie de 60 m² de fréjol independiente a la variedad se recomienda aplicar de manera edáfica como dosis baja 42 litros en el ciclo de producción, como dosis media y alta 59,79 y 76,86 l. En aplicaciones foliar se sugiere el empleo de 250 ml/planta.

9. HIPÓTESIS CIENTÍFICAS

Ha: La aplicación de biol por vía foliar y edáfica en el cultivo de fréjol influyen de manera distinta en su desarrollo y rendimiento.

Ho: La aplicación de biol por vía foliar y edáfica en el cultivo de fréjol no influyen de manera distinta en su desarrollo y rendimiento.

10. MATERIALES Y MÉTODOS

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La Investigación se llevó a cabo en la finca “Catalina” ubicada en el recinto Cuatro, Mangas, cantón Buena fe, provincia Los Ríos. Situada geográficamente a Latitud: -0.898572, Longitud: -79.4889 0° 53' 55" Sur, 79° 29' 20" Oeste. Según el Plan Nacional y de Ordenamiento territorial (PDOT, 2019) el clima de la localidad es tropical mega térmico semihúmedo con precipitaciones de 2000 mm/año, temperatura promedio de 24,4 °C y humedad relativa de 86 %.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Cuantitativo

La investigación desarrollada en el presente documento se obtuvo mediante la observación directa, es decir mediante datos provenientes al registro de variables dependiente cuantitativas continuas.

10.2.2. Cualitativo

La investigación fue documentada con apoyatura de información de fuentes bibliográficas como de libros, revistas, manuales técnicos, blogs informativos entre otras fuentes.

10.3. Materiales y equipos

Tabla 4. Materiales y equipos utilizados en el desarrollo de la investigación

Materiales	Cantidad	Equipos	Cantidad
Cintas métricas	3	Computador	1
Pala	2	Impresora	1
Rastrillo	3	Bomba de fumigar	3
Piolas	100 m	Paquete de pesticidas	2
Carteles	40	Cámara fotográfica	1
Libreta de campo	1	Bomba de agua	1
Semillas	2kg	Biol	20 l

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

10.4. Composición nutricional del biofertilizante que se empleó en la investigación

Tabla 5. Composición nutricional del biol utilizado en la investigación

(%)							ppm			
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
0,2	0,07	0,10	0,25	0,11	0,05	2	5	6	13	3

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

10.5. Diseño de la investigación

El diseño que se empleó en la investigación fue en bloques al azar con arreglo factorial. Factor A (vías de aplicación), factor B (dosis), con 5 réplicas y empleando un tratamiento testigo (tabla 6).

Tabla 6. Tratamientos y número de bloques que se emplearon en el presente estudio

Factor A	Factor B	Repeticiones	Plantas	Total
Biol foliar	10%	5	36	144
	20%	5	36	144
Biol edáfico	10%	5	36	144
	20%	5	36	144
Testigo absoluto		5	36	144
Total				720

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

10.6. Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías, la comparación de medias entre grupos se hizo con la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0,05. El programa estadístico que se empleó fue el software IBM SPSS Statistic versión 25. En la tabla 7 se presenta el esquema del análisis de varianza.

Tabla 7. Esquema de varianza del experimento

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	(r - 1)	4
Factor A	(A - 1)	1
Factor B	(B - 1)	1
A x B	(A-1) (B-1)	1
Error experimental	(r-1) (AB-1)	12
Total	(rAB-1)	19

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

10.7. Variables a evaluar

10.7.1. Altura de planta (cm)

Esta variable se evaluó en la unidad experimental útil (20 plantas) a los 20, 40 y 60 días después de la siembra (DDS). Se midió desde la base del tallo hasta a la punta de la yema apical

10.7.2. Diámetro del tallo (mm)

El diámetro del tallo se registró al mismo tiempo que se evaluó la variable anterior. Medido a la altura de 2 cm del tallo con un calibrador digital.

10.7.3. Número de vainas

Esta variable se cuantificó a 20 plantas por unidad experimental, a través del conteo visual de las vainas que emitió cada planta.

10.7.4. Peso de 100 vainas

Después de haber cosechado la parcela útil de cada tratamiento y repetición se llevó el pesado de las vainas en una balanza de precisión que reporta el peso de gramos.

10.7.5. Número de granos por vainas

En las vainas que se cosecharon en la parcela útil se registró el número de granos que produjo cada legumbre.

10.7.6. Rendimiento

El rendimiento se lo cuantifico con el peso de granos en kg/parcela relacionada a kg/ha, para ello se empleó la siguiente formula:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{ANC m}^2/1}$$

R= Rendimiento en kg/ha

PCP= Peso de campo por parcela en Kg

ANC= Área Neta Cosechada en m²

10.7.7. Costo beneficio

El análisis económico se lo efectuó en base al rendimiento obtenido en t/ha, esto fue transformado en kg/ha debido al valor del mercado nacional para los productores que es 2,00 \$ USD, precio que se cancela por kilogramo. En cada tratamiento se cuantifico el beneficio neto y la relación costo beneficio, para determinar aquellos valores se utilizaron las siguientes formulas:

- Beneficio neto= ingreso bruto – costo de producción
- Beneficio/costo= beneficio neto/costo de producción
- Rentabilidad= (Beneficio neto/costo de producción) x 100

10.8. Manejo del experimento

Como primer paso de la investigación se limpió el área experimental, luego se procedió con las delimitaciones de los bloques, parcela útil y la distribución de los tratamientos. Posteriormente

se realizó la siembra dejando dos granos por orificio y después de haber transcurrido 12 días se hizo un realeo dejando una plántula por sitio. El control de maleza se realizó con frecuencia quincenal de manera manual y el riego fue aplicado diariamente en las primeras horas de las mañanas. La dosificación del biol a la concentración de 10 % se hizo para un volumen de 20 l que consistió en enrazar 2 l de biol con 18 l de agua, para la concentración de 20 % se vació 4 l de biol y se aforo con 18 l de agua hasta llegar a un volumen total de 20 l. De acuerdo a los tratamientos que fueron evaluados se aplicaron las diferentes concentraciones vía foliar y edáfica ambas en una frecuencia de 21 días después de la siembra hasta cuando el cultivo estuvo en su madurez fisiológica, es decir cuando cuajaron los primeros frutos. El control de plagas y enfermedades se hizo con métodos químicos, aplicaciones de fungicidas preventivos y curativos cuando hubo incidencia a simple vista de fitopatógenos, se empleó insecticidas en la presencia de insectos plagas. Los pesticidas se aplicaron con una frecuencia quincenal en las horas con menos intensidad lumínica.

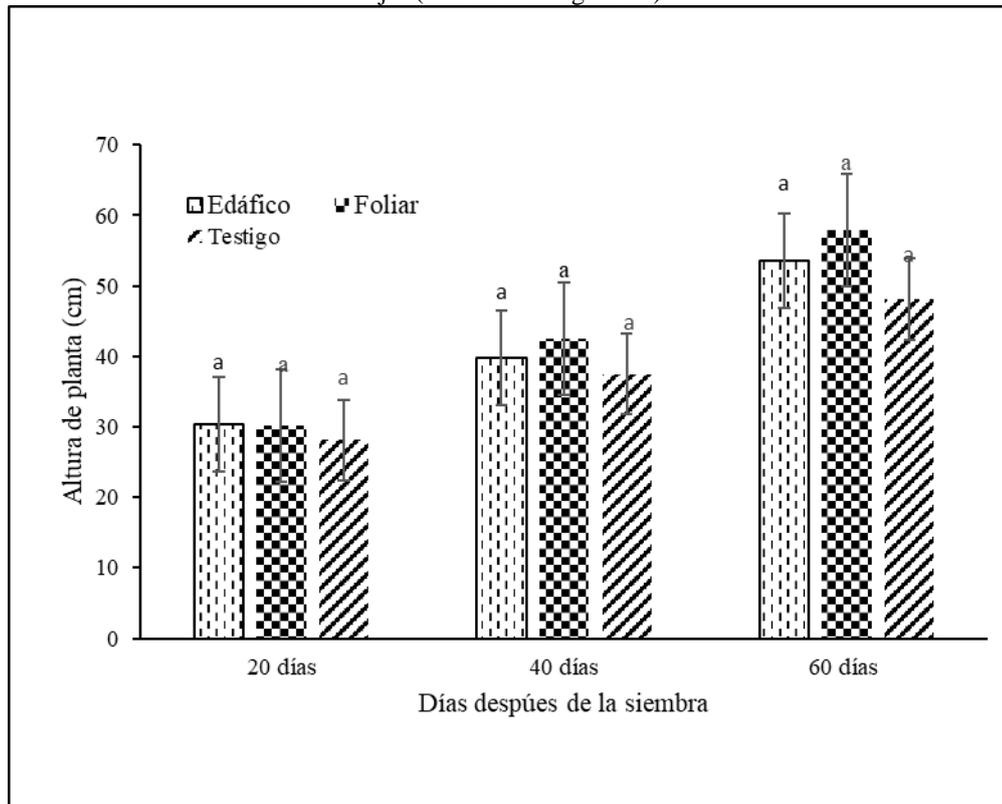
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Efecto simple del factor A (vías de aplicación) en las variables de crecimiento y productivas de plantas de fréjol.

11.1.1. Altura de planta

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la variable altura de planta entre vías de aplicación de biol. Se observa que en los diferentes tiempos de evaluación no hubo diferencias estadísticas entre la aplicación edáfica y foliar de biol en el cultivo de fréjol cuarentón. Sin, embargo se observa que la mejor longitud del tallo se obtuvo con la aplicación foliar a los 60 días después de la siembra. Igualmente, Berjano y Mendez (2011) al mismo tiempo (60 DDS) no encontraron diferencia significativa en la aplicación de tratamientos biológicos en plantas de fréjol, pero estos autores reportaron medias similares a la de este trabajo valores que van de 10,50 a 23,70 cm, respectivamente desde los 30 hasta los 60 DDS.

Figura 1. Altura de planta, por Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

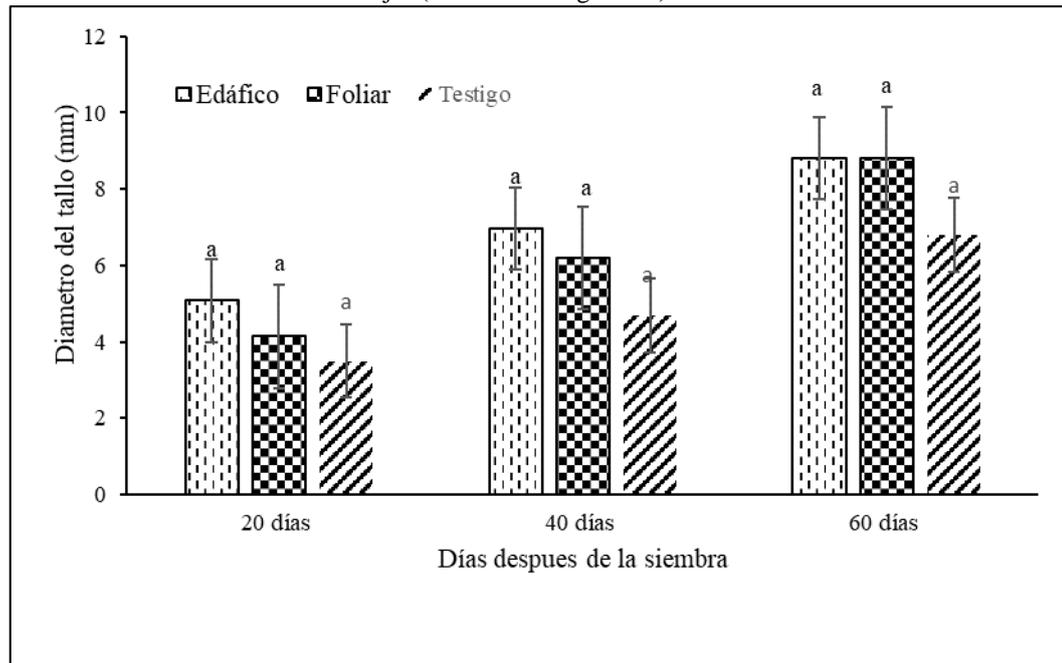


Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.1.2. Diámetro del tallo

El análisis estadístico en el factor independiente modos de aplicación no mostro significancia estadística a los 20, 40 y 60 días después de la siembra (figura 2). De acuerdo, con los resultados descrito en la variable anteriormente documenta (altura de planta) la aplicación de biol por vía edáfica y foliar poseen efectos similares sobre la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas de fréjol cuarentón. Sin embargo, se ha señalado que cuando se aplica biol por vía edáfica existe un mayor efecto por que estimula la actividad microbiota y estos microorganismos mejorar la captación de nutrientes y producen sustancias que estimulan el crecimiento radial de los vasos conductores, ocasionando a que el tallo aumento su anchura.

Figura 2. Diámetro del tallo, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.1.3. Producción y rendimiento

En la tabla 8 se presenta los componentes productivos del cultivo en función a los métodos de aplicación de biol. Se observa diferencia significativa entre las técnicas de empleo del biol, siendo por vía foliar donde recayeron los mayores promedios en el número de vainas/planta, número de granos/vainas y rendimiento con valores de 11,30; 5,12 y 209,81 kg/ha. Resultados que concuerdan con los descrito por Ramírez *et al.* (2016) quienes documentaron que la aplicación de biol directamente en los órganos fotosintéticos en la etapa reproductiva, beneficia el intercambio gaseoso y mejorar el potencial del fotosistema I y II, lo que da como resultado incremento de energía para la liberación de la intoxicación del oxígeno en los procesos de fotorrespiración y beneficiando la síntesis de metabolitos primarios que tienen como resultado final estimular los procesos de división o/y expansión celular (Rodríguez , 2017).

Tabla 8. Indicadores de crecimientos, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

	Número de vainas/planta	Peso de vainas	Número de granos /vainas	Rendimiento Kg/ha
Vía foliar	11,30 a	51,72 a	5,12 a	209,81 a
Vía edáfica	9,12 b	41,70 b	4,15 b	185,78 b
Testigo	8,20 b	38,50 bc	3,80 b	170,50 b

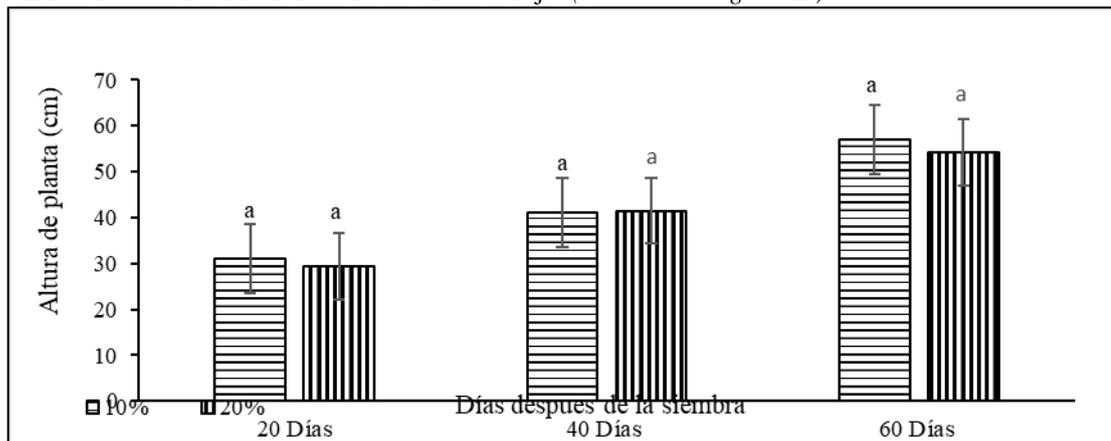
Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.2. Efecto factor simple B (dosis de biol)

11.2.1. Altura de planta

La figura 3 muestra los resultados del factor independiente dosis de biol sobre la longitud del tallo de las plantas de fréjol. Se observa que entre las concentraciones de biol aplicadas no hubo diferencia significativa en ningún tiempo de evaluación. Hallazgo que contrasta a lo señalado por García y Umazor (2018) quienes indicaron que las dosis altas de biol tiene un mayor efecto sobre el crecimiento de plantas de fréjol. Igualmente, difieren con los resultados detectados por Bermúdez *et al.* (2011) quienes describen que cuando las plantas de fréjol son tratadas con soluciones altas de biol reflejan una mayor altura de planta.

Figura 3. Efecto simple en la altura de planta, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

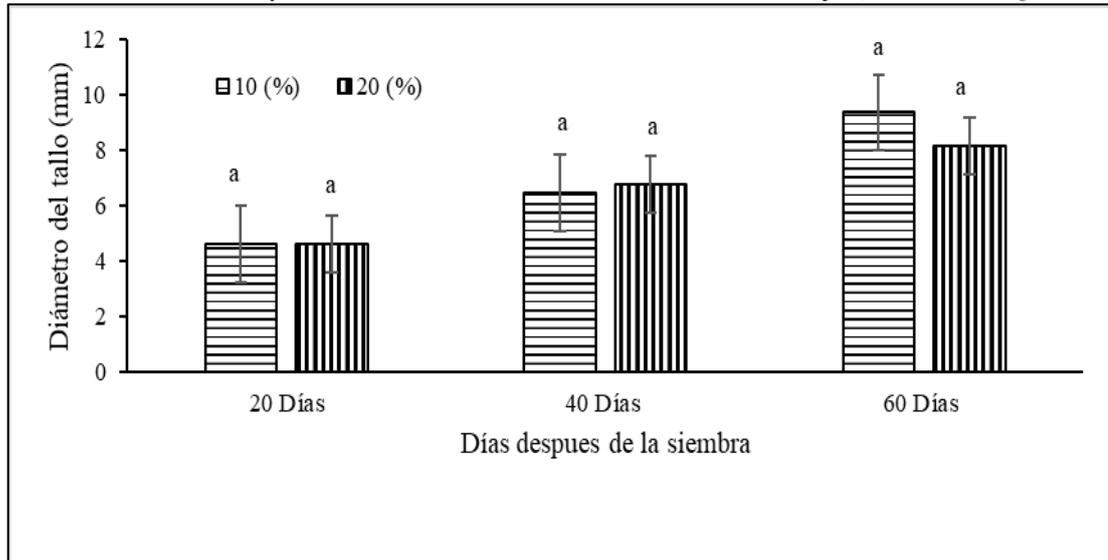


Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.2.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo a los 20, 45 y 60 días después de la siembra no reflejó significancias estadísticas entre dosis de biol en el comportamiento de la variable diámetro del tallo (figura 4). Demostrado que las concentraciones de 10 y 20 % de biol promueven de manera similar la división celular del cambium vascular de plantas de fréjol. Igualmente, Andino (2011) en un estudio similar realizado por quienes evaluaron diferentes concentraciones de diferentes tipos de biol y no encontraron significación estadística en las dosis de aplicación en el diámetro de tallos de fréjol. En condiciones similares a las del presente trabajo Aguirre y Gutierrez (2018) sometieron a las plantas de fréjol de la variedad el pantel a diferentes dosis de biol y tampoco encontraron efectos significativos de las dosis de biol en el diámetro del tallo.

Figura 4. Efecto simple de las dosis de biol en la variable diámetro del tallo, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.2.3. Producción y rendimiento

En la tabla 9 se presenta los resultados del efecto siempre dosis de fertilización de biol en los componentes de la producción y rendimiento del fréjol. Se encontró diferencias estadísticas entre las dosis recayendo los mejores promedios de número de vainas/plantas (11,10), número de granos/vainas (4,91) y rendimiento del fréjol (203, 88 kg/ha) con la concentración de biol al 10 %. Estos resultados se les atribuye a que el biol contienen sustancias bioactivas tipo hormonal que en dosis altas pueden interrumpir o suprimir los procesos de diferenciación celular en las plantas etapa donde se detiene el desarrollo de brotes vegetativos para la formación de órganos reproductivos (Cruz *et al.*, 2015), lo cual se observó en el presente trabajo recayendo con las dosis más bajas de biol los mejores índices productivos. Un comportamiento similar fue hallado por, Rodríguez (2017) pero con la aplicación de humus líquido, encontró que las dosis altas afectan el desarrollo de órganos reproductivos de las plantas. En este, sentido los biofertilizantes por ser ricos en microorganismo que exudan biomoléculas que actúan de forma hormonal, especialmente en concentraciones bajas puede estimular el desarrollo y producción de las plantas y en ocasiones el suministro de dosis elevadas produce efectos negativos en estos procesos fenológicos (Barrios, 2014).

Tabla 9. Efecto simple de las dosis de biol en indicadores productivos, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Dosis	N vainas/planta	Peso de vainas	N granos /vainas	kg/ha
10 (%)	11,10 a	49,60 a	4,91 a	203,88 a
20 (%)	9,20 b	43,80 b	4,32 b	191,72 b

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.3. Efecto de la interacción del factor AxB (vías de aplicación de biol por dosis) en el desarrollo y producción del fréjol cuarentón.

11.3.1. Altura y diámetro del tallo

En la tabla 10 se observa el comportamiento del crecimiento de las plantas de fréjol a los 20, 40 y 60 días en función a los métodos de aplicación de biol y sus concentraciones, se observa que entre tratamientos no se presente diferencia estadística en la variable altura de planta y diámetro del tallo en ningún tiempo de evaluación. Comportamiento agronómico que contrasta con el reportado por García (2022) quien evaluó diferentes dosis de biol en plantas de fréjol y encontró un fenómeno directamente proporcional en el crecimiento, es decir que cuando incrementaron las dosis de biol en la fertilización se aumentó la altura y diámetro de las plantas. Sin embargo, estos resultados indica que cuando se aplican biol a nivel foliar o edáfico independientemente de la dosis no se encuentra efectos sobre el desarrollo vegetativo, porque este es un tipo de biofertilizante que se utiliza como complemento para la fertilización edáfica convencional. No obstante, se considera que el efecto en las plantas también esta influenciada por el tipo de biol y la variedad de cada especie vegetal, unas pueden ser sensible a este tipo de fertilización orgánica (Barrios, 2014), cuando el producto es rociado en el follaje pueden verse efectos directos en la red fotosintética, al mismo tiempo se estimulan la proliferación de hojas, permitiendo tener una mayor actividad fisiológicas y síntesis de foto-asimilados estructurales como carbohidratos y proteínas (Ferrer y Valverde, 2020).

Tabla 10. Efecto de la interacción sobre los indicadores de crecimientos, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

	DDS	Vía foliar		Vía edáfica		Testigo
		10%	20%	10%	20%	
AP	20 días	30,82 a	29,54 a	31,47 a	29,32 a	33,32 a
	40 días	45,02 a	42,98 a	40,74 a	40,59 a	42,92 a
	60 días	63,54 a	57,4 a	56,98 a	55,56 a	57,4 a
DT	20 días	4,20 a	4,09 a	5,04 a	5,12 a	4,54 a
	40 días	6,12 a	6,22 a	6,84 a	7,24 a	6,99 a
	60 días	9,68 a	0,33 a	8,84 a	8,44 a	7,8 a

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

En la tabla 11 se presenta el efecto de tratamientos (interacción Factor AxB) en los indicadores de producción. Se encontró que cuando las plantas de fréjol son sometidas a la dosis baja de biol mediante vía foliar, obtienen el mayor peso de vainas, número de vainas y rendimiento Kg/ha. Esto se le atribuye que, mediante este tratamiento, las plantas en su etapa vegetativa produjeron mayores órganos fotosintéticos (hojas) y esto les permitió tener más síntesis de metabolitos primarios, asimilados que en su etapa reproductiva fueron trasladados hacia órganos que son sumideros irreversibles (vainas), lo que permitió a que se incrementa la biomasa de las legumbres y sus granos, por tanto, esto se ve reflejado en un alto rendimiento (Vargas *et al.*, 2011). Igualmente, Andino (2011) al tratar las plantas de fréjol con dosis baja de biol (10 cm/L) encontró el mayor rendimiento con valores de 14,26 kg/ha, sin embargo, son promedios severamente inferiores a los alcanzados en el presente trabajo. No obstante, estos resultados difieren con los reportados por García (2022) quien encontró que mientras se elevan las dosis de biol aplicadas en las plantas de fréjol aumentan su producción e incluso este autor reporto promedios de rendimientos (235,16 a 839,29 kg) superiores a los nuestros, sin embargo, las dosis que utilizó son significativamente más altas a las que se empleó en el presente estudio y el biol fue obtenido de otros residuos orgánicos.

Tabla 11. Efecto de la interacción sobre los indicadores de producción, por efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolous vulgaris* L.)

Tratamientos	Peso de vaina (g)	N° vainas/planta	N° granos/vaina	Kg/ha
Biol foliar (10 %)	59,00 a	6,21 a	6,20 a	218,50 a
Biol foliar (20 %)	44,22 b	4,41b c	3,60 c	201,10 b
Biol edáfico (10 %)	43,21 bc	3,61 b	4,00 bc	189,25 c
Biol edáfico (20 %)	40,20 c	4,62 bc	4,6 b	182,30 d
Testigo	37,45 c	3,60 c	4,2 bc	174,60 e

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

11.4. Análisis de costo y beneficio de los tratamientos en estudio

Sobre la rentabilidad de los tratamientos respecto a la producción del fréjol, con el empleo de biol a nivel foliar con una concentración del 10% se obtiene la mejor relación B/C (2,10) en comparación con los demás tratamientos, especialmente con el testigo que representó un beneficio de 208,40 con una relación B/C de 1,48 (tabla 12).

Tabla 12. Análisis económico de los tratamientos que estuvieron bajo estudio

Costos	Biol Vía Foliar		Biol Vía Edáfica		Testigo
	10 (%)	20 (%)	10 (%)	20 (%)	
Alquiler de terreno	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Semillas	36,00	36	36,00	36,00	36,00
Cal agrícola	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Agroquímicos	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Mano de obra	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Costos	140,80	140,80	140,80	140,80	140,80
Rendimiento kg/ha	218,50	201,10	189,25	182,30	174,60
Precio comercial kg (\$)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Ingreso bruto	437	402,2	378,5	364,6	346,20
Beneficio neto	296,2	261,4	237,7	223,8	208,40
Relación B/C	2,10	1,86	1,69	1,59	1,48

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICO)

12.1. Impacto ambiental.

La fertilización orgánica produce múltiples beneficios sobre los ecosistemas, estas prácticas agrícolas permiten restaurar suelos que han sido degradados por las explotaciones intensivas que se han realizado con el empleo de agroquímicos. Además, reduce directamente las emisiones de gases de efecto invernadero, al reducir la utilización de fertilizantes con altos contenidos de óxido de nitrógeno.

12.2. Impacto técnico

Este trabajo permite conocer los efectos que producen los biofertilizantes en las plantas y cuál es la forma de aplicación en la que se adquiere los mayores beneficios sobre las diferentes etapas fenológicas del fréjol. Así generando nueva información técnica, especialmente para los agricultores que se dedican a este cultivo las puedan replicar en sus predios.

12.3. Impacto económico

Los fertilizantes orgánicos como el biol, son tecnologías económicas que están al alcance de los agricultores que tienen limitaciones para producir cultivos de importancia económica y que son la base de la canasta familiar como es el fréjol.

12.4. Impacto social

Los nuevos conocimientos encontrados en este trabajo beneficiaran a todas las cadenas agrícolas, especialmente a las que se dedican a explotar cultivos de ciclo corto. Además, la sociedad en general tendrá alimento más inocuo en los mercados mediante el sistema de producción orgánica. Este tipo de agricultura tienen impactos directos en la seguridad alimenticia a nivel mundial, especialmente en las zonas más vulnerables de los países en subdesarrollo, como son los sitios rurales, donde existen limitaciones para mejorar la producción de los cultivos.

13. PRESUPUESTO DE LA INVESTIGACIÓN

En la tabla 13 se muestra el presupuesto de la investigación titulada “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)”

Tabla 13. Presupuesto de la investigación

Recursos y materiales	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Biol	20	Litros	\$ 20,00	\$ 20,00
Semillas	2 kg	bandejas	\$ 15,00	\$ 30,00
Fungicidas	4	Litros	\$ 20,00	\$ 80,00
Cinta métrica	1	metros	\$ 5,00	\$ 5,00
Pie de rey digital	1	milímetros	\$ 7,00	\$ 7,00
Pala	2	unidad	\$18,00	\$ 36,00
Bitácora	1	unidad	\$ 4,00	\$ 4,00
Mano obrera	22	unidad	\$ 20,00	\$ 400,00
Total				\$ 622,00

Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Independiente a las concentraciones, se detectó que las aplicaciones de biol de manera foliar y edáfica no producen efectos en la longitud y diámetro del tallo de plantas de fréjol cv. cuarentón.
- Cuando se aplica el biofertilizante con una concentración del 10 % en el follaje se mejora la productividad de las plantas de fréjol, recayendo sobre este tratamiento el mayor número de vainas (59,00), número de granos vainas (6,20) y rendimiento (218,50 kg/ha).

- Los resultados reflejaron efectos en la interacción de factores, encontrándose que la aplicación de biol foliar en una concentración del 10 % incrementa significativamente la proliferación de vainas (6,20) y el número de granos vainas (6,21), lo cual permite a que se obtenga el mejor rendimiento con 218,50 kg/ha. Por lo tanto, este tratamiento alcanza la mayor rentabilidad con una relación B/C de 2,10.

14.2. Recomendaciones

- Se recomienda que para mejorar la producción del fréjol cuarentón utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente se aplique al follaje biol a una concentración del 10 %. Esto induce a que las plantas emitan mayor número de vainas y aumente también el llenado de sus granos, además garantiza rentabilidad económica.
- De acuerdo con los resultados alcanzados se sugiere que con este tipo de métodos de aplicación de biol se estudien nuevas variedades de fréjol u otros cultivos transitorios con dosis más elevadas del biofertilizante.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. F., y Gutiérrez García, R. A. (2018). Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento de cultivo de frijol común, El Plantel, Masaya 2017 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).
- Bianchi, E., & Szpak, C. (2016). Seguridad alimentaria y el derecho a la alimentación adecuada.
- Aliaga, N. (2007). Producción de biol supermagro. *Cedepas norte. Centro ecuménico de promoción y acción social*.
- Alvarez-Brito, R., Rojas-Bourrillon, A., y López-Herrera, M. (2020). Efecto del guineo cuadrado sobre la proteína cruda, almidón, fibra y fermentación ruminal de ensilados de leguminosas. *Nutrición Animal Tropical*, 14(2), 131-155.
- Andino Villafuerte, W. A. (2011). Evaluación de tres tipos de Bioles en la producción de Fréjol (*Phaseolus vulgaris* Var. Calima), en verde (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Armijos, J. M., Batista, C. R. M. G., & Barrezueta-Unda, C. S. (2018). Elaboración de biocarbón obtenido a partir de la cáscara del cacao y raquis del banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(3), 75-81.
- Barrios, P. A., Estrada, J. A. S. E., Montes, E. S., González, M. T. R., y Barrios, M. A. (2014). Fenología, producción y calidad nutrimental del grano de frijol chino en función de la biofertilización y fertilización foliar. *Interciencia*, 39(12), 857-862.
- Bermúdez, Y. M., Álvarez Arroyo, M., y Luna Bello, G. (Julio, 2011). Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Bluefields, R.A.A.S. *Ciencia e Interculturalidad*, 8 (1), 128-139 p
- Berros, V., y Peiteado, R. (2015). De la experiencia de los agroquímicos a los incipientes desafíos de los nano-agroquímicos: riesgos manufacturados y derecho a un ambiente sano en Argentina. *Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades*, 17(33), 229-251.
- Bitocchi E, E Bellucci, A Giardini, D Rau, M Rodriguez, E Biagetti, R Santilocchi, P S Zeuli, T Gioia, G Logozzo, G Attene, L Nanni, R Papa (2013) Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytol.* 197:300-313.

- Borrego, E. M. (2019). Servicio de información AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP), en< [http://www. siap. gob. mx](http://www.siap.gob.mx)>. *Carlos Javier Maya Ambía María del Carmen Hernández Moreno*, 184.
- Carranza, C.; Brunetto, G.; Tagliavini, M. (2018). Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. *Plants*, 7, 4.
- Castellanos Dorado, R. M., Pacheco Feria, U., y Morales Pérez, M. (2019). Evaluación integral de la eficiencia económica de la producción de frijol. *Retos de la Dirección*, 13(1), 208-227.
- Castrejón, C. J. (2022). Educación rural en América Latina. *Revista ProPulsión*, 4(1), 35-49.
- Castro, E., Rodríguez, J. E. M., Fornaguera, J. E. C., y Lascano, C. E. (2018). Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. *Agronomía Mesoamericana*, 29(3), 711-729.
- Chatzistathis, T.; Papadakis, I.E.; Papaioannou, A.; Chatzissavvidis, C.; Giannakoula, A. (2020). Comparative study effects between manure application and a controlled release fertilizer on the growth, nutrient uptake, photosystem II activity and photosynthetic rate of *Olea europaea* L. (cv. ‘Koroneiki’). *Sci. Hortic.* 264, 109176.
- Chen, Z.M.; Wang, Q.; Wang, Y.; Bao, L.; Zhou, J.M. (2018) Crop yields and soil organic carbon fractions as influenced by straw incorporation in a rice–wheat cropping system in southeastern China. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 112, 61–73.
- Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., y Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Cruz, A., Rivero, D., Echevarría, A., Infante, D., y Martínez, B. (2015). *Trichoderma asperellum* en el manejo de hongos fitopatógenos en los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 30, 87-87.
- Cuenca-Tinoco, A., Castro-Delgado, N. I., Cargua-Chávez, J. E., Cedeño-García, G. A., y Cedeño-Zambrano, J. L. (2020). Efectividad de enmiendas sobre el crecimiento y rendimiento de fréjol común en suelo andisol ácido. *Temas Agrarios*, 25(1), 54-65.
- Das, S.; Hussain, N.; Gogoi, B.; Buragohain, A.K.; Bhattacharya, S.S. (2017). Vermicompost and farmyard manure improves food quality, antioxidant and

antibacterial potential of *Cajanus cajan* (L. Mill sp.) leaves. *J. Sci. Food Agric*, 97, 956–966.

- David, P., y Sherwin, E. (2015). Sistema Bibolsa: Commercialization of Biol Report.
- Escobar-Oña, W. S., Tafur-Recalde, V. L., Pazmiño-Mayorga, J. A., y Vivas-Vivas, R. J. (2017). Respuesta del cultivo de fréjol caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes. *Dominio de las Ciencias*, 3(3), 556-571.
- Escoto, N. (2011). El cultivo del frijol. *Publicación de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, DICTA de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. Tegucigalpa, Honduras.*
- Espinoza, A., Valdivia, R., Pilarte, F. (2019). Manejo de la Fertilización de Maíz y Frijol 4R, basado en la Evaluación Visual de Suelos. Programa de Nicaragua Frente al Ministerio de familia. 17p.
- FAO, (s.f.) Ecuador una mirada. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>.
- Ferrer-Vilca, T. H., y Valverde-Rodríguez, A. (2020). Rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario con tres fuentes de abonos orgánicos en el distrito de Cholón, Huánuco-Perú. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 33-44.
- Ferrer-Vilca, T. H., y Valverde-Rodríguez, A. (2020). Rendimiento del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario con tres fuentes de abonos orgánicos en el distrito de Cholón, Huánuco-Perú. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 33-44.
- Fiallos, F. R. G., Calderón, Á. J. A., Estrella, R. G., Ocampo, E. D., Mora, F. D. S., y Benavides, Ó. P. (2013). Enfermedades y componentes de rendimiento en dieciséis genotipos de fréjol en Quevedo, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*, 6(2), 31-39.
- Gad, N.; Sekara, A.; Abdelhamid, M.T. (2019). The potential role of cobalt and/or organic fertilizers in improving the growth, yield and nutritional composition of *Moringa oleifera*. *Agronomy*, 9, 862
- Garcés Fiallos, F. R., Zabala Palacios, R. G., Díaz Coronel, T. G., y Vera Avilés, D. F. (2012). Evaluación agronómica y fitosanitaria de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico húmedo Ecuatoriano. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (2): 230-240.
- Garcés-Fiallos, Felipe Rafael, Olmedo-Zamora, Ismael Modesto, Garcés-Estrella, Rafael Edmundo, y Díaz-Coronel, Teofilo Gorki. (2015). Potencial agronómico de 18 líneas de fréjol F6 en Ecuador. *Idesia (Arica)*, 33(2), 107-118

- García Rodríguez, J. E., y Umanzor López, A. V. (2018). *Efecto de tres dosis de Biol en el cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), cv. INTA fuerte sequía en la finca el Plantel, Masaya 2017* (Doctoral dissertation, Universidad nacional Agraria).
- García-Bernal, M., Ojeda-Silvera, C. M., Batista-Sánchez, D., Abasolo-Pacheco, F., y Mazón-Suástegui, J. M. (2020). Respuesta del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad Quivicán a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 137-147.
- Garcia-Orenes, F.; Roldan, A.; Morugan-Coronado, A.; Linares, C.; Cerda, A.; Caravaca, F. (2016). Organic fertilization in traditional Mediterranean grapevine orchards mediates changes in soil microbial community structure and enhances soil fertility. *Land Degrad. Dev.* 27, 1622–1628.
- Gómez, S. (2017). El cultivo de frijol en la zona andina de Colombia: caso de estudio regiones de Ubaté y Guavio en el departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias.
- Guamán Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., y Romero Salguero, E. J. (2020). Adaptabilidad de cuatro variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) en la parroquia Luz de América-Ecuador. *Siembra*, 7(1), 70-79.
- Guamba Román, A. E. (2021). Evaluación de tres abonos orgánicos en la producción de dos variedades de haba (*Vicia faba L*) en el cantón Huaca. UPEC.
- Guanopatín Chicaiza, M. R. (2012). Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (*Medicago sativa*) (Bachelor's thesis).
- Guzmán-Soria, E., de-la-Garza-Carranza, M. T., García-Salazar, J. A., Rebollar-Rebollar, S., y Hernández-Martínez, J. (2019). Análisis económico del mercado de frijol grano en México. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 131-146.
- Hernández Ramos, A. (2018). *Insectos plaga y enfermedades asociadas a cuatro cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agronomía).
- Hernández-López, Víctor M., Vargas-Vázquez, Ma. Luisa P., Muruaga-Martínez, José S., Hernández-Delgado, Sanjuana, y Mayek-Pérez, Netzahualcóyotl. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104.

- Iglesias Maturana, M. T. (2008). Guía para la preparación de resúmenes. *Serie Bibliotecología y Gestión de Información*, (41), 1-24.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) (2020). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2019.
- Jiménez Icaza, M. (2019). *Manejo agronómico del cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.), bajo condición de humedad a capacidad de campo en la zona de Mocache* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Jindo, K.; Chocano, C.; Melgares de Aguilar, J.; Gonzalez, D.; Hernandez, T.; Garcia, C. (2016). Impact of compost application during 5 years on crop production, soil microbial activity, carbon fraction and humification process. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 47, 1907–1919.
- Karami, A.; Homaeaa, M.; Afzalinia, S.; Ruhipour, H.; Basirat, S. (2012). Organic resource management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physico-chemical properties. *Agric. Ecosyst. Environ.* 148, 22–28.
- Lardizabal, R., Arias, A., y Segura, R. (2013). Manual de producción de fréjol. 24 pp.
- Liu, Z.; Guo, Q.; Feng, Z.; Liu, Z.; Li, H.; Sun, Y.; Liu, C.; Lai, H. (2020) Long-term organic fertilization improves the productivity of kiwifruit (*Actinidia chinensis Planch.*) through increasing rhizosphere microbial diversity and network complexity. *Appl. Soil Ecol.* 147, 103426.
- LLOMITOA, A., Chanaguano-Punina, B., Llomitoa-Gavilanez, N., Luna-Murillo, R., y Cunuhay-Sigcha, F. (2020). Producción de fréjol canario de mata (*Phaseolus vulgaris*) con tres diferentes dosis de fertilizantes orgánicos en el Recinto Pilancón. *Nexo agropecuario*, 8(2), 36-42.
- López Córdova, P. D. (2019). Análisis de secuencias de marcadores moleculares de introgresión en variedades de origen andino y mesoaméricas de fréjol (*Phaseolus vulgaris*). Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2019.
- Masunga, R.H.; Uzokwe, V.N.; Mlay, P.D.; Odeh, I.; Singh, A.; Buchan, D.; De Neve, S. (2016). Nitrogen mineralization dynamics of different valuable organic amendments commonly used in agriculture. *Appl. Soil Ecol.* 101, 185–193
- Mendoza Davalos, K. (2016). Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos.
- Meza-Vázquez, K. E., Lépiz-Ildefonso, R., López-Alcocer, J. D. J., y Morales-Rivera, M. M. (2015). Caracterización morfológica y fenológica de especies silvestres de frijol (*Phaseolus*). *Revista fitotecnia mexicana*, 38(1), 17-28.

- Moreno, N. M. (2017). Agrohhomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica de Homeopatía*, 10(1), 9-13.
- Ozdemir, S.; Ozdemir, S.; Yetilmezsoy, K. (2019). Poultry abattoir sludge as bio-nutrient source for walnut plantation in low-fertility soil. *Environ. Prog. Sustain. Energy* 2, 38, e13066.
- Papini, R.; Valboa, G.; Favilli, F.; L'abate, G. (2011) Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy. *Agric. Ecosyst. Environ.*
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Pinzón, J., y Villacrés, E. (2013). Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas: Cultivos, variedades, costos de producción.
- Pomboza-Tamaquiza, P., León-Gordón, O. A., Villacís-Aldaz, L. A., Vega, J., y Aldáz-Jarrín, J. C. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-92.
- Ramírez Ochoa¹, D. E., Chipana Rivera, R., y Echenique Quezada, M. A. (2016). Aplicación de Biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Choquenaira. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(1), 30-38.
- Ramos Agüero, David , y Terry Alfonso, Elein (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4),52-59.
- Rodríguez-Fernández, P. A. (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*, (2), 44-58.
- Salinas Ramírez, N., Escalante Estrada, J. A., Rodríguez González, M., y Sosa Montes, E. (2012). Rendimiento y calidad nutrimental de frijol ejotero en dos ambientes. *Revista fitotecnica mexicana*, 35(4), 317-323.
- Saltos, R., y Lara, E. (2019). La producción de semillas en la provincia de Bolívar y la importancia del suelo. *Revista Alfa*, 3(7), 15-23.
- Santin, E. B. (2017). Efecto de la aplicación de Biol en el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano Honduras.
- Soler-Jiménez, E. D., y Molano-Carrera, R. (2021). Comprensión problema de contaminación ambiental por uso de agroquímicos a través de la educación ambiental. *Pensamiento y Acción*, (30), 53-68.

- Tamayo Molano, P. J., y Londoño Zuluaga, M. E. (2001). Manejo integrado de enfermedades y plagas del fríjol: manual de campo para su reconocimiento y control.
- Tinoco, A. D. C. C., Delgado, N. I. C., Chávez, J. E. C., García, G. A. C., y Zambrano, J. L. C. (2020). Efectividad de enmiendas sobre el crecimiento y rendimiento de fríjol común en suelo andisol ácido. *Temas agrarios*, 25(1), 54-65.
- Torres Fierro, P. A. (2020). *Evaluación del efecto de aplicación de dos regímenes de riego bajo dos dosis de fertilización sobre el rendimiento en fríjol* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Valladares, J. D., Zárate, A. R., Cruz, R. C., Gaspar, G. A., y Mendoza, C. C. (2020). La aplicación combinada de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas del suelo asociado al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 401-408.
- Vargas, J., Pabón, M., y Carulla, J. (2014). Producción de metano in vitro en mezcla de gramíneas-leguminosas del trópico alto colombiano. *Archivos de zootecnia*, 63(243), 397-407.
- Vargas, L. D. V., Muñoz, A. M., y Porras, L. J. C. (2011). Relaciones de competencia entre el fríjol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) y el maíz (*Zea mays* L.) sembrados en asocio. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 64(2), 6065-6079.

16. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del tutor

CURRICULUM VITAE

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

APELLIDOS: PINCAY RONQUILLO

NOMBRES: WELLINGTON JEAN

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1206384586

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: VINCES, ECUADOR 04 NOVIEMBRE 1988

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: CALLES CALABI Y SACARIAZ IZA, CANTON LA MANÁ

TELÉFONO CONVENCIONAL: 791338 **TELÉFONO CELULAR:** 0980754794

EMAIL INSTITUCIONAL: wellington.pincay4586@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERO AGRÓNOMO	28/10/2013	1006-13- 1245059
CUARTO	MÁSTER UNIVERSITARIO EN AGROINGENIERÍA	25/10/2016	724188980

HISTORIAL PROFESIONAL

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS AGRÍCOLAS

FECHA DE INGRESO A LA UTC

5 DE NOVIEMBRE DE 2018

Anexo 2. Curriculum de los estudiantes

CURRICULUM VITAE

DATOS INFORMATIVOS AUTORA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: MORALES GARCIA

NOMBRES: ANTONI ALEJANDRA

ESTADO CIVIL: CASADA

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1207592823

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 2

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: QUEVEDO, ECUADOR 12 AGOSTO 1995

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: KM 5 VIA VALENCIA FRENTE A ECUAQUIMICA

TELÉFONO CONVENCIONAL: 791338

TELÉFONO CELULAR: 0967333559

EMAIL INSTITUCIONAL: antonia.morales2823@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	INSTITUCION	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGITRO
PRIMARIA	UNIDAD EDUCATIVA CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	EDUCACIÓN PRIMARIA	
SECUNDARIA	UNIDAD EDUCATIVA SEÑORITA QUEVEDO	TÉCNICO COMERCIO ADMINISTRACIÓN EN Y	ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS

CURRICULUM VITAE

DATOS INFORMATIVOS AUTORA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: TUAREZ BRAVO

NOMBRES: GENESIS BRIGITTE

ESTADO CIVIL: SOLTERA

CEDULA DE CIUDADANÍA: 1205405333

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: BUENA FE, ECUADOR 08 NOVIEMBRE 1997

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: COOP. 19 DE OCTUBRE

TELÉFONO CONVENCIONAL: 791338

TELÉFONO CELULAR: 0967333559

EMAIL INSTITUCIONAL: genesis.tuarez5333@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	INSTITUCION	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGITRO
PRIMARIA	ESCUELA MIXTA FISCAL "NICOLÁS INFANTE DÍAZ "	EDUCACIÓN PRIMARIA	
SECUNDARIA	UNIDAD EDUCATIVA JOSE MARIA VELASCO IBARRA	DE SERVICIOS COMERCIALIZACION Y VENTAS	COMERCIALIZACION Y VENTAS

Anexo 3. Contrato no exclusivo de derechos de autor

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte: **Morales García Alejandra Antonia** con C.C. 1207592823 y **Tuarez Bravo Genesis Brigitte** con CC 1205405333 de estados civil soltero con domicilio en La Maná y Buena fe, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. **Cristian Fabricio Tinajero Jiménez PhD.**, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará LA CESIONARIA en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolous vulgaris* L.) la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Abril 2016 – agosto 2022. Aprobación HCA. –

Tutor. - Ing. Wellington Pincay Ronquillo, MSc.

Tema: “Efecto de la aplicación de biol de forma edáfica y foliar con dos concentraciones en el cultivo de fréjol (*Phaseolous vulgaris* L.)

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que 32 establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, EL CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión. f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

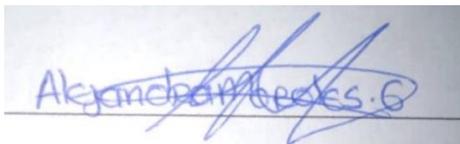
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento del **CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

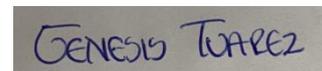
resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare. En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de marzo del 2022.



Morales García Antonia Alejandra
LA CEDENTE



Tuarez Bravo Genesis Brigitte
LA CEDENTE

Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez PhD.
EL CESIONARIO

Anexo 4. Análisis anti plagio

Document Information

Analyzed document	morales-tuarez.pdf (D158552775)
Submitted	2/13/2023 8:08:00 PM
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Tesis Segovia Y Danilo.docx Document Tesis Segovia Y Danilo.docx (D111475268) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.arkund.com	 3
SA	Murillo, R CorregJSoto.docx Document Murillo, R CorregJSoto.docx (D157515451)	 1
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TRABAJO DE TITULACION. DORIS ALICIA VITERI D..docx Document TRABAJO DE TITULACION. DORIS ALICIA VITERI D..docx (D111249867) Submitted by: marco.rivera@utc.edu.ec Receiver: marco.rivera.utc@analysis.arkund.com	 1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/159379042.pdf Fetched: 11/4/2021 4:11:55 PM	 2
SA	COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE OCHO LINEAS ARRIÑONADAS DE FREJOL .doc Document COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE OCHO LINEAS ARRIÑONADAS DE FREJOL .doc (D13631643)	 2

Entire Document

Anexo 5. Aval de traducción

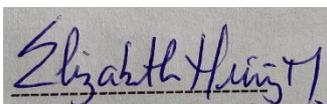
AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por las estudiantes de la carrera de Agronomía de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Morales García Antonia Alejandra y Tuarez Bravo Genesis Brigitte cuyo título versa “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOL DE FORMA EDÁFICA Y FOLIAR CON DOS CONCENTRACIONES EN EL CULTIVO DE FRÉJOL, (PHASELOUS VULGARIS. L)”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, febrero del 2023

Atentamente,



Mg. Núñez Wendy
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

Anexo 6. Análisis de suelo



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : MORALES GARCIA ANTONIA Dirección : COTOPAXI / MANÁ Ciudad : MANÁ Teléfono : 0982939614 Fax :</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : S/N Provincia : Los Ríos Cantón : Buena Fé Parroquia : Ubicación :</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : N° de Reporte : 9596 Fecha de Muestreo : 5/4/2022 Fecha de Ingreso : 20/4/2022 Fecha de Salida : 27/4/2022</p>
--	--	---

N° Muestr. Laborat.	mg/100ml		dS/m		C.E.		ds/cm3		ppm		Textura (%)		Clase Textural			
	Al+H	Al	Na				Ca	Mg	Ca+Mg	Σ Bases	DA	Cl		Arenal Limo Arcilla		
105979							3,3	1,67	7,22	8,88	1,01		30	58	12	Franco-Limoso

<p>INTERPRETACION</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2">C.E.</th> <th colspan="2">M.O. y Cl</th> </tr> <tr> <td>NS = No Salino</td> <td>S = Salino</td> <td>B = Bajo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>LS = Lig. Salino</td> <td>MS = Muy Salino</td> <td>M = Medio</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>A = Alto</td> <td></td> </tr> </table>	C.E.		M.O. y Cl		NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo		LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio				A = Alto		<p>ABREVIATURAS</p> <p>C.E. = Conductividad Eléctrica M.O. = Materia Orgánica RAS = Relación de Adsorción de Sodio</p>	<p>METODOLOGIA USADA</p> <p>C.E. = Conductímetro M.O. = Titulación de Walkley Black AP+H = Titulación con NaOH</p>
C.E.		M.O. y Cl																
NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo																
LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio																
		A = Alto																

X. U. J. [Signature]

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

[Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario:	MORALES GARCIA ANTONIA ALEJANDRA	Tel.	0982939614	Reporte N.º:	9596
Nombre de la Propiedad:	S/N	Cultivo:	Biol	Fecha de muestreo:	05/04/2022
Localización:	Buena Fé	Los Ríos	Provincia	Fecha de ingreso:	20/04/2022
	Parroquia	Cantón		Fecha salida resultados:	26/04/2022

RESULTADO DE ANÁLISIS ESPECIAL

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %										ppm		
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn		
79254	Antonia Morales	0.2	0.07	0.10	0.25	0.11	0.05	2	5	6	13	3		

Observaciones: -----

X. W. [Signature]
Dr. Manuel Carrillo Zaldano
RESPONSABLE DPTO.



LABORATORISTA

La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo a partir de la recepción. Proximamente se le avisará por correo electrónico.



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador. Teléf. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : MORALES GARCIA ANTONIA
 Dirección : COTOPAXI / MANÁ
 Ciudad : MANÁ
 Teléfono : 0982939614
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : S/N
 Provincia : Los Ríos
 Cantón : Buena Fé
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° Reporte : 9596
 Fecha de Muestreo : 5/4/2022
 Fecha de Ingreso : 20/4/2022
 Fecha de Salida : 27/4/2022

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm				meq/100ml				ppm			
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
105979	Antonía Morales		6,2 LAc	19 B	23 A	1,08 A	6 M	1,8 M	14 M	10,4 A	8,5 A	339 A	6,9 M	0,37 B	

INTERPRETACION
 pH
 MAc = Muy Acido LAc = Liger. Acido LAI = Liger. Alcalino RC = Requiere Cal
 Ac = Acido PN = Pnac. Neutro MIAI = Média. Alcalino
 MeAc = Média. Acido N = Neutro AI = Alcalino

X. W. [Signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

METODOLOGIA USADA
 pH = Suelo: agua (1:2,5)
 N,P,B = Colorimetría
 S = Turbidimetría
 K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica

EXTRACTANTES
 Olsen Modificado
 N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
 Fosfato de Calcio Monobásico
 B,S

[Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 8. Fotografías

Figura 5. Limpieza del terreno y limitaciones de las unidades experimentales



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

Figura 6. Distribución de los tratamientos y repeticiones



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

Figura 7. Aplicación de los tratamientos que se estudiaron



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

Figura 8. Toma de datos experimentales a los 20 días después de la siembra



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

Figura 9. Evaluación de variables de crecimiento y de productividad en los diferentes tratamientos estudiados



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)

Figura 10. Evaluación de indicadores de producción en los diferentes tratamientos que se estudiaron



Elaborado por: Morales y Tuarez (2023)