



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**

**NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO”**

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

**AUTORES:**

Tayupanda Ati Grace Elizabeth

Tumbaco Toapanta Fabian Stalin

**TUTORA:**

Ing. Gavilánez Buñay Tatiana Carolina

**LA MANÁ-ECUADOR  
ABRIL- 2022**

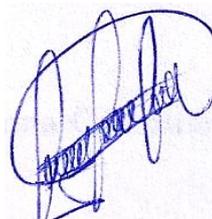
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Tayupanda Ati Grace Elizabeth con C.C. 172688324-0 y Tumbaco Toapanta Fabian Stalin con C.C. 050374866-7, declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO”, siendo la MSc. Gavilánez Buñay Tatiana Carolina, la tutora del presente trabajo, 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 mi exclusiva responsabilidad.



Tayupanda Ati Grace Elizabeth  
C.I: 172688324-0



Tumbaco Toapanta Fabian Stalin  
C.I: 050374866-7

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En la calidad de tutor del trabajo de Investigación sobre el título “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO” de la señorita Tayupanda Ati Grace Elizabeth y del señor Tumbaco Toapanta Fabian Stalin, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requisitos metodológicos y aportes científicos-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 07 de Marzo de 2022



Ing. Gavilánēz Buñay Tatiana Carolina  
CI: 160039819-0  
**TUTORA**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del 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 cuenta los postulantes: Tayupanda Ati Grace Elizabeth y Tumbaco Toapanta Fabian Stalin con el Título de Proyecto de Investigación: “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto Sustentación del Proyecto.

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

La Maná, 28 de Marzo del 2022

Para constancia firman:

  
MSc. Espinosa Cunuhay Kleber Augusto  
C.I: 050261274-0  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**

  
MSc. Zambrano Cuadro Natalia Geoconda  
C.I: 120624142-2  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Firmado electrónicamente por:  
EDUARDO FABIAN  
QUINATOLO LOZADA

MSc. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián  
C.I: 180401183-9  
**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mi chabuco Ivan Tayupanda por ser la persona que me formo y me guio durante muchos años, no tendré el tiempo ni las palabras suficientes para agradecer el gran hombre que es en mi vida, la roca que esta cuando el mundo se cae y el ser que me motiva a creer en mí y en mis capacidades.*

**Grace**

*Agradezco a Dios quien me ha permitido cumplir unos de mis más grandes objetivos brindándome fortaleza en cada meta que me he propuesto seguir durante toda esta etapa de mi vida.*

*A la Ing. Tatiana Carolina Gavilánez B., Directora de esta Investigación, por su constante apoyo y motivación para poder culminar con esmero este trabajo que ha sido de mucho aporte en mi formación académica.*

**Fabian**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de investigación a mi mamita Delfina Yerbabuena sé que ella siempre quiso verme lograr mis objetivos; espero poder llegar a ser tan grande como siempre me imagino y donde sea que este poder llenarla de orgullo.*

*A mi madre Shanet Ati por ser mi mayor inspiración aquella figura de admiración, inteligencia, valentía que con un carácter fuerte y decidido sigue superándose año tras año, avanzando a pasas agigantados fomentando día a día mi crecimiento personal. A mi padre José Gaibor por brindarme su apoyo incondicional y su preocupación ante este proyecto, ya que constantemente se interesaba por el avance del mismo.*

*A mis hermanos Wilmer e Issley, quienes son el motor de mi vida y me impulsan a seguir arduamente mejorando, pues espero que ellos sean mucho mejor de lo que yo soy en esta vida*

**Grace Tayupanda**

*Dedico este trabajo de investigación 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. Es un orgullo y un privilegio ser su hijo, son los mejores padres.*

*A toda mi familia y amigos porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

**Fabian Tumbaco**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** “RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO”

**Autores:**

Tayupanda Ati Grace Elizabeth

Tumbaco Toapanta Fabian Stalin

### RESÚMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el Recinto Manguila el Triunfo perteneciente al Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, la misma que tuvo como objetivo determinar la respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro bloques o repeticiones, el análisis estadístico se realizó con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los tratamientos se distribuyeron de la siguiente forma: (T1= 1 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2; T2= 2 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2; T3= 1 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2 + 1 l/ha Activador; T4= 2 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2 + 2 l/ha Activador; T0= Testigo). Las variables fueron evaluadas a los 30, 45, 60 días, las cuales fueron porcentaje de germinación (%), altura de planta (cm), longitud de la raíz (cm), días a la floración, número de vainas por planta, peso de 100 granos (g), rendimiento kg ha<sup>-1</sup>, peso de la raíz (g), volumen de la raíz (cc), peso aéreo (g), humedad (%) y peso seco (g). Los resultados obtenidos a los 60 días mostraron que el T1 fue superior en cuanto a la altura de planta con 101,67 cm, porcentaje de humedad 5,67 %, días a la floración en 33,75 días y rendimiento de 500 kg/ha; mientras que el T2 fue superior en la longitud de raíz con 46,25 cm, volumen de raíz con 8,54 cc y peso seco 58,44 g, respecto al T3 fue superior en el peso de la raíz con 9,65 g, número de vainas con 23,35 vainas por planta y el peso aéreo 186,24 g, en cuanto al peso de 100 granos el T2 y T3 igualaron con 31,25 g. En cuanto a la relación beneficio/costo con respecto a la ejecución de este proyecto, se determinó que el proyecto es rentable ya que por cada dólar invertido se recupera una ganancia de \$4,51.

**Palabras clave:** bioestimulantes, fréjol, activador, fisiológico, vainas, rendimiento.

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TITLE:** “RESPONSE OF BEAN CULTIVATION (*Phaseolus vulgaris* L.) TO THE APPLICATION OF FOLIAR BIOSTIMULANT AND A PHYSIOLOGICAL ACTIVATOR”

**Authors:**

Tayupanda Ati Grace Elizabeth

Tumbaco Toapanta Fabian Stalin

### ABSTRACT

This research was carried out in the Manguila el Triunfo precinct, La Maná canton, Cotopaxi province, with the objective of determining the response of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) to the application of foliar biostimulants and a physiological activator. A completely randomized block design (CSBD) with five treatments and four blocks or replicates was used, and the statistical analysis was carried out with Tukey's test at 5% probability. The treatments were distributed as follows: (T1= 1 l/ha Biostimulant 1 + 1 l/ha Biostimulant 2; T2= 2 l/ha Biostimulant 1 + 1 l/ha Biostimulant 2; T3= 1 l/ha Biostimulant 1 + 1 l/ha Biostimulant 2 + 1 l/ha Activator; T4= 2 l/ha Biostimulant 1 + 1 l/ha Biostimulant 2 + 2 l/ha Activator; T0= Control). The variables were evaluated at 30, 45, 60 days, which were germination percentage (%), plant height (cm), root length (cm), days to flowering, number of pods per plant, 100-grain weight (g), yield kg ha<sup>-1</sup>, root weight (g), root volume (cc), aerial weight (g), humidity (%) and dry weight (g). The results obtained at 60 days showed that T1 was superior in terms of plant height with 101.67 cm, moisture percentage 5.67 %, days to flowering in 33.75 days, and yield of 500 kg/ha; while T2 was superior in root length with 46.25 cm, root volume with 8.54 cc and dry weight 58.44 g, with respect to T3 it was superior in root weight with 9.65 g, a number of pods with 23.35 pods per plant and aerial weight 186.24 g, as for the weight of 100 grains the T2 and T3 were equal with 31.25 g. As for the benefit/cost ratio with respect to the implementation of this project, it was determined that the project is profitable since for each dollar invested a profit of \$4.51 is recovered.

**Key Words:** Biostimulant, bean, activator, physiologic, pods, performance.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESÚMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
6. OBJETIVOS .....	4
6.1. OBJETIVO GENERAL .....	4
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1. Fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	6
8.2. Origen.....	6
8.3. Descripción taxonómica.....	6
8.4. Descripción botánica de la planta.....	7
8.4.1. Raíz.....	7
8.4.2. Tallo.....	7
8.4.3. Hojas.....	7
8.4.4. Flores .....	7
8.4.5. Fruto o vaina.....	8

8.4.6. Semilla .....	8
8.5. Hábitos de crecimiento .....	8
8.5.1. Volubles o trepadores .....	8
8.5.2. Arbustivos o de mata .....	8
8.6. Requerimientos climáticos y edafológicos .....	9
8.6.1. Clima .....	9
8.6.2. Suelo .....	9
8.6.3. pH .....	9
8.6.4. Agua.....	9
8.6.5. Temperatura.....	10
8.6.6. Humedad.....	10
8.6.7. Luminosidad .....	10
8.6.8. Pluviosidad .....	10
8.7. Composición nutricional del frejol .....	10
8.8. Requerimientos nutricionales del cultivo de fréjol.....	11
8.9. Variedades más cultivadas en ecuador .....	12
8.9.1. Fréjol canario.....	12
8.9.2. Fréjol mantequilla.....	12
8.9.3. Fréjol calima.....	13
8.9.4. Fréjol panamito blanco .....	13
8.9.5. Fréjol cargabello .....	13
8.9.6. Frejol cuarentón.....	13
8.10. El cultivo de fréjol variedad Pata de paloma ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	13
8.10.1. Tallo.....	14
8.10.2. Raíz.....	14
8.10.3. Hojas y flores.....	14
8.10.4. Vainas y semillas .....	14
8.11. Bioestimulantes .....	14
8.11.1. Clasificación de los bioestimulantes.....	15
8.11.2. Función de los bioestimulantes en las plantas .....	15
8.11.3. Formas de aplicación de los bioestimulantes .....	16
8.12. Activadores fisiológicos .....	16
8.13. Investigaciones realizadas .....	17

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	18
10. DISEÑO METODOLÓGICO .....	18
10.1. Ubicación y duración del proyecto .....	18
10.2. Tipo de investigación .....	19
10.2.1. Técnicas .....	19
10.3. Condiciones Meteorológicas .....	20
10.4. Materiales y equipos.....	20
10.4.1. Características del material vegetativo .....	20
10.4.2. Características de los bioestimulantes foliares y un activador fisiológico a utilizar en la presente investigación.....	20
10.4.3. Otros materiales o equipos a utilizar en la presente investigación. ....	22
10.5. Tratamientos .....	23
10.6. Diseño experimental.....	23
10.7. Análisis de varianza.....	24
10.9. Manejo metodológico del ensayo.....	24
10.9.1. Análisis de suelo .....	24
10.9.2. Selección de la variedad .....	24
10.9.3. Preparación del área de estudio .....	25
10.9.4. Elaboración de bloques de investigación.....	25
10.9.5. Siembra del material vegetativo .....	25
10.9.6. Preparación de los bioestimulantes y el activador fisiológico.....	26
10.9.7. Labores culturales.....	26
10.10. Variables evaluadas .....	27
10.10.1. Porcentaje de emergencia .....	27
10.10.2. Altura de planta (cm).....	27
10.10.3. Longitud de la raíz (cm) .....	27
10.10.4. Días a la floración.....	28
10.10.5. Número de vainas por planta .....	28
10.10.6. Peso de 100 granos (g).....	28
10.10.7. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ).....	28
10.10.8. Peso de la raíz (g) .....	28
10.10.9. Volumen del sistema radicular .....	28
10.10.10. Peso parte aérea de la planta (g) .....	29
10.10.11. Porcentaje de humedad y materia seca .....	29

10.10.12. Análisis nutricional de grano.....	29
10.10.13. Análisis de tejidos.....	29
10.10.14. Composición del suelo.....	29
10.10.15. Análisis beneficio/costo.....	29
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	30
11.1. Porcentaje de emergencia.....	30
11.2. Altura de planta .....	30
11.3. Longitud de la raíz (cm) .....	31
11.4. Peso de la raíz (g) .....	33
11.5. Volumen de la raíz .....	34
11.6. Peso aéreo de la planta .....	35
11.7. Porcentaje de humedad (%) y materia seca de la planta. ....	36
11.8. Días a la floración.....	37
11.9. Numero de vainas por planta.....	38
11.10. Peso de 100 granos (g).....	39
11.11. Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ).....	40
11.12. Análisis nutricional del grano.....	41
11.13. Análisis vegetal.....	41
11.14. Composición del suelo.....	42
11.15. Análisis Costo/Beneficio .....	42
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES). ....	44
13. PRESUPUESTO .....	45
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
14.1. Conclusiones.....	46
14.2. Recomendaciones .....	47
15. BIBLIOGRAFÍA .....	48
16. ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados .....	5
Tabla 2. Descripción taxonómica del fréjol.....	6
Tabla 3. Composición nutricional del fréjol.....	11
Tabla 4. Condiciones agro-meteorológicas del Cantón La Maná .....	20
Tabla 5. Características del material vegetativo .....	20
Tabla 6. Composición del bioestimulante 1. ....	21
Tabla 7. Composición del bioestimulante 2. ....	21
Tabla 8. Composición del activador fisiológico.....	22
Tabla 9. Materiales o equipos a utilizar en la presente investigación .....	22
Tabla 10. Tratamientos en estudio.....	23
Tabla 11. Esquema del experimento.....	23
Tabla 12. Esquema de análisis de varianza .....	24
Tabla 13. Valores promedio del efecto de tratamientos en relación a la altura de la panta a los 30, 45 y 60 días de crecimiento. ....	30
Tabla 14. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable longitud del sistema radicular.....	32
Tabla 15. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable peso radicular. .	33
Tabla 16. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable volumen de la raíz. ....	34
Tabla 17. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable peso aéreo de la planta. ....	35
Tabla 18. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable Porcentaje de humedad de la planta. ....	36
Tabla 19. Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable materia seca. ...	36
Tabla 20. Valores promedio registrados de la variable días a la floración de la planta. ....	37
Tabla 21. Valores promedio registrados de la variable número de vainas por planta. ....	38
Tabla 22. Valores promedio registrados de la variable peso de 100 semillas por tratamiento de estudio.....	39
Tabla 23. Valores promedio registrados de la variable rendimiento kg/ha por tratamiento de estudio.....	40
Tabla 24. Comparación del contenido nutricional del grano de los tratamientos T1 y T0. ....	41
Tabla 25. Contenido nutricional del material vegetal de los tratamientos en estudio. ....	41
Tabla 26. Resultados de los análisis de suelo previo y posterior a la investigación. ....	42
Tabla 27. Gastos generados en la investigación.....	43
Tabla 28. Ingresos generados por cada tratamiento .....	43
Tabla 29. Presupuesto establecido para la ejecución del proyecto.....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incremento de la altura de las plantas a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.....	31
Figura 2. Incremento de longitud radicular a través del tiempo con relación a los tratamientos de estudio.....	32
Figura 3. Incremento de peso radicular a través del tiempo.....	33
Figura 4. Incremento del volumen radicular a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.....	34
Figura 5. Incremento del peso aéreo de la planta a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.....	35
Figura 6. Promedios de la variable días a la floración por tratamiento en estudio.....	37
Figura 7. Número de vainas por planta con relación a los tratamientos de estudio .....	38
Figura 8. Peso de 100 granos (g) con relación a los tratamientos de estudio .....	39
Figura 9. Promedios de rendimiento por hectárea con relación a los tratamientos de estudio.....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor. ....	53
Anexo 2. Análisis URKUND .....	56
Anexo 3. Aval de traducción .....	57
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor. ....	58
Anexo 5. Hoja de vida de los investigadores.....	59
Anexo 6. Fotografías de la realización del proyecto en campo.....	61
Anexo 7. Diseño del proyecto .....	64
Anexo 8. Resultados de los análisis de suelo. ....	65
Anexo 9. Resultados del análisis de tejidos del fréjol. ....	67
Anexo 10. Resultados del análisis nutricional del mejor tratamiento y el testigo.....	68

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### Título del proyecto:

Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico.

### Tipo de proyecto:

La investigación es de tipo informativa y experimental.

### Fecha de inicio:

Octubre 2021

### Fecha de finalización:

Marzo 2022

### Lugar de ejecución:

Cantón La Maná, recinto Manguila el Triunfo, provincia Cotopaxi.

### Unidad Académica que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

### Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica

### Proyecto de investigación vinculado:

Al sector Agrícola

### Equipo de trabajo:

MSc. Ing. Tatiana Carolina Gavilánez Buñay

Srta. Grace Elizabeth Tayupanda Ati - Estudiante

Sr. Fabian Stalin Tumbaco Toapanta – Estudiante

### Área de conocimiento:

Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

### Línea de investigación:

Desarrollo de Seguridad Alimentaria

### Sub líneas de investigación:

Producción Agrícola Sostenible

### Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La presente investigación se realizó en el recinto “Manguila el triunfo” perteneciente al cantón La Maná provincia de Cotopaxi, ubicada en la zona limítrofe de los Ríos y Cotopaxi, con clima tropical en donde se evaluó la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico en el cultivo de fréjol, determinando su comportamiento agronómico y composición nutricional del mejor tratamiento.

Se considera que estos productos ayudan como suplementos para mejorar el desarrollo de la leguminosa, activándolas fisiológica y metabólicamente, por ende, con un buen manejo ofrecerá la ventaja de aprovechar mejor los recursos naturales de las fincas, como el agua y suelo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de la leguminosa en base a diversas concentraciones y mezclas, por añadidura se realizaron mediciones de las variables de crecimiento, entre las cuales se tiene: volumen radicular, longitud radicular, peso radicular, número de brotes, número de hojas, peso de planta, altura de planta, número de flores, número de vainas, así como el porcentaje de producción de cada tratamiento.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El desarrollo de esta investigación, contribuirá a encontrar una forma eficiente de obtener leguminosas con características agronómicas excelentes y compartir este conocimiento con los agricultores y moradores del sector por medio de exposiciones o capacitaciones. No obstante, a pesar de ser el fréjol una leguminosa en el Ecuador de mayor área de cultivo y consumo, no existe investigaciones que permitan tener un mayor conocimiento sobre la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico. La práctica y elaboración de este proyecto tiene una gran importancia ya que permitirá la apertura de amplios campos de investigación en la utilización de estos productos.

Según Garver *et al.*, (2008), los fertilizantes minerales aumentan el ciclo de nutrientes, pero afectan las propiedades físicas; mientras que la utilización de fertilizantes orgánicos mejora la calidad del suelo y proporcionan nutrientes a la planta, pero la liberación es mucho más lenta en comparación con los minerales. Los bioestimulantes tales como los productos a base de aminoácidos y algas marinas complementados con ciertos activadores fisiológicos ayudan a la planta a expandir su sistema radical y por ende, hacer un mayor y mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo regular mejorando los procesos fisiológicos del cultivo (absorción y

asimilación de nutrientes, tolerancia a estrés biótico o abiótico) pueden modificar la fisiología de las plantas para incrementar el rendimiento de los cultivos maximizando su potencial genético, haciéndolos más eficientes y mejorando algunas características agronómicas.

Por todo lo antes mencionado, el objetivo fundamental del presente proyecto fue establecer un tratamiento idóneo que ayude a conseguir una respuesta agronómica eficiente en el cultivo de fréjol, contribuyendo de esta manera con métodos y técnicas más amigables con el ecosistema.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios directos de esta investigación son los pequeños y medianos agricultores, comerciantes y el sector agroindustrial que efectúe sus actividades con esta leguminosa.

Los beneficiarios indirectos son alrededor de 700 estudiantes y 10 docentes de la carrera de agronomía, quienes ampliarán sus conocimientos sobre la aplicación y uso de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico en el cultivo de fréjol.

#### **5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Mundialmente el fréjol es la leguminosa alimenticia más importante para cerca de 300 millones de personas, que, en su mayoría, viven en países en desarrollo, debido a que este cultivo, conocido también como “la carne de los pobres”, es un alimento poco costoso para consumidores de bajos recursos (Torres et al, 2013). La producción mundial del fréjol radica en las 18.991,954 t, siendo los mayores productores mundiales: Brasil en primer lugar (3 millones de t), luego India (2.9 millones de t), después México (1.5 millones de t), Nicaragua (1.9 millones t), China (1.9 millones t) entre otros países, en el caso de Ecuador produce 39,725 t, es decir, el 0.2% de la producción mundial (Holguín, 2015).

En el Ecuador el fréjol es la leguminosa de mayor área de cultivo y consumo actualmente se cosecha 89,789 ha, el rendimiento promedio de frijol registrado en Ecuador es bajo, 430 kg ha<sup>-1</sup> en monocultivo y 110 kg ha<sup>-1</sup> cuando está asociado con maíz, frente al rendimiento potencial del cultivo que sobrepasa los 2,000 kg ha<sup>-1</sup>. La cadena productiva del fréjol, se está viendo limitada por el uso inadecuado y exagerado de agroquímicos que afectan la calidad del suelo, costos elevados de producción, la mala fertilización en base a los requerimientos del cultivo, mala elección de la variedad de acuerdo con las condiciones agroclimáticas de la zona y también por deficiencias en la comercialización (Holguín, 2015).

El cantón La Maná es un sector destacado por ser una zona agrícola, entre sus principales cultivos podemos encontrar el banano, cacao, orito, tabaco, yuca, naranja, entre otros incluyendo el cultivo de fréjol en pequeñas cantidades. Las problemáticas que se han detectado a través de varias investigaciones sobre la escasa producción del cultivo de frejol de la zona son, que los agricultores no realizan las labores culturales adecuadas, no fertilizan en base a los requerimientos del cultivo y tampoco escogen variedades de acuerdo con las condiciones agroclimáticas de la zona.

El aumentar las áreas de siembra del frejol, como una nueva alternativa sería, bajo las premisas de mantener una producción sostenible y la calidad de las cosechas, adecuadas a nuestra realidad ecológica, protegiendo el medio ambiente y la salud de los consumidores. Con el uso de estos productos se puede reducir el uso excesivo de los fertilizantes y la resistencia al estrés, debido al déficit hídrico y a las altas temperaturas, sin embargo, no hay conocimientos del tema por parte de los agricultores en general.

Los bioestimulantes a base de aminoácidos y algas marinas, y de igual forma los activadores fisiológicos ofrecen un gran potencial para mejorar la producción y la calidad de las cosechas, puesto que, sus efectos son similares a las hormonas naturales de las plantas.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar la respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico

### **6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto de dos bioestimulantes foliares y un activador fisiológico como opción de biofertilización sobre el crecimiento y desarrollo del fréjol variedad pata de paloma.
- Determinar la composición nutricional del grano de fréjol del tratamiento que presente mayor rendimiento.
- Realizar un análisis de costos/beneficio de los tratamientos en estudio.

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

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

Objetivo	Actividad	Resultado	Medios de verificación
<p>Evaluar el efecto de dos bioestimulantes foliares y un activador fisiológico como opción de biofertilización sobre el crecimiento y desarrollo del fréjol variedad pata de paloma.</p>	<p>*Determinación del área para las parcelas. *Siembra del material vegetativo. *Elaboración de dosis por tratamiento. *Aplicación de las diferentes dosis de los bioestimulantes foliares y un activador fisiológico. *Mediciones agronómicas: altura de planta, longitud radicular, volumen radicular, días a la floración, peso de planta, número de vainas, total de producción por tratamiento.</p>	<p>*Ensayo de campo establecido. *Parcelas definidas. *Datos de crecimiento y producción de las plantas evaluadas. *Determinación del comportamiento agronómico del cultivo de fréjol.</p>	<p>*Fotografías. *Libro de campo. *Análisis estadístico de los resultados obtenidos.</p>
<p>Determinar la composición nutricional del grano de fréjol del tratamiento que presente mayor rendimiento.</p>	<p>*Determinación del mejor tratamiento de estudio y envío de muestras al laboratorio.</p>	<p>*Análisis proximal y de macro y micro nutrientes.</p>	<p>*Resultados de laboratorio.</p>
<p>Realizar un análisis de costo/beneficio de los tratamientos en estudio.</p>	<p>*Análisis beneficio/costo de los tratamientos establecidos en el estudio.</p>	<p>*Documento del Análisis costo-beneficio de los tratamientos establecidos en el estudio.</p>	<p>*Facturas del Análisis costo-beneficio de los tratamientos establecidos en el estudio.</p>

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 8.1. Fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerada la leguminosa alimenticia más importante para el consumo humano a nivel mundial. Es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas (Holguín, 2015). El fréjol ha sido un elemento tradicionalmente importante en América Latina y en general en una gran cantidad de países en desarrollo. Mundialmente, es la leguminosa más consumida, ya que en cuanto a la nutrición humana aporta un 22% de proteínas, 7% de carbohidratos, 32% de grasas y aceites (Góngora *et al.*, 2020).

### 8.2. Origen

México es considerado como uno de los centros de origen más importantes del mundo de varios tipos de fréjoles del género *Phaseolus*, entre ellos el que más destaca por su valor comercial es el *Phaseolus vulgaris*, existen antecedentes de que esta planta se viene cultivando desde hace aproximadamente 8000 años. Su origen se centra en América Latina con dos orígenes geográficos: Mesoamérica y Los Andes. En México y América del Sur se domesticó de manera independiente (Jiménez, 2018). Su excelente composición nutritiva, las diferentes formas y la versatilidad en la gastronomía lo convierten en un cultivo interesante y valioso (Tutiven, 2016).

### 8.3. Descripción taxonómica

Según Ventura *et al.*, (2018), la clasificación taxonómica del fréjol se detalla a continuación:

**Tabla 2.** Descripción taxonómica del fréjol

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Phaseolus</i> L.
Especie	<i>vulgaris</i> L.
Nombre científico	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

**Fuente:** Ventura *et al.*, (2018)

**Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

## **8.4. Descripción botánica de la planta**

Es una planta herbácea anual, puede alcanzar hasta los 2 m de altura dependiendo su hábito de crecimiento. Los hábitos de crecimiento pueden ser 4: tipo I determinado arbustivo, tipo II indeterminado arbustivo, tipo III indeterminado postrado, tipo IV indeterminado trepador. Las de crecimiento determinado pueden llegar alcanzar entre 30-90 cm de altura, y los de crecimiento indeterminado pueden alcanzar alturas de entre 50cm hasta los 3m (FAO, 2018).

### **8.4.1. Raíz**

Posee un sistema radicular superficial que se encuentra entre los primeros 20cm de profundidad del suelo. Tienen una sola raíz principal y raíces secundarias, en las raíces secundarias se producen las raíces terciarias y también los pelos absorbentes, en los que se forman nódulos simbióticos con bacterias principalmente del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico y o vuelven disponible para la planta (FAO, 2018).

### **8.4.2. Tallo**

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, se vuelve leñoso hacia el final del ciclo; puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (Ventura *et al.*, 2018).

### **8.4.3. Hojas**

Pueden presentar hojas de tipos simples y compuestos, de entre 3-11 cm de largo y 3-8 cm de ancho con un ápice agudo y base redondeada a truncada, membranosas y pubescentes. Pueden presentar variaciones en cuanto al tamaño, color y pilosidad, esta variación está relacionada con la variedad y las condiciones ambientales de luz y humedad del sitio donde se desarrolla (FAO, 2018).

### **8.4.4. Flores**

Las flores son hermafroditas y auto fecundables, se desarrollan en una inflorescencia de racimo que puede ser terminal o lateral dependiendo la variedad y el hábito de crecimiento. La inflorescencia consta de pedúnculo, raquis, brácteas y botones florales, los botones florales se

desarrollan en las axilas de las brácteas. La flor de fréjol no se abre mientras ésta no ha sido polinizada, por lo que se clasifica como una planta autógama. Básicamente existen dos tipos de color en las flores del fréjol, blanco para variedades de grano rojo y moradas para variedades de grano negro (FAO, 2018).

#### **8.4.5. Fruto o vaina**

El fruto vendría a ser el ovario ya formado en forma de vaina, con dos suturas que unen las dos vainas, las vainas pueden ser glabras o subglabras con pelos muy pequeños. Sus colores pueden variar, algunos pueden presentar colores uniformes y otros con rayas. Existen grandes diferencias cuando la vaina se encuentra joven o inmadura, en estado de madures y cuando está completamente seca (FAO, 2018).

#### **8.4.6. Semilla**

La semilla es la unidad reproductora de la planta de fréjol, presentan una gran diversidad de formas, ya sea cilíndricas, elípticas, u ovales, al igual que en colores pueden ir desde el blanco hasta el negro, pudiendo ser la coloración uniforme o manchada (Holguín, 2015).

### **8.5. Hábitos de crecimiento**

#### **8.5.1. Volubles o trepadores**

Este tipo de fréjol que en más del 99% se lo encuentra establecido en asociaciones con otros cultivos, posee características de agresividad ya que en algunos casos provocan el volcamiento del cultivo asociado, por ejemplo, el maíz. Existen varios colores dependiendo la variedad entre los cuales tenemos canarios, bayos, rojos y mixtos, los granos pueden ser grandes o pequeños de acuerdo a la variedad (Guevara, 2014).

#### **8.5.2. Arbustivos o de mata**

Estos tipos de fréjol mayormente se los pueden llegar a encontrar establecidos algunos en monocultivo. Sus granos se pueden comercializar en seco o en tierno, aportan grandes cantidades de fibras proteínas, carbohidratos y minerales. Los colores que más se cultivan de este tipo son el rojo moteado en un 80%, rosado moteado 10%, canario, negro, blanco 10% (Guevara, 2014).

## **8.6. Requerimientos climáticos y edafológicos**

### **8.6.1. Clima**

Las variedades de hábito de crecimiento voluble, o sea en las que deben colocarse tutores, se adaptan a zonas con altitudes superiores a los 1700 m.s.n.m. y las que poseen hábito de crecimiento arbustivo a zonas más bajas comprendidas entre 600 y 1700 m.s.n.m. fuera de este rango promedio es posible establecer, de manera general, según las variedades (Guevara, 2014).

### **8.6.2. Suelo**

El cultivo de frijol resulta ser muy sensible a suelos encharcados, los suelos sueltos, francos, fértiles, y con buen drenaje resultan ser los más efectivos para este tipo de cultivo. Suelos arenosos y calcáreos no son tolerados por las plantas de frijol, tampoco los suelos arcillosos. Un suelo óptimo para el cultivo debe tener un alto contenido de materia orgánica, no lo humus sino también demás materias en proceso de descomposición (Quintana *et al.*, 2016).

El cultivo se desarrolla en suelos con pendientes menores al 40%, profundos, ricos en materia orgánica, de textura liviana y con buen drenaje. El frijol es muy sensible a la salinidad del suelo la cual puede reducir su rendimiento hasta en un 50%, la salinidad puede originar fácilmente la muerte de la planta produciendo una vegetación pobre y de mala calidad (Quintana *et al.*, 2016).

### **8.6.3. pH**

Las semillas resultan ser sensibles a las reacciones del suelo, por lo cual se prefieren suelos ligeramente ácidos con pH de entre 6,5 y 6,8 para las regiones húmedas, y para las regiones áridas suelos ligeramente alcalinos con pH de entre 7,2 y 7,5 (Guevara, 2014).

### **8.6.4. Agua**

Al igual que cualquier planta, para el frijol el agua es de vital importancia para el crecimiento, sin embargo no tolera el exceso ni la deficiencia de agua. Una cantidad de agua entre 300 400 mm, incluidos riego y precipitación son suficientes para obtener una buena producción en frijol (Guevara, 2014). La restricción de humedad en la fase reproductiva de frijol disminuye el rendimiento en mayor proporción que cuando sólo afecta la fase vegetativa; durante las etapas de floración, formación de vaina y llenado de grano, disminuye hasta en 50 y 72 % el número

de vainas y el rendimiento, lo cual depende de la intensidad del déficit de agua y la tolerancia del cultivar (Aguilar *et al.*, 2015).

#### **8.6.5. Temperatura**

El rango de temperatura óptima para este cultivo se encuentra entre los 10°C a 30°C, siendo el más idóneo entre los 16°C a 24°C. El fréjol no tolera las heladas, un aumento en la temperatura provoca la separación o caída de los órganos reproductivos reduciendo así el rendimiento y retardando el crecimiento de la planta (Guevara, 2014).

#### **8.6.6. Humedad**

Durante la primera fase del cultivo la humedad relativa optima del aire es del 60% al 65%, y posterior a la primera fase la humedad relativa optima oscila entre los 65% a 75%. Es de gran importancia mantener el cultivo sin excesivos aumentos de humedad relativa, ya que si la humedad relativa es alta favorece al desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación (Tutiven, 2016).

#### **8.6.7. Luminosidad**

Es una planta de día corto, aunque no le afecta la duración del día, no obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada (Guevara, 2014).

#### **8.6.8. Pluviosidad**

El fréjol se desarrolla bien en zonas, con 800 a 2000 mm anuales de precipitación, durante el periodo vegetativo necesita entre 280 a 360 mm (Guevara, 2014).

### **8.7. Composición nutricional del frejol**

Ochoa, (2013), manifiesta que, por cada 100 gramos consumidos, existe 20 de proteínas, más de 3 en fibras y más de 5,9 en grasas. El fréjol es una leguminosa constituyente de una rica fuente abundante de proteínas, a igual que de hidratos de carbono, además es abundante en vitaminas del complejo B, tales como la tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico. También es constituyente de cobre, hierro, zinc, calcio, potasio, magnesio, fosforo y proporciona un alto contenido de fibras. Menciona también que, el alto contenido de hierro que posee la semilla, es

un elemento vital para el buen desarrollo cerebral en los niños pequeños, ayuda a prevenir enfermedades reumáticas, corregir desordenes biliares, es sumamente eficaz contra la anemia, ayuda a disminuir la tasa de colesterol del cuerpo.

La importancia alimenticia de este grano radica en que es una fuente que aporta grandes cantidades tanto de fibra alimenticia como de proteínas, como se detalla en la Tabla 3 adjunta, varias investigaciones han demostrado que en el Ecuador y América Latina la baja incidencia del cáncer de colon se debe al alto consumo de fréjol, en comparación con países desarrollados (Ochoa, 2013).

**Tabla 3.** Composición nutricional del fréjol

<b>COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL GRANO DE FRÉJOL</b> (En cada 100 gramos)	
<b>COMPONENTE</b>	<b>FRÉJOL</b>
Calorías	312
Proteínas	0,50 g
Carbohidratos	86,00 g
Agua	12,3 g
Grasas	0,1 g
Ceniza	1,1 g
Calcio	80,00 mg
Fosforo	60,00 mg
Hierro	2,40 mg
Vitamina B1	0,02 mg
Vitamina C	3,00 mg

Fuente: Ochoa, (2013).

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 8.8. Requerimientos nutricionales del cultivo de fréjol

El fréjol puede ser cultivado en distintos sistemas de producción, prácticas de manejo de cultivo, labranza y condiciones de fertilidad de suelo, pero muy poco se conoce sobre el patrón de crecimiento y absorción de nutrientes que posee y de la relación entre estos, lo cual puede ser utilizado para establecer prácticas apropiadas para el manejo del cultivo. Los requerimientos nutricionales de un cultivo varían dependiendo las condiciones agroecológicas, la fertilización y el tipo de suelo (Lata, 2015).

Necesita absorber cantidades altas de Nitrógeno (N), Potasio (K), Calcio (C), y en cantidades menores Azufre (S), Magnesio (Mg) y Fosforo(P), una medida esencial para determinar la cantidad de nutrientes a aplicar en un cultivo, es conocer las cantidades de elementos que posee el suelo, y esto se obtiene mediante un análisis de suelo. Al fréjol se lo menciona como una de las especies que menor eficiencia relativa posee en la fijación de nitrógeno comparado con otras leguminosas (Díaz, 2017), una parte importante del abastecimiento de nitrógeno (65% a 70%), se logra a través de la fijación por simbiosis establecida entre la planta del fréjol y las bacterias nitrificantes *Rhizobium* (Cornelio, 2015).

La cantidad de Nitrógeno que no alcanza a ser suplida por el proceso de fijación simbiótica, es absorbida del suelo a través de su sistema radical, debido a esto la aplicación de Nitrógeno debe ser de 60 a 70 kg ha<sup>-1</sup>, la misma que puede ser aplicada en dos partes: la primera de 25 a 30 kg ha<sup>-1</sup> al momento de la siembra, y la otra parte restante al comienzo de la floración, entre 35 a 40 kg ha<sup>-1</sup>. Dosis mayores a las señaladas para el momento de siembra pueden detener la actividad simbiótica de las bacterias (Cornelio, 2015).

Generalmente los suelos con más de 10 ppm de fosforo, no presentan respuesta a la aplicación de este elemento, podría decirse que no es necesario la aplicación. Las dosis recomendadas de fosforo no superan los 60 a 70 kg ha<sup>-1</sup>. El nivel crítico de potasio se estima en 80 ppm en el suelo, así que solo se debe aplicar en suelos con bajas cantidades de este nutriente a razón de unos 40 kg ha<sup>-1</sup>. En cuanto a micronutrientes, pues es sensible a las deficiencias de molibdeno, calcio, zinc manganeso y cobre (Cornelio, 2015).

## **8.9. Variedades más cultivadas en Ecuador**

### **8.9.1. Fréjol canario**

El fréjol canario es de tipo arbustivo sin guía tipo I, su grano es grande de color amarillo canario, de ahí su nombre. Se adapta fácilmente en las localidades de los valles de Cañar, Azuay y Loja. Su etapa de floración comienza a los 51 días después de la siembra. Es muy conocido como el rey de los frejoles por su textura y sabor (Pucují, 2016).

### **8.9.2. Fréjol mantequilla**

Esta variedad puede alcanzar una altura de 30 a 50 cm, la longitud de sus vainas se encuentra entre los 11 a 17 cm, cuando el grano está seco presenta un color amarillo característico de

tamaño grande, su día a la floración se encuentra entre los 48 a 55 días, se lo puede cosechar en tierno a los 90 días o también en seco a los 105 días (Curay, 2019).

### **8.9.3. Fréjol calima**

Esta variedad se caracteriza por ser arbustiva, erecta y puede alcanzar alturas de entre 45 a 55 cm, sus hojas son trifoliadas, sus flores de color blanco, con una producción de entre 4 a 5 granos por vaina, los granos son de color rojo con un moteado claro. Se los puede cultivar en clima tropical y templado, son propios de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha (Curay, 2019).

### **8.9.4. Fréjol panamito blanco**

El frejol Panamito destaca como una de las variedades cultivadas en el país, se caracteriza por presentar el grano de color blanco con un tamaño mediano, se consume en seco y tierno, es cultivado en las provincias de Chimborazo, Loja y Azuay. Es reconocido como una especie introducida desde Perú (Bazurto, 2019).

### **8.9.5. Fréjol cargabello**

Se caracteriza por ser de tipo arbustivo y de alto rendimiento, florece a los 50 días y sus flores son de color blanca, llega a producir de entre 4 a 5 granos por vainas, el grano es de color rojo con manchas crema de tamaño grande, llega a la madurez de cosecha a los 110 días. Se produce en las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi (Pucuji, 2016).

### **8.9.6. Frejol cuarentón**

Dentro de las variedades más cultivadas en el Ecuador se encuentra el fréjol cuarentón o también llamado cuarenteño, se caracteriza por su grano que es de color rojo y su producción puede darse en 40 días después de la siembra, su ciclo vegetativo es muy rápido. Pero puede llegar a ser susceptible a los excesos de lluvias, plagas y enfermedades y por ende su producción se va a ver afectada cayendo en cuanto a rendimiento (Bone & Martínez, 2020),

## **8.10. El cultivo de fréjol variedad Pata de paloma (*Phaseolus vulgaris* L.)**

El cultivo de esta variedad de fréjol es muy importante dentro del grupo de las leguminosas, debido a su amplia distribución alrededor de los grandes continentes y por ser un complemento

nutricional indispensable en la dieta alimenticia de gran parte de América Latina. Por otra parte, México ha sido considerado el país donde esta variedad tuvo su origen, o también como el país en donde se encuentran la mayor cantidad de variedades de fréjol (Bone & Martínez, 2020).

#### **8.10.1. Tallo**

El tallo por lo general tiene un diámetro mayor que las ramas, puede ser erecto o postrado dependiendo si es arbustivo o trepador. Según Guevara, (2014). la altura de la planta puede llegar a los 114,32 cm o mayores a este.

#### **8.10.2. Raíz**

Sus raíces presentan nódulos que se distribuyen en las raíces laterales en la parte superior y media de su sistema radical, estos nódulos presentan una forma poliédrica y un diámetro que oscila entre los 2 a 5 mm (Bazurto, 2019).

#### **8.10.3. Hojas y flores**

Las hojas del fréjol pueden ser de dos tipos: simples o compuestas dependiendo la variedad, la floración llega a los 30-35 días, la maduración a los 69,75 días (Bazurto, 2019).

#### **8.10.4. Vainas y semillas**

Las vainas son consideradas legumbres y pueden llegar a medir hasta 15 cm de largo, puede producir alrededor de 24 vainas por planta y cada vaina contiene alrededor de 6-9 granos, su ciclo vegetativo puede llegar a ser de 81 días con una producción estimada de 56 quintales por hectárea (Bazurto, 2019).

### **8.11. Bioestimulantes**

García, (2017) menciona que en la actualidad se ha evidenciado la implementación de nuevos productos en la agricultura entre los cuales están los bioestimulantes que básicamente son sustancias o microorganismos que al ser aplicados en las plantas tienden a potenciar su crecimiento, desarrollo y también mejoran su metabolismo. Son capaces de mejorar su eficacia en la absorción y la asimilación de nutrientes, pueden volver a la planta más tolerante al estrés biótico y abiótico, incluso mejorar algunas características agronómicas de la planta (Valverde *et al.*, 2020).

En resumen, según Zamora, (2015) los bioestimulantes son favorables para:

- Los bioestimulantes benefician el buen crecimiento y desarrollo de las plantas durante todo su ciclo de vida de cultivo, desde su germinación hasta la madurez de la planta.
- Mejoran la eficiencia del metabolismo de las plantas volviéndolas más resistentes al estrés, a plagas y enfermedades del cultivo, obteniéndose aumentos en los rendimientos y mejorando su calidad.
- Facilitan la asimilación, el transporte y uso de los nutrientes, aumentando la calidad de la producción, entre los cuales están el contenido de azúcares, tamaño del fruto, textura, etc.
- Regulan y mejoran el contenido de agua en la planta, mejorando algunas características físico-químicas del suelo y favoreciendo el desarrollo de los microorganismos.

#### 8.11.1. Clasificación de los bioestimulantes

Actualmente existen una alta gama de productos a base de bioestimulantes, y conforme pasa el tiempo se siguen estudiando y descubriendo nuevas clases de bioestimulantes, pero hasta el momento se los clasifican en:

- **Ácidos húmicos y fúlvicos:** Estas sustancias son componentes naturales de la materia orgánica del suelo, básicamente resultan de la descomposición de animales, plantas y microorganismos, también de la actividad metabólica de los microorganismos del suelo que tienden a utilizar esta clase de compuestos como fuente de sustrato (García, 2017).
- **Extracto de algas y de plantas:** Se conoce que antiguamente se utilizaba algas marinas como fuente de materia orgánica, pero su efecto bioestimulantes fue reconocido recientemente. Esto provocó un impacto en la fabricación de biofertilizantes y se disparó su comercialización de productos a base de extracto de algas (García, 2017).
- **Aminoácidos y mezclas de péptidos:** Estas sustancias se pueden obtener a través de hidrólisis química o enzimática de proteínas que pueden proceder de restos de productos de origen animal o vegetal.
- **Hongos y bacterias beneficiosas:** los hongos y bacterias interactúan de distintas formas con las plantas desde una simbiosis mutualista hasta el parasitismo (García, 2017).

#### 8.11.2. Función de los bioestimulantes en las plantas

Su principal función radica en incrementar determinadas funciones metabólicas y fisiológicas de las plantas, incentivando la fotosíntesis y reduciendo daños producidos por estrés ya sea

biótico o abiótico, incrementa el desarrollo de nuevos órganos tales como raíces, tallos, hojas, etc., ayuda a potenciar la defensa natural de la planta antes o después del ataque de algún patógeno determinado (Dávila, 2021).

Los bioestimulantes poseen un alto contenido de aminoácidos libres, los cuales al poseer un bajo peso molecular son transportados y absorbidos de manera rápida por la planta, sacando provecho de la síntesis de proteínas ahorrando así una gran cantidad de energía la cual favorece al incremento de la producción (Dávila, 2021).

### **8.11.3. Formas de aplicación de los bioestimulantes**

Los bioestimulantes pueden ser aplicados individualmente, vía foliar, o como también se los puede aplicar al suelo mediante fertirrigación. En algunos casos los bioestimulantes pueden ser mezclados con insecticidas, fungicidas o algún otro fertilizante soluble, siempre y cuando estos sean compatibles entre sí. Es recomendable utilizar bioestimulantes en la etapa de crecimiento del vegetal para aprovechar mejor los compuestos (Dávila, 2021).

### **8.12. Activadores fisiológicos**

Son estimulantes o activadores naturales todas aquellas sustancias que aplicadas se acoplan a la planta en todas sus fases de desarrollo con el objetivo de hacer más eficiente los diferentes procesos fisiológicos, metabólicos, genéticos y de adaptación al medio ambiente de la misma. Estas sustancias actúan en el cultivo por cuatro vías: permiten la expresión de potencial genético de producción de la planta, ayudan a mejorar el sistema radicular y foliar de la misma, lo que permite un uso más favorable de los recursos disponibles en el suelo mejorando sustancialmente la calidad de la cosecha y también reducen la susceptibilidad de la planta a plagas y enfermedades (Batista, 2018).

Cuando se menciona el uso de activadores fisiológicos se refiere a la aplicación externa de sustancias a bajas concentraciones ya sea para activar o retardar ciertos procesos fisiológicos específicos de la planta principalmente en el crecimiento ya sea de raíces, yemas o ápices foliares, o para contrarrestar demandas energéticas innecesarias. En la actualidad han surgido en el mercado un sinnúmero de bioestimulantes derivados del conocimiento de las hormonas naturales o sustancias inductoras producidas por las plantas y sus efectos sobre el desarrollo y productividad de las mismas (Sánchez, 2019).

### 8.13. Investigaciones realizadas

La investigación realizada por Torres, (2016), cuyo tema es “Efecto de bioestimulantes en fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el cantón El Guabo, Provincia El Oro”, en la cual se propuso como objetivo evaluar el efecto de dos bioestimulantes, con tres diferentes dosis de cada uno, en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) con la finalidad de aumentar los rendimientos del cultivo. Luego de terminar toda la investigación se llegó a las siguientes conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos: los indicadores agronómicos días a la floración, altura de planta, el peso de 100 semillas y días a la cosecha, muestran sus mejores resultados con el bioestimulante B1. Se mostraron como las más efectivas las dosis de 1,0 y 1,5 l/ha en las variables de altura, días a la cosecha, número de vainas por plantas, peso de 100 semillas, granos por vainas y rendimiento agrícola. Las diferentes dosis de aplicación de los bioestimulantes no influyeron en ninguna de las variables estudiadas. El tratamiento identificado como más rentable fue el 4 (B1 con 0,5l/ha), que presentó la mayor tasa de retorno marginal.

Por otro lado Cargua *et al.*, (2019), en su investigación “Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.)” realizada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se planteó como objetivo evaluar la eficacia de los bioestimulantes en el crecimiento de plantas de fréjol, los bioestimulantes estudiados fueron: aminoácidos, carbohidratos, extracto de *Chlorella*, extractos de *Ascophyllum nodosum*, ácidos húmicos y fúlvicos, fitohormonas y un tratamiento control. La aplicación de dichos tratamientos se realizó por remojo de las semillas en soluciones bioestimulantes por un periodo de 12 horas y luego se establecieron en macetas de 500g de capacidad. Utilizaron un diseño completamente al azar con 7 tratamientos, 3 repeticiones y 21 unidades experimentales. Las variables que evaluaron fueron la longitud de la raíz, el área foliar, peso seco de la planta, eficacia y tasa relativas e crecimiento (TRC), asimilación neta (TAN) y relación de área foliar a los 7, 14 y 21 días después de la emergencia. Concluida la investigación los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en cuanto a la longitud radical, el área foliar y el peso seco de plántulas a los 21 DDE, donde mostraron mayores resultados los bioestimulantes a base de fitohormonas, aminoácidos y extracto de algas *Chlorella*, comparados con el tratamiento testigo. De la misma manera estos tratamientos alcanzaron mayores TRC, TAN y RAF a los 14 y 21 DDE, con la aplicación de fitohormonas se obtuvo la mayor eficacia en peso seco la cual fue de 143% en comparación con el testigo. Se concluyó que los bioestimulantes fueron eficaces para promover el crecimiento inicial de plántulas de fréjol.

De igual manera Loor, (2020) probó la eficacia de activadores fisiológicos en el cultivo de pimiento en su investigación “Aplicación de tres dosis de activadores fisiológicos y fertilizantes compuestos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Milagro, Guayas”. Para esta investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) constituidos por 5 tratamientos y 4 repeticiones, con 20 unidades experimentales respectivamente. En este estudio se evaluaron dos activadores fisiológicos y dos abonos completos. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), días a la floración, días a la cosecha, número de frutos, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto, rendimiento kg/ha y análisis beneficio costo. El análisis de varianza de los datos se comprobó a mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados obtenidos demostraron que los Tratamientos 2 y 4 conformados por un activador y un abono completo obtuvieron promedios altos estadísticamente diferenciándose de los demás tratamientos, el rendimiento más alto fue para el T4 (3002 kg/ha), seguido del T2 (2943 kg/ha). Así mismo la rentabilidad de dichos tratamientos fue un valor más alto T4 (\$0,82) y T2 (\$0,78).

## **9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

**Ho.** La aplicación de diferentes dosis de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico, no tendrá efecto en el desarrollo y producción dentro de los tratamientos establecidos en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

**Ha.** La aplicación de diferentes dosis de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico tendrá efecto en el desarrollo y producción dentro de los tratamientos establecidos en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

## **10. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **10.1. Ubicación y duración del proyecto**

La presente investigación se llevó a cabo en el Recinto Manguila el Triunfo, que se encuentra ubicado a 15 minutos del Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, su ubicación geográfica, latitud 0°55'48" S, longitud 79°13'12" Oeste con una altitud de 223 m.s.n.m, la investigación tuvo una duración de 120 días (con 30 días para investigaciones previas y 90 días para el desarrollo del cultivo).

## 10.2. Tipo de investigación

### Investigación experimental

La presente investigación es de carácter experimental puesto que se basó en el establecimiento de un ensayo práctico, fijando variables que permitieron conocer la respuesta del cultivo de frejol antes la aplicación de diversas dosis de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico, valorándolo en el desarrollo y producción de las unidades experimentales bajo el presente estudio, obteniendo datos aleatorios como resultado; mismos que contribuyeron a la elección de la dosificación adecuada para el cultivo antes mencionado.

### Investigación descriptiva

A su vez el desarrollo de la investigación es de carácter descriptiva debido a que mediante la toma de datos de las variables establecidas como son: altura de planta, número de hojas, peso de raíz, número de brotes, volumen radicular, peso de planta, longitud radicular, número de flores, número de vainas, total de producción por tratamiento; permiten recopilar información cuantificable para posteriormente ser utilizado dentro del análisis correspondiente.

### Investigación Analítica

De igual forma la presente investigación es de carácter analítica puesto que, se enfoca en el análisis de datos tomados mediante variables de desarrollo y crecimiento antes mencionadas en el cultivo de fréjol a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico.

#### 10.2.1. Técnicas

**Observación de campo:** Mediante esta técnica se logró obtener un control en el desarrollo morfológico, adaptación, control fitosanitario, los cuales son parámetros que afectarían a los resultados de la presente investigación.

**Registro de datos:** Por medio de este instrumento se obtuvieron datos precisos de las variables de estudio de cada tratamiento.

**Tabulación de datos:** Bajo la totalidad de los datos sintetizados de cada una de las variables que fueron analizadas mediante el programa de “INFOSTAT” permitió conocer los resultados de las variables establecidas en la investigación desarrollada.

### 10.3. Condiciones Meteorológicas

**Tabla 4.** Condiciones agro-meteorológicas del Cantón La Maná

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PROMEDIOS</b>
Altitud m.s.n.m	223 m.s.n.m
Temperatura promedio anual	24 °C
Humedad relativa	88 %
Heliófila horas/luz/año	570,3
Precipitación, mm/año	2761,0 mm
Topografía	Regular
Textura	Franco Arenoso

**Fuente:** (INAMHI) Hacienda San Juan. 2017. **Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 10.4. Materiales y equipos

#### 10.4.1. Características del material vegetativo

**Tabla 5.** Características del material vegetativo

<b>Variedad</b>	Pata de paloma
<b>Origen</b>	México
<b>Altura</b>	1,20 a 1,40m
<b>Ciclo fenológico</b>	80 a 110 días

**Fuente:** Ventura *et al.*, (2018).

**Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

#### 10.4.2. Características de los bioestimulantes foliares y un activador fisiológico a utilizar en la presente investigación.

- **Bioestimulante 1**

Es un bioestimulante enriquecido con macronutrientes esenciales, es un producto líquido hidrosoluble que puede ser aplicado vía foliar o por goteo. Suministra de aminoácidos a los cultivos para la formación de macromoléculas biológicas, llevando a un importante ahorro energético que ayuda a superar, tanto situaciones de estrés como para fomentar su crecimiento y desarrollo. Los aminoácidos también están estrechamente relacionados con los mecanismos de regulación de crecimiento y desarrollo vegetal (Agrovigor, 2018).

Con su contenido de materia orgánica permite el mejoramiento del suelo. Provee de nitrógeno que tiene numerosas funciones en la planta en la formación de aminoácidos, además es clave

en muchas reacciones metabólicas y constituyente estructural de las paredes celulares. (Agrovigor, 2018).

**Tabla 6.** Composición del bioestimulante 1.

<b>Bioestimulante foliar 1</b>	<b>Composición</b>	
Bioestimulante 1	Nitrógeno	10%
	Nitrógeno orgánico	8%
	Aminoácidos	42%
	M.O	48%
	Carbono orgánico	27%

**Fuente:** Agrovigor, (2018).

**Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

- **Bioestimulante 2**

Bioestimulante 2 es un bioestimulante líquido a base de extracto de algas marinas y aminoácidos enriquecido con microelementos, es un producto líquido hidrosoluble que puede ser aplicado vía foliar y drench.

Aporta nutrientes, fitohormonas naturales, vitaminas, aminoácidos además de favorecer los procesos metabólicos de las plantas. Su aplicación provoca un ahorro de energía a la planta, lo que se traduce en un aumento de síntesis de hidratos de carbono (Agrovigor, 2018).

**Tabla 7.** Composición del bioestimulante 2.

<b>Bioestimulante foliar 2</b>	<b>Composición</b>	
Bioestimulante 2	Aminoácidos libres	10,80%
	N total	6,12%
	N amoniacal	3,06%
	N orgánico	3,06%
	Magnesio (MgO)	0,75%
	Azufre	2,35%
	Extracto de algas	10,00%
	Proteínas vegetales	45,00%
	Betaína	4,50%
	Manganeso (Mn)	0,25%
	Zinc (ZN)	0,32%
	Molibdeno (Mo)	0,50%

**Fuente:** Agrovigor, (2018).

**Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

- **Activador fisiológico**

Es considerado un activador fisiológico formulado a base de calcio, boro, zinc y magnesio es un producto líquido hidrosoluble que puede ser aplicado vía foliar. Activador fisiológico fórmula que promueve la formación de brotes y por ende permite obtener un desarrollo vigoroso de los tejidos vegetales, asegurando cosechas de mayor peso, cantidad y evidente calidad (Agrovigor, 2018).

**Tabla 8.** Composición del activador fisiológico.

<b>Activador fisiológico</b>	<b>Composición</b>	
Activador fisiológico	Calcio (CaO)	10,0%
	Zinc (Zn)	2,5%
	Magnesio (MgO)	1,0%
	Boro (Bo)	0,5%

Fuente: Agrovigor, (2018).

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

#### 10.4.3. Otros materiales o equipos a utilizar en la presente investigación.

**Tabla 9.** Materiales o equipos a utilizar en la presente investigación

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Unidad</b>
Machete	2	Balanza gramera	1
Malla	45 m	Bomba de mochila	1
Flexómetro	1	Computadora	1
Cintas métricas	1	Impresora	1
Semilla de fréjol	2 kg	Balanza digital	1
Insecticida orgánico	0,5 l	Cámara celular	1
Fungicida Orgánico	0,5 l		
Libreta de campo	1		
Clavos	1 lb		
Caña Guadua	5		

Fuente: Agrovigor, (2018).

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## 10.5. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en la presente investigación se establecieron de la siguiente forma:

**Tabla 10.** Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Característica	Código
T1	1L/ha Bioestimulante 1 + 1L/ha Bioestimulante 2	B11B21
T2	2L/ha Bioestimulante 1 + 1L/ha Bioestimulante 2	B12B21
T3	1l/ha Bioestimulante 1 + 1/ha Bioestimulante 2 + 1L/ha Activador	B11B21A1
T4	2L/ha Bioestimulante 1 + 1L/ha Bioestimulante 2 + 2L/ha Activador	B12B21A2
T0	Testigo	T0

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

En la siguiente tabla se presentan el esquema del experimento para el cultivo de fréjol en donde se utilizaron 5 tratamientos con 20 plantas cada una (20 unidades experimentales), con 4 repeticiones.

**Tabla 11.** Esquema del experimento

Tratamientos	Repeticiones	U.E	Total
<b>T1</b>	4	20	80
<b>T2</b>	4	20	80
<b>T3</b>	4	20	80
<b>T4</b>	4	20	80
<b>T0</b>	4	20	80
<b>TOTAL</b>			400

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## 10.6. Diseño experimental

El diseño experimental que se empleó en el presente estudio fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro bloques o repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos

y cuando las medias presenten diferencias se aplicó Tukey al 5% de probabilidad. Los cálculos estadísticos se realizaron con la ayuda del programa Infostat.

### 10.7. Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con su respectivo grado de libertad, se detalla a continuación:

**Tabla 12.** Esquema de análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones (Bloques)	(r-1)	3
Tratamiento	(t-1)	4
Error experimental	(r-1)(t-1)	12
<b>Total</b>	<b>(t.r-1)</b>	<b>19</b>

**Elaborado por:** Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 10.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el software estadístico INFOSTAT, aplicando la prueba de rangos múltiples Tukey al 5% de probabilidad estadística.

### 10.9. Manejo metodológico del ensayo

#### 10.9.1. Análisis de suelo

A fin de recolectar el muestreo del terreno para el análisis de suelo, se tomaron 5 sub muestras seleccionados al azar a 20 cm de profundidad, posteriormente se colocaron en una funda plástica mezclando y procediendo a pesar 1 kg de suelo como muestra a enviar al laboratorio de la INIAP ubicado en la ciudad de Quevedo, en el sector Km 5 vía el Empalme – casilla 24, una vez que obtuvimos los resultados se realizó una interpretación cualitativa de los mismos.

#### 10.9.2. Selección de la variedad

Se procedió a realizar una prueba de campo sembrando 5 variedades (bola, cargabello, pata de paloma, canario, palmito) con la finalidad de encontrar la variedad adecuada para las condiciones agroclimáticas de la zona, donde la variedad pata de paloma fue la que presentó mejor adaptabilidad.

### 10.9.3. Preparación del área de estudio

Se reconoció en primer lugar el sitio donde se llevó a cabo el trabajo de investigación, luego se procedió con la limpieza, medición, delimitación del área y con la implementación de una cerca alrededor de la misma.

A continuación, se aplicó cal al suelo para regular el nivel del pH, tomando en cuenta los resultados del análisis de suelo, luego para el cálculo de la cantidad de cal requerida se utilizó la siguiente ecuación lineal de calado adquirida en el transcurso del periodo académico, dando como resultado la aplicación de 1 saco de  $CaCO_3$ .

$$CaCO_3 = 1,6 (pH \text{ requerido} - pH)\%Mo$$

Para la aplicación de materia orgánica se tomó en cuenta los resultados del análisis de suelo, conociendo que el área total es de  $110 m^2$ , se calculó el peso total del suelo que fue: 29700 kg, mediante la aplicación de la fórmula se elevó a 1% de materia orgánica, donde el resultado fue la aplicación de 5 qq en el área de estudio.

### 10.9.4. Elaboración de bloques de investigación

Se llevó a cabo establecimiento de cada una de las parcelas, para ello fue necesaria la utilización de estacas, piola y una cinta métrica. Cada una de las camas experimentales cuentan con dimensiones de 2m de largo x 1,60m de ancho separadas a una distancia de 0,5 m entre parcelas, con un área total utilizada de  $110 m^2$ .

Cada parcela se encuentra estructurado con 4 filas en las cuales cada una cuenta con 5 plantas, dando un total de 20 plantas o unidades experimentales por parcelas. Luego se procedió a colocar los letreros que identifiquen cada tratamiento y repetición respectivamente de acuerdo al esquema establecido del proyecto.

### 10.9.5. Siembra del material vegetativo

En las camas o parcelas previamente establecidas se efectuó la siembra de las semillas con una profundidad de 3 cm y con una distancia de 40 cm entre planta y 45cm entre hilera, la siembra se realizó de forma manual. Se utilizó semillas de calidad con un alto porcentaje de germinación.

### **10.9.6. Preparación de los bioestimulantes y el activador fisiológico**

Para las aplicaciones de los bioestimulantes foliares y un activador fisiológico debido a la dimensión del área de estudio  $110\text{ m}^2$  se ejecutó una regla de 3 para de esta manera definir el porcentaje en ml de producto a emplear en 2 litros de agua el mismo que dio como resultado la siguiente formulación:

- Tratamiento 1: 10 ml bioestimulante 1 + 10 ml bioestimulante 2
- Tratamiento 2: 20 ml bioestimulante 1 + 10 ml bioestimulante 2
- Tratamiento 3: 10 ml bioestimulante 1 + 10 ml de bioestimulante 2 + 10 ml activador
- Tratamiento 4: 20 ml bioestimulante 1 + 10 ml bioestimulante 2 + 20 ml activador
- Testigo: no se aplicó ningún producto

En este caso se realizaron 3 aplicaciones en tres etapas, con un intervalo de 15 días, la aplicación se realizó vía foliar de acuerdo a las dosis que fueron establecidas para esta investigación.

### **10.9.7. Labores culturales**

#### **10.9.7.1. Control de malezas**

Por tratarse de un área pequeña se realizó un control manual, para la maleza se realizó diferentes labores para mantener un buen cultivo tales como la eliminación de malas hierbas con la ayuda de un azadón y un machete, teniendo cuidado siempre de no dañar ninguna planta del cultivo, también se realizó la eliminación de elementos que obstruyeron a la luminosidad para el cultivo, tales como ramas de otros árboles cercanos. El mantenimiento se realizó cada cierto período de tiempo, según se percibía la aparición de nuevas malezas o algún otro factor.

#### **10.9.7.2. Control fitosanitario y riego**

Una vez establecido el cultivo se realizaron monitoreos frecuentes con la finalidad de observar la incidencia de algún tipo de plaga o enfermedad que pudieran afectar al cultivo, el riego se realizó manualmente debido a la pequeña extensión de terreno, con el propósito de tener un buen desarrollo y un adecuado número de hojas formadas para evitar el ataque de plagas y enfermedades.

### **10.9.7.3. Toma de datos de las variables a evaluar**

Se recolectaron datos de las variables tanto de altura de planta, número de hojas, peso de raíz, número de brotes, volumen radicular, peso de planta, longitud radicular, número de flores, número de vainas, producción de fréjol en gramos, análisis nutricional y la composición de suelo para proseguir a su respectiva evaluación.

### **10.10. Variables evaluadas**

Para poder evidenciar los efectos de los tratamientos empleados en el presente trabajo experimental, se tomaron tres plantas al azar para cada medición y se evaluaron las siguientes variables a los 30, 45 y 60 días:

#### **Variables evaluadas en campo**

##### **10.10.1. Porcentaje de emergencia**

Para tomar esta variable se procedió transcurridos 5 días posterior a la siembra a contabilizar el número de semillas emergidas. El porcentaje de emergencia se calculó según la fórmula mencionada por Bone & Martínez, (2020); en donde se estima el número de plantas emergidas sobre el número de plantas sembradas y multiplicado por el 100%.

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\text{plantas emergidas}}{\text{plantas sembradas}} \times 100$$

##### **10.10.2. Altura de planta (cm)**

Esta variable se evaluó a los 30, 45 y 60 días de establecido el cultivo, con la ayuda de un flexómetro se midió desde la base sobre la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja en posición vertical. Se registró los datos de altura en centímetros (cm).

##### **10.10.3. Longitud de la raíz (cm)**

Para realizar la medición de esta variable se empleó un flexómetro, donde se procedió a medir desde la zona del corte transversal en la parte superior del cuello de la planta hasta el final de la raíz pivotante. La toma de datos se realizó a los 30, 45 y 60 días después del proceso de siembra, los datos experimentales fueron expresados en centímetros (cm).

#### **10.10.4. Días a la floración**

Se consideró el tiempo desde la siembra hasta que el 95 % del área total de la parcela se encuentre en floración.

#### **10.10.5. Número de vainas por planta**

Se procedió a contar las vainas del cultivo de fréjol por unidad experimental de forma manual los datos adquiridos se apuntaron en una libreta de campo para su posterior tabulación.

#### **10.10.6. Peso de 100 granos (g)**

Se procedió a recoger todas las vainas secas de todas las parcelas experimentales y de todos los tratamientos y repeticiones, luego se desgranó las vainas de forma manual y se realizó el pesado de 100 granos de cada tratamiento y repetición con la ayuda de una balanza, los datos se reportaron en gramos.

#### **10.10.7. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)**

Para considerar el registro de esta variable se tomó en cuenta el peso del grano extraído de cada parcela y cada tratamiento respectivamente, y de esa forma transformar su valor en kg ha<sup>-1</sup>

### **Variables evaluadas en laboratorio**

#### **10.10.8. Peso de la raíz (g)**

Con la finalidad de conocer el peso radicular, se procedió a separar la raíz del tallo de la planta, y con la ayuda de una balanza digital tomó el peso de la raíz. La lectura de los datos se registró a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, dichos valores fueron expresados en gramos (g).

#### **10.10.9. Volumen del sistema radicular**

Para el obtener el dato de la variable volumen radicular fue preciso emplear el método de Arquímedes que según Mills (2018), consiste en sumergir las raíces (enjuagadas previamente) en una probeta con agua, donde el líquido que sube en la probeta va a ser en este caso los centímetros cúbicos (cc) que representa el volumen, este proceso se llevó a cabo a los 30, 45 y 60 días.

#### **10.10.10. Peso parte aérea de la planta (g)**

A fin de estimar el peso de la parte aérea de la planta, mediante un corte transversal se procedió a desprender el tallo del sistema radicular y con el empleo de una balanza de precisión se tomó los datos de peso de tres plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento en estudio. La lectura de los datos se registró a los 30, 45 y 60 días dichos valores fueron expresados en gramos (g).

#### **10.10.11. Porcentaje de humedad y materia seca**

Para obtener el porcentaje de humedad se procedió a insertar en una balanza de humedad: marca Boeco; se colocó 2 gramos de muestras (hojas) de cada unidad vegetativa en estudio clasificadas por tratamiento, cada muestra tuvo un lapso de 20 min en la estufa; los resultados obtenidos se los utilizo para adquirir los datos de materia seca mediante una diferencia del peso inicial y el porcentaje de humedad, la lectura de los datos se registró a los 30, 45 y 60 días.

#### **10.10.12. Análisis nutricional de grano**

Se enviaron muestras de la producción del grano del mejor tratamiento y el testigo, para determinar las diferencias de su valor nutricional.

#### **10.10.13. Análisis de tejidos**

De igual manera, se enviaron muestras de la producción vegetal de todos los tratamientos al laboratorio, para determinar las diferencias en su composición de nutrientes.

#### **10.10.14. Composición del suelo**

Mediante la realización de un análisis de suelo previo y posterior a la investigación se logró conocer los niveles de macro y microelementos presentes en dicha extensión de terreno antes y después de haber establecido el cultivo.

#### **10.10.15. Análisis beneficio/costo**

Se realizó un análisis económico posteriormente con los costos e ingresos de los tratamientos utilizados en la investigación. Se utilizó la relación beneficio/costo mencionado por Zurita, (2020).

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 11.1. Porcentaje de emergencia

Transcurrido 5 días posterior a la siembra se procedió a contabilizar las semillas que emergieron y con la ayuda de la fórmula matemática establecida determinamos que obtuvimos el 100 % de emergencia, lo que equivale a 400 plantas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) valores superiores a los reportados por (Bone & Martínez, 2020) quienes a los 15 días solo obtuvieron un 90% de germinación y a los 30 días un 95%, valores similares a los reportados por (Bazurto, 2019) quien a los 8 días solo obtuvo un 96,5% de germinación.

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{400}{400} \times 100 = 100 \% \text{ de emergencia}$$

### 11.2. Altura de planta

En la siguiente tabla se indica el análisis estadístico de la variable altura de planta en relación a los tratamientos de estudio, en donde el mayor resultado se presentó a los 30 días (37,54 cm) y 60 días (101,67 cm) para el Tratamiento 1, con la concentración de 10 ml Bioestimulante 1 + 10 ml Bioestimulante 2, mientras que los datos menores de altura los obtuvo en el tratamiento Testigo, datos superiores a los reportados por (Díaz, 2017) quien a los 30 días obtuvo una altura de 34,23 cm y a los 40 días una altura de 53,67 cm. De la misma forma (Bone & Martínez, 2020) reportaron datos inferiores a los 30 días con una altura de 21,17 cm y a los 45 una altura de 32,55 cm. Por otro lado (Tasinchano, 2020) reportó valores superiores a los obtenidos en nuestra investigación ya que a los 30 días él obtuvo un promedio de altura de 43,98 cm. Pudimos determinar que entre tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, en cuanto a valores si existe una pequeña diferencia entre tratamientos Tabla 13.

**Tabla 13.** Valores promedio del efecto de tratamientos en relación a la altura de la planta a los 30, 45 y 60 días de crecimiento.

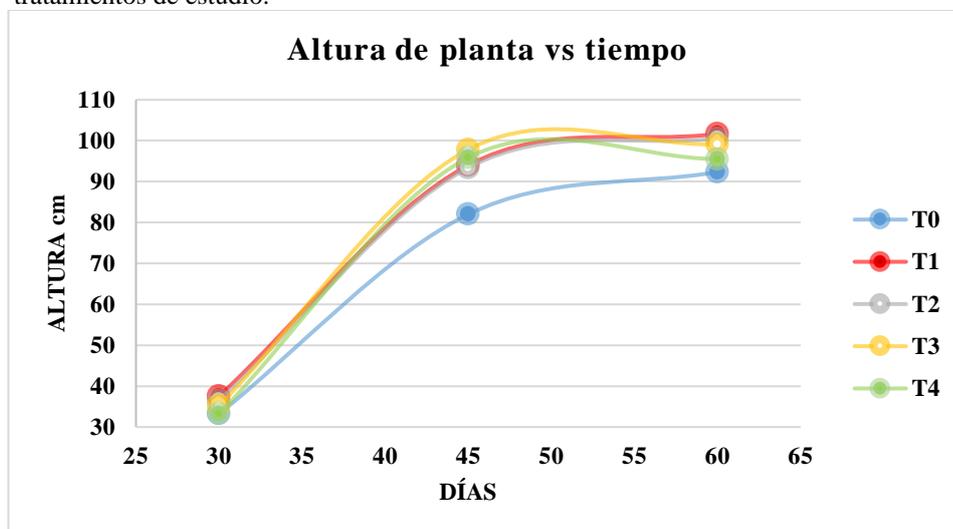
Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 días	45 días	60 días
T0	33,21 a	82 a	98,34 a
T1	37,54 a	94 a	101,67 a
T2	36,54 a	93,4 a	100,58 a
T3	35,17 a	97,84 a	93,08 a
T4	33,21 a	95,84 a	92,50 a
<b>CV (%)</b>	<b>8,77</b>	<b>10,92</b>	<b>14,13</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

Mediante la Figura 1 se logra identificar el efecto de los tratamientos, en la altura de la planta a través del tiempo, el mayor promedio de altura entre 30-60 días, lo alcanzó el tratamiento T1 con 37,54 cm a los 30 días y 101,67 cm a los 60 días, el tratamiento T2 con 36,54 cm a los 30 días y 100,58 cm a los 60 días, el tratamiento T3 con 35,17 cm a los 30 días y 97,84 cm a los 60 días; por otra parte, el tratamiento T4 y T0 fueron menos eficientes generando un promedio por debajo de los antes mencionados.

Una de las cualidades que se pueden destacar son: que el tratamiento T3 a los 45 días logró un valor por encima de los demás tratamientos, aunque éste a los 60 días mermó su crecimiento, dado así que el mayor rango de altura correspondió al tratamiento T1 esto puede ser consecuencia de la variabilidad de concentración de los tratamientos, en suma, a esto el tratamiento T0 tuvo promedios de crecimiento por debajo a los demás tratamientos.

**Figura 1.** Incremento de la altura de las plantas a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.3. Longitud de la raíz (cm)

Mediante el presente análisis estadístico establecido en la Tabla 14 se logró determinar que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo, en cuanto a valores obtenidos, a los 60 días el tratamiento T2 obtuvo una mayor longitud radicular con un promedio de (46,25 cm) con la concentración de 20 ml Bioestimulante 1 + 10 ml Bioestimulante 2, en comparación del testigo T0 que a los 60 días tan solo obtuvo una longitud de (33,67 cm), lo que significa que los tratamientos estudiados a comparación del testigo, lograron mayor resultado en la variable longitud radicular.

**Tabla 14.** Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable longitud del sistema radicular.

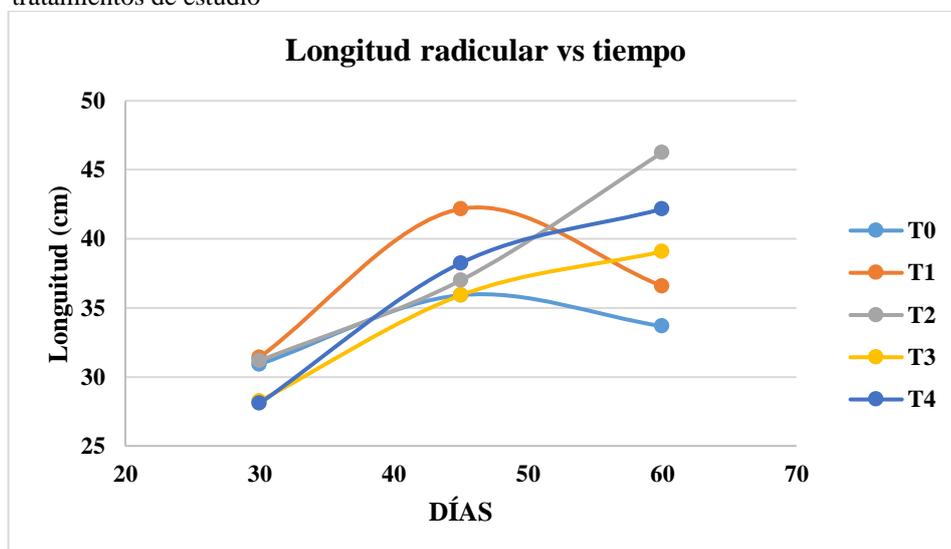
Tratamientos	Longitud de raíz (cm)		
	30 días	45 días	60 días
T0	30,92 a	35,92 a	33,67 a
T1	31,42 a	42,17 a	36,58 a
T2	31,17 a	37,00 a	46,25 a
T3	28,25 a	35,92 a	39,08 a
T4	28,08 a	42,17 a	38,25 a
CV (%)	12,15	13,55	11,98

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

La Figura 2 permite demostrar que el Tratamiento 1 fue superior a los 30 días (31,42 cm), sin embargo, a los 45 días se obtuvieron datos similares entre el T1 y T4 (42,17 cm), a los 60 días la mayor longitud se obtuvo en el T2 (46,25 cm). El T0 fue superior al T3 y T4 a los 30 días, pero a los 60 días fue todo lo contrario ya que los valores del T3 y T4 fueron muy superiores a éste. De esta manera se puede decir que la aplicación de bioestimulantes foliares favorecen al crecimiento radicular.

El tratamiento T4 generó un buen desarrollo radicular a los 45 días logrando igualar al T1 con una longitud de 42,17 cm para ambas, lo que indica que uno de los factores que ayudo a la incidencia de la formación de raíces en el cultivo es la aplicación de diversas dosis de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico, esto se puede deber al contenido nutricional de los mismos.

**Figura 2.** Incremento de longitud radicular a través del tiempo con relación a los tratamientos de estudio



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

#### 11.4. Peso de la raíz (g)

Mediante el presente análisis estadístico establecido en la Tabla 15 se logró determinar que no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo, en este caso en cuanto a valores, el tratamiento T3 obtuvo un mayor peso radicular promedio a los 60 días (9,65 g), con la concentración de 10 ml Bioestimulante 1 + 10 ml de Bioestimulante 2 + 10 ml Activador, en comparación del testigo T0 que solo obtuvo peso de (4,97 g) a los 60 días.

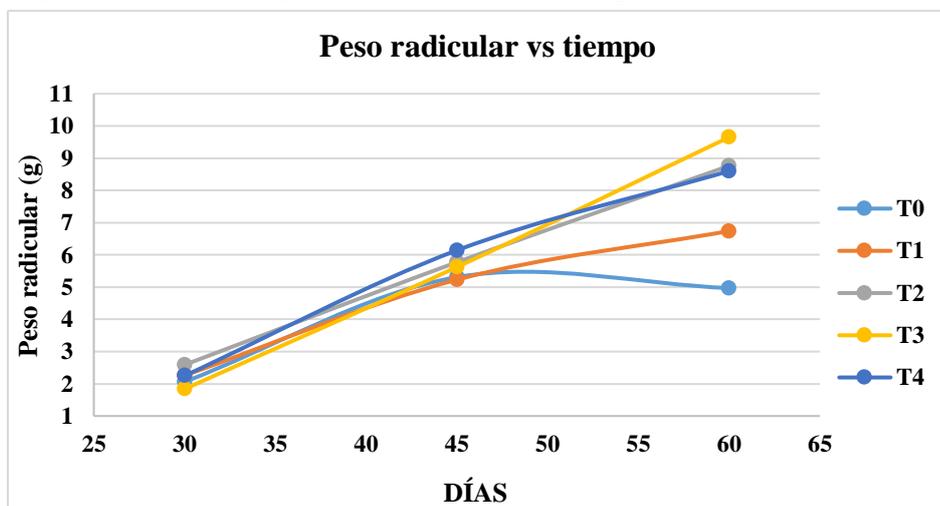
**Tabla 15.** Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable peso radicular.

Tratamientos	Peso de raíz (g)		
	30 días	45 días	60 días
T0	2,06 a	5,31 a	4,97 b
T1	2,26 a	5,23 a	6,74 ab
T2	2,59 a	5,77 a	8,76 ab
T3	1,84 a	5,62 a	9,65 a
T4	2,25 a	6,14 a	8,60 ab
<b>CV (%)</b>	<b>23,96</b>	<b>31,60</b>	<b>26,53</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

La Figura 3 permite demostrar que el Tratamiento T2 fue superior a los 30 días (2,59 g), sin embargo, a los 45 días el mayor peso se obtuvo en el T4 (6,14 g), y finalmente a los 60 días el mayor peso lo obtuvo el tratamiento T3 (9,65 g), el cual había sido inferior a todos a los 30 días (1,84 g), el T0 obtuvo el menor peso radicular a los 60 días (4,97 g). De esta manera se puede decir que la aplicación de bioestimulantes foliares favorece al crecimiento y peso radicular.

**Figura 3.** Incremento de peso radicular a través del tiempo.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.5. Volumen de la raíz

Mediante el presente análisis estadístico establecido en la Tabla 16 se logró determinar que entre tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, en cuanto a valores, observamos que el tratamiento T2 obtuvo un mayor volumen radicular a los 60 días (8,54 cc), con la concentración de 20 ml Bioestimulante 1 + 10 ml Bioestimulante 2, el T3 no se quedó atrás y obtuvo un volumen de (8,50 cc) con la concentración de 10 ml Bioestimulante 1+ 10 ml Bioestimulante 2 + 10 ml activador, en comparación del testigo T0 que solo obtuvo un volumen de (6,09 cc) a los 60 días, lo que demuestra que los tratamientos estudiados si tuvieron influencia en la variable volumen radicular comparado con el testigo.

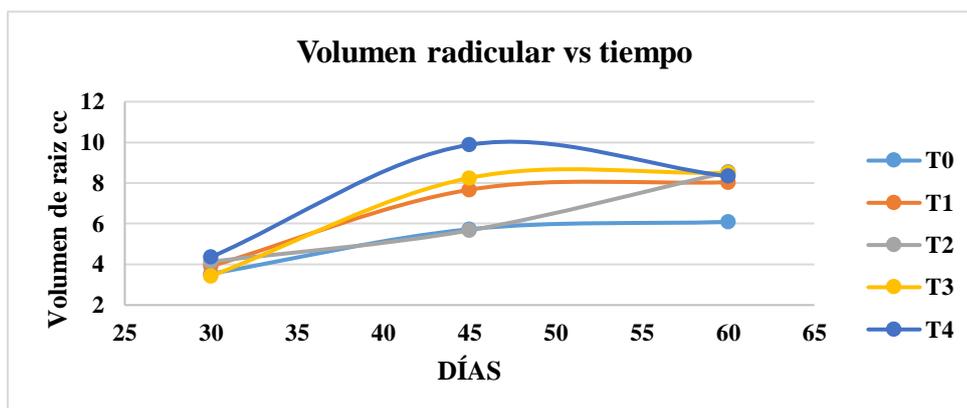
**Tabla 16.** Valores registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable volumen de la raíz.

Tratamientos	Volumen de raíz (cm <sup>3</sup> )		
	30 días	45 días	60 días
T0	3,54 a	5,73 bc	6,09 a
T1	3,91 a	7,67 ab	8,04 a
T2	4,13 a	5,67 c	8,54 a
T3	3,43 a	8,25 ab	8,50 a
T4	4,36 a	9,88 a	8,33 a
<b>CV (%)</b>	<b>27,7</b>	<b>14,29</b>	<b>19,82</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

A continuación, la Figura 4 permite demostrar que el Tratamiento T2 fue superior a los 30 días (4,13 cc), sin embargo, a los 45 días el mayor volumen se obtuvo en el T4 (9,88 cc), y finalmente a los 60 días el tratamiento que obtuvo el mayor volumen de raíz fue el T2 (8,54 cc), el cual no difiere tanto en comparación con los demás tratamientos en estudio, excepto el T0 quien obtuvo el menor dato de volumen a los 60 días (6.09 cc).

**Figura 4.** Incremento del volumen radicular a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## 11.6. Peso aéreo de la planta

Mediante el análisis de la Tabla 17 se logró determinar nuevamente que entre tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, en cuanto a valores, respecto al peso aéreo de la planta el T3 obtuvo un mayor promedio a los 60 días (186,24 g), con la concentración de 10 ml Bioestimulante 1+ 10 ml Bioestimulante 2 + 10 ml Activador, el T2 también obtuvo un peso de (179,87 g), en comparación del testigo T0 y el T4 quienes obtuvieron el peso más bajo a los 60 días, esto demuestra que los tratamientos de estudio lograron un buen resultado en la variable peso aéreo de la planta comparados con el testigo.

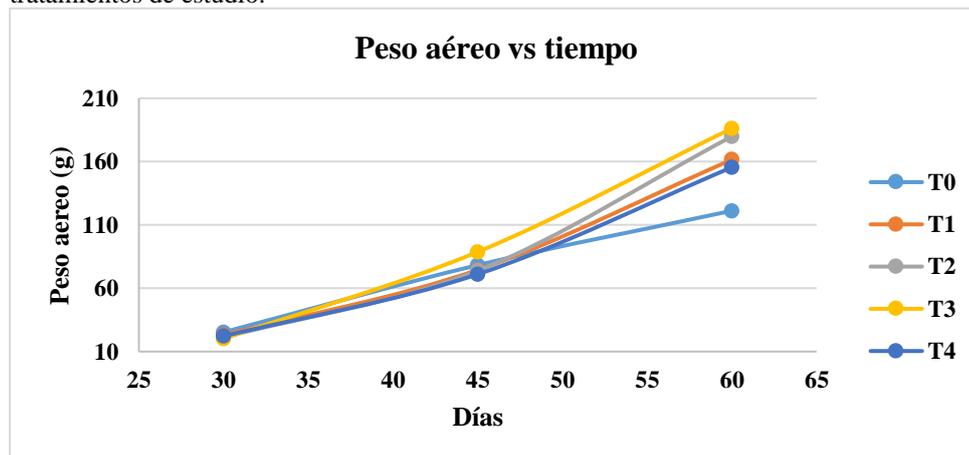
**Tabla 17.** Valores registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable peso aéreo de la planta.

Tratamientos	Peso aéreo de la planta (g)		
	30 días	45 días	60 días
T0	25,31 a	78,27 a	121,16 a
T1	22,96 a	74,51 a	161,55 a
T2	21,18 a	73,89 a	179,87 a
T3	20,22 a	78,82 a	186,24 a
T4	22,13 a	71,08 a	155,49 a
CV (%)	17,86	34,52	22,71

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

A continuación, la Figura 5 permite demostrar que a los 30 días el Tratamiento T0 fue superior a los demás con (25,31 g), sin embargo, a los 45 días el mayor peso se obtuvo en el T3 (78,82 g) y T0 (78,27 g), y finalmente a los 60 días el tratamiento que obtuvo el mayor peso aéreo de planta fue el T3 nuevamente con (186,24 g), por otro lado, el testigo T0 obtuvo los pesos más bajos a los 60 días.

**Figura 5.** Incremento del peso aéreo de la planta a través del tiempo en relación a los tratamientos de estudio.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.7. Porcentaje de humedad (%) y materia seca de la planta.

Mediante el análisis de la Tabla 18 se logró determinar que entre tratamientos no se presentaron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, en cuanto a valores, el tratamiento T1 obtuvo los mejores porcentajes de humedad a los 30 y 45 días (75,95 – 78,06 %), seguido del T2 quien obtuvo valores similares (78,17 - 79,36 %), mientras que a los 60 días T2 fue el que obtuvo mejor porcentaje de humedad (67,71 %), seguido del T3 con (67,95 %), los tratamientos T0, T3 y T4 presentaron valores elevados.

**Tabla 18.** Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable Porcentaje de humedad de la planta.

Tratamientos	Porcentaje de humedad de la planta (%)		
	30 días	45 días	60 días
T0	82,94 a	82,11 a	67,71 a
T1	75,95 a	78,06 a	75,67 a
T2	78,17 a	79,36 a	67,95 a
T3	79,62 a	79,39 a	73,92 a
T4	80,05 a	80,04 a	69,00 a
<b>CV (%)</b>	<b>5,34</b>	<b>31,35</b>	<b>32,97</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

A continuación, mediante el análisis de la en la Tabla 19 de la materia seca se logró determinar que entre tratamientos no existe diferencias estadísticas significativas, pero en cuanto a valores, en este caso el tratamiento T1 presentó un alto valor en contenido de materia seca a los 30 días (5,53 g), mientras que los demás tratamientos se mantuvieron en un mismo rango, a los 45 días el T4 y T3 obtuvieron valores superiores (18,25 – 18,06 g), a diferencia del T0 y T2 quienes fueron inferiores, para los 60 días el T2 obtuvo mayor peso de materia seca (58,44 g), los tratamientos T0 y T1 fueron los valores más inferiores. Esto demuestra que los tratamientos estudiados lograron un buen resultado en esta variable.

**Tabla 19.** Valores promedio registrados a los 30, 45 y 60 días de la variable materia seca.

Tratamientos	Materia seca (g)		
	30 días	45 días	60 días
T0	4,18 a	14,02 a	36,88 a
T1	5,53 a	16,87 a	40,32 a
T2	4,37 a	14,42 a	58,44 a
T3	4,13 a	18,06 a	47,64 a
T4	4,38 a	18,25 a	48,40 a
<b>CV (%)</b>	<b>25,8</b>	<b>31,35</b>	<b>32,97</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

### 11.8. Días a la floración

Mediante el análisis de la Tabla 20 donde se presentaron los promedios obtenidos de la variable días a la floración se logró determinar nuevamente que no existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo en cuanto a valores, en este caso el T1 se muestra como el tratamiento que floreció en un promedio menor de número de días (33,75 días) con la concentración de 10 ml Bioestimulante1 + 10 ml Bioestimulante 2, dato que difiere a los datos reportados por (Bazurto, 2019) quien en su investigación obtuvo un promedio de (36 días) a la floración para esta variedad. Por otro lado (Díaz, 2017) en su investigación mencionó que la variedad pata de paloma floreció a los (22 días), datos inferiores a los obtenidos en nuestra investigación.

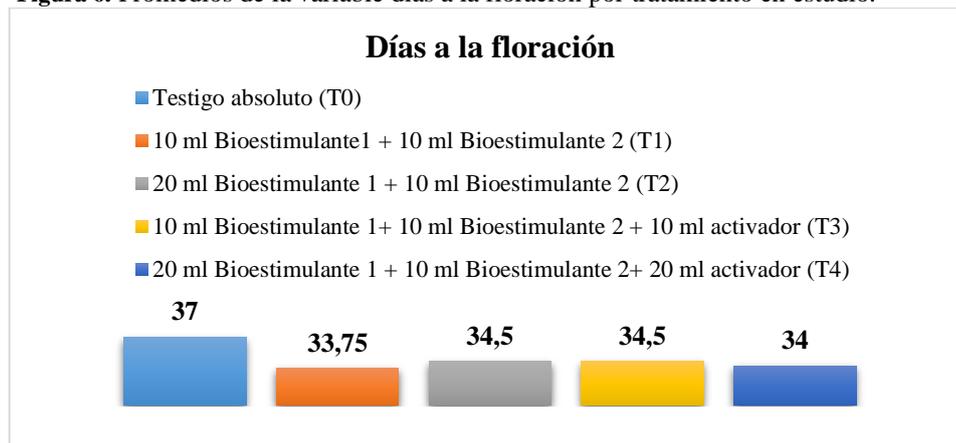
**Tabla 20.** Valores promedio registrados de la variable días a la floración de la planta.

Tratamientos	Días a la floración
T0	37 <b>a</b>
T1	33,75 <b>a</b>
T2	34,5 <b>a</b>
T3	34,5 <b>a</b>
T4	34 <b>a</b>
CV (%)	<b>1,78</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

A continuación, la Figura 6 permite demostrar que el Tratamiento T1 floreció en menos días (33,75), sin embargo, los demás tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a los días de floración ya que se encuentran en el mismo rango de los 34 días a la floración. Lo que no es lo mismo para el testigo T0 ya que fue el tratamiento que tardó más días en florecer.

**Figura 6.** Promedios de la variable días a la floración por tratamiento en estudio.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.9. Numero de vainas por planta

Mediante el análisis estadístico de la Tabla 21 con respecto al número de vainas por planta, se logró determinar que entre tratamientos no existe diferencias estadísticas significativas, pero en cuanto a valores, observamos que el tratamiento T3 obtuvo un mayor promedio de número de vainas (23,35), seguido del T2 quien obtuvo un número similar (23,25). Valores superiores a los reportados por (Mesías, 2019), quien en su investigación reportó datos inferiores a los obtenidos en nuestra investigación con una producción de tan solo (13,5) vainas por planta. Sin embargo (Cusme, 2017), reportó una producción de (24,84) vainas por planta la cual supera nuestros resultados. De la misma forma (Tasinchano, 2020), reportó datos superiores a los nuestros, quien obtuvo una producción de (42,3) vainas por planta,

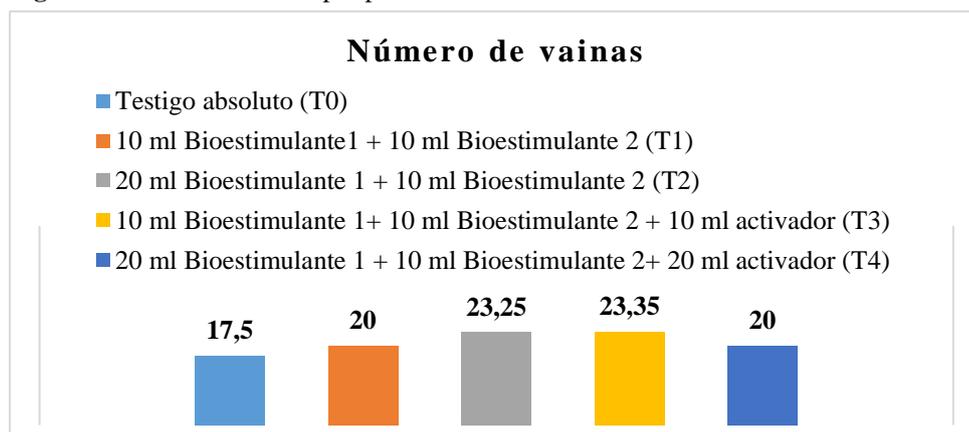
**Tabla 21.** Valores promedio registrados de la variable número de vainas por planta.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de vainas por planta</b>
T0	17,5 a
T1	20 a
T2	23,25 a
T3	23,35 a
T4	20 a
<b>CV (%)</b>	<b>22,94</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

En la Figura 7 se muestra que los tratamientos T3 y T2 obtuvieron un valor similar en cuanto al número de vainas por planta (23,35 - 23,25), por otro lado, el tratamiento T1 y T4 igualaron en número de vainas por planta (20), mientras que el T0 se mantuvo por debajo de los demás con un promedio tan solo de (17,5) vainas por planta, lo que demuestra que los estudiados si tuvieron influencia en la variable volumen número de vainas comparado con el testigo.

**Figura 7.** Número de vainas por planta con relación a los tratamientos de estudio



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.10. Peso de 100 granos (g)

Mediante el análisis estadístico de la Tabla 22 se logró determinar que no existe diferencias estadísticas significativas con respecto al peso de 100 granos entre tratamientos, pero en cuanto a valores, observamos que los tratamientos T3 y T2 obtuvieron un mayor número peso de semillas (31,25 g) para ambos. Valores superiores a los reportados por (Tasinchano, 2020), quien en su investigación obtuvo un peso de (21,25 g) con 100 granos, al igual que para (Mesías, 2019), quien reportó un peso de (20,05 g) con 100 granos. En otra investigación (Bazurto, 2019), también reportó datos inferiores a los obtenidos en nuestra investigación con una peso de tan solo (21,25 g).

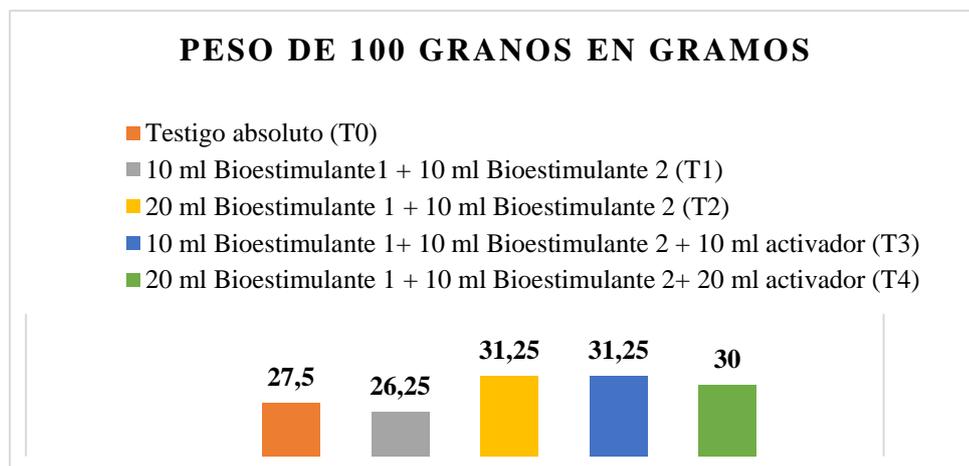
**Tabla 22.** Valores promedio registrados de la variable peso de 100 semillas por tratamiento de estudio.

Tratamientos	Peso de 100 semillas (g)
T0	27,5 a
T1	26,25 a
T2	31,25 a
T3	31,25 a
T4	30 a
CV (%)	12,39

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

En la Figura 8 se muestra que los tratamientos T3 y T2 igualaron en cuanto al peso de 100 granos con un promedio de (31,25 g), por otro lado, el tratamiento T4 obtuvo un peso promedio de (30 g) y el T1 un peso de (26,25 g), mientras que el T0 en este caso obtuvo un peso promedio de (27,5 g) en 100 granos.

**Figura 8.** Peso de 100 granos (g) con relación a los tratamientos de estudio



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.11. Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>)

Mediante el análisis de la Tabla 23 se logró determinar que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, sin embargo, en cuanto a valores, en este caso observamos que el T1 obtuvo un mayor promedio de rendimiento por hectárea (500 kg ha<sup>-1</sup>), seguido del T2 con un rendimiento de (476,56 kg ha<sup>-1</sup>). Valores inferiores a los reportados por (Bazurto, 2019), quien en su investigación obtuvo un rendimiento de (649,40 kg ha<sup>-1</sup>), al igual que (Cusme, 2017), quien en su investigación realizada obtuvo un rendimiento superior al nuestro (2051,4 kg ha<sup>-1</sup>).

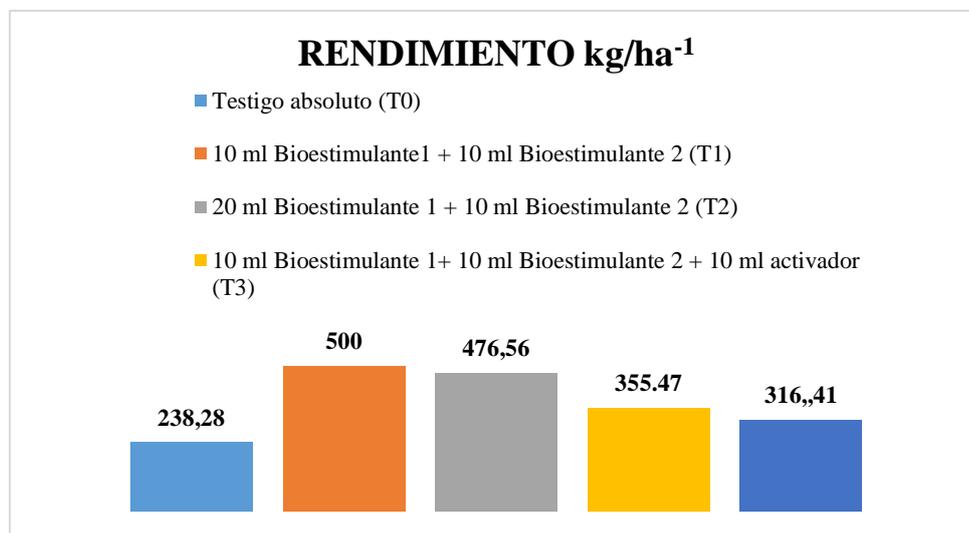
**Tabla 23.** Valores registrados de la variable rendimiento kg/ha por tratamiento de estudio.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha <sup>-1</sup>
T0	238,28 a
T1	500,00 a
T2	476,56 a
T3	355,47 a
T4	316,41 a
<b>CV (%)</b>	<b>45,34</b>

Las letras similares representan valores no significativos ( $p \geq 0.05$ )

En la Figura 9 se muestra que los tratamientos T1 logro un alto rendimiento (500 kg), seguido del T2 con (476,56 kg), por otro lado, el tratamiento T3 y T4 reflejaron un alto rendimiento con valores poco significativos entre sí, pero inferiores, mientras que el T0 se mantuvo por debajo de los demás con (238,28 kg) de rendimiento.

**Figura 9.** Promedios de rendimiento por hectárea con relación a los tratamientos de estudio.



Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.12. Análisis nutricional del grano

A continuación, mediante el análisis de la Tabla 24 se logró determinar que no existen una gran diferencia de valores entre ambos tratamientos, en este caso el T1 presento un alto porcentaje de humedad del grano (7,06 %), fue superior en E.L.N (83,29 %), presento mayor contenido de Magnesio (0,18 %), un alto contenido de Sodio (80,70 %), mayor contenido de Cobre (10 ppm), rico en Hierro (62 ppm) y Manganeseo y Zinc (27 ppm). Mientras que por otro lado el T0 obtuvo un mayor porcentaje en cuanto a los contenidos de proteínas (24,85 %), fibra (9,17 %), Calcio (0,19 %), Fosforo (0,38 %) y Potasio (1,36 %).

**Tabla 24.** Comparación del contenido nutricional del grano de los tratamientos T1 y T0.

T.	Hum.	Prot.	Fibra	E.L.N	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
<b>T0</b>	6.88	24.85	6.17	60.17	0.19	0.38	0.17	1.36	45.64	7	48	9	25
<b>T1</b>	7.06	24.24	6.77	83.29	0.18	0.37	0.18	1.21	80.70	10	62	9	27

Fuente: INIAP- Santa Catalina 2022.

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.13. Análisis vegetal

Mediante el análisis de la Tabla 25 se logró determinar que en cuanto a valores el T1 supero a todos en contenido de Nitrógeno (2,9 %), en cuanto al contenido de Fosforo el T1 y T0 fueron superiores (0,30 %), seguidos del T4 (0,29 %), quien también fue superior en cuanto al contenido de Potasio (1,40 %), en cuanto al contenido de Calcio y Magnesio el T3 obtuvo valores superiores al resto (3,60 %) y (0,54 %). En cuanto al contenido de Azufre y zinc el T4 fue superior al resto de tratamientos, el T0 obtuvo un alto contenido de Cobre, mientras que el T1 presentó alto contenido de Hierro (848 %), seguido de los tratamientos T2 y T0 y, para terminar, el T4 obtuvo un alto contenido en Manganeseo (156 %).

**Tabla 25.** Contenido nutricional del material vegetal de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Concentraciones %							Ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	
<b>T0</b>	2.6	0.30	1.14	3.57	0.38	0.16	28	56	18	824	123	
<b>T1</b>	2.9	0.30	1.25	3.54	0.45	0.06	28	62	17	848	121	
<b>T2</b>	2.3	0.25	1.22	3.44	0.50	0.06	35	48	14	784	97	
<b>T3</b>	2.4	0.25	1.25	3.60	0.54	0.17	32	78	11	842	94	
<b>T4</b>	2.4	0.29	1.40	3.46	0.49	0.18	28	95	8	696	156	

Fuente: INIAP- Pichilingue 2022.

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.14. Composición del suelo

A continuación, en la Tabla 26 se presentan los resultados del análisis de suelo antes y después de haber finalizado con el proyecto investigativo, donde se pudo apreciar que en cuanto al pH del suelo logramos aumentar un 0,1 de su valor inicial en 85 días del cultivo y continúa siendo Medianamente ácido 5.7, el porcentaje de Materia orgánica mejoró cuantiosamente pasando de un nivel bajo 2.6 % a alto 6.1 %, el NH<sub>4</sub> aumentó pero no significativamente ya que se mantiene en un nivel bajo 8 a 13 ppm. De la misma forma el Fosforo pasó de bajo 6 ppm a medio 13 ppm y el potasio se mantiene en un nivel medio 0,38 meq/10 ml, los niveles de Magnesio, Azufre, Zinc y Cobre bajaron, el Hierro que mantenía niveles altos aumentó de 123 a 251 ppm y finalmente los niveles de Manganeso aumentaron significativamente de 1 a 18 ppm al igual que el Boro de 0.25 a 1,28 ppm.

**Tabla 26.** Resultados de los análisis de suelo previo y posterior a la investigación.

ANALISIS INICIAL			ANALISIS FINAL	
Parámetros	Valor		Valor	
pH	5.6	McAc	5.7	McAc
M.O (%)	2.6	Bajo	6.1	Alto
NH <sub>4</sub> ppm	8	Bajo	13	Bajo
P ppm	6	Bajo	13	Medio
K meq/100 ml	0.20	Medio	0.38	Medio
Ca meq/100 ml	6	Medio	6	Medio
Mg meq/100 ml	1.4	Medio	0.8	Bajo
S ppm	22	Alto	8	Bajo
Zn ppm	0.9	Bajo	1.7	Bajo
Cu ppm	3.8	Medio	3.8	Medio
Fe ppm	123	Alto	251	Alto
Mn ppm	1.0	Bajo	18	Alto
B ppm	0.25	Bajo	1.28	Alto
Textura (%)	Franco arenoso		Franco arenoso	
Arena	56		48	
Limo	46		46	
Arcilla	1		6	

Fuente: INIAP- Pichilingue 2022.

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

### 11.15. Análisis Costo/Beneficio

Para valorar en términos económicos la implementación de los tratamientos a base de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico, se cuantificó los costos de producción por hectárea de este ensayo, para los gastos se estimaron los siguientes valores: mano de obra, materiales y equipos, productos estudiados, y análisis de laboratorio, sumando un valor general

de \$1164,71 como se muestra en la Tabla 27. En la Tabla 28 se puede evidenciar el total de los ingresos obtenidos en la implementación de este proyecto investigativo. La estimación de las ganancias se analizó mediante la comercialización de la producción obtenida en  $\text{kg ha}^{-1}$ , el kilo se comercializó a un valor de \$3,30 (valor en el mercado local) obteniendo un ingreso general de \$6412,96 de todos los tratamientos. Para establecer el costo/beneficio se atribuyó la fórmula a expuesta continuación, donde se obtuvo un valor de \$5,51 que es  $>1$  lo que quiere significa que el proyecto a gran escala es rentable, es decir por cada dólar invertido se recupera \$4,51, lo que significa la ganancia por unidad monetaria en esta investigación, como se muestra a continuación:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total de egresos}} \quad \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{6412,96}{1164,71} \quad \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 5,51$$

**Tabla 27.** Gastos generados en la investigación.

Tratamientos	Mano de obra (\$)	Materiales y equipo (\$)	Bioestimulantes y activador fisiológico (\$)	Alquiler de terreno (\$)	Análisis de laboratorio (\$)	Costo total (\$)
<b>T0</b>	30	30,10	0	40	157,75	257,85
<b>T1</b>	30	30,10	30	40	157,75	287,85
<b>T2</b>	30	30,10	45	40	35,75	180,85
<b>T3</b>	30	30,10	42	40	35,75	177,85
<b>T4</b>	30	30,10	69	40	35,75	204,85
<b>SUBTOTAL (\$)</b>						<b>1109,25</b>
<b>IVA 5%</b>						<b>55,46</b>
<b>TOTAL</b>						<b>1164,71</b>

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

**Tabla 28.** Ingresos generados por cada tratamiento

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha	Costo por kg (\$)	Ingreso total (\$)	Costo total (\$)	Relación B/C
<b>T0</b>	238,28	3,30	786,32	257,85	3,0
<b>T1</b>	500,00	3,30	1650,00	287,85	5,7
<b>T2</b>	476,56	3,30	1572,65	180,85	8,7
<b>T3</b>	355,47	3,30	1173,05	177,85	6,6
<b>T4</b>	316,41	3,30	1044,15	204,85	5,1
<b>SUBTOTAL</b>			<b>6226,17</b>		
<b>IVA 3%</b>			<b>186,79</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>6412,96</b>		

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## **12. IMPACTOS (TÉCNICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES, AMBIENTALES).**

- **Técnicos**

La ejecución de la presente investigación ocasionó impactos técnicos trascendentales en el campo agrícola, debido a que generó una mayor cognición del uso de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico en el cultivo de fréjol generando así, nuevo conocimiento sobre la aplicación de los productos mencionados, mismos que serán compartidos mediante charlas y exposiciones a los agricultores de este cultivo.

- **Económicos**

En muchas ocasiones el uso excesivo de fertilizantes edáficos puede causar un bloqueo de suelo afectando mayoritariamente al rendimiento del cultivo, ligado a esto también se encuentra su costo elevado de adquisición. La aplicación de bioestimulantes foliares y activadores fisiológicos ayudan a mejorar las características de los cultivos aumentando su rendimiento, reduciendo los costos de producción de los cultivos, lo cual beneficia a los agricultores.

- **Sociales**

El efecto social generado mediante esta investigación es de carácter positivo puesto que, actualmente el sector agrario tiene mira hacia la producción agrícola en base a la utilización de productos sintéticos, por tal motivo la presente indagación ofrece una alternativa con mayores rangos ecológicos, dirigidos a los agricultores y productores, esto se da gracias a que estos productos son de origen orgánico sin rangos nocivos de toxicidad y químicos dañinos para la salud; de tal manera esta investigación destaca los beneficios de la utilización de mencionados productos.

- **Ambientales**

La aplicación de mencionados productos de origen orgánico da como resultado impactos positivos al progreso agrícola debido a que, por ser una alternativa ambiental es más amigable con la salud del aplicador y con aspectos tanto fitosanitarios y de desarrollo del cultivo. Se estima que la aplicación de productos orgánicos no perjudica a los microorganismos del suelo, flora y fauna; adicional a esto los mismos cooperan al mejoramiento de factores bióticos y abióticos.

### 13. PRESUPUESTO

El presupuesto establecido para la investigación se presenta a continuación en la siguiente tabla adjunta:

**Tabla 29.** Presupuesto establecido para la ejecución del proyecto

<b>PRESUPUESTO</b>				
<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>V. Unitario USD</b>	<b>Valor Total USD</b>
<b>Materiales y suministros</b>				
Alquiler de terreno	4	mes	50,00	200,00
Semilla de fréjol	3	lb	1,50	4,50
Bioestimulantes	10	l/ha	15,00	150,00
Activador fisiológico	3	l/ha	12,00	36,00
Machete	4	unidad	5,00	20,00
Flexómetro	2	unidad	3,00	6,00
Bomba de fumigar	4	unidad	30,00	120,00
<b>Gastos varios</b>				
Análisis de suelo	2	unidad	28,00	56,00
Análisis nutricional	2	unidad	122,00	244,00
Análisis de tejidos	5	unidad	24,55	122,55
<b>Otros recursos</b>				
Mano de obra	10	jornales	15,00	150,00
<b>Sub Total</b>				1109,25
<b>5%</b>				55,46
<b>TOTAL</b>				<b>1164,71</b>

Elaborado por: Tayupanda & Tumbaco (2022).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1. Conclusiones

- Se evaluó que la mezcla de bioestimulantes y activadores fisiológicos pueden ser considerados una opción de fertilización alternativa para los agricultores, debido a que se obtuvo un óptimo desarrollo del cultivo de fréjol en todos los tratamientos, destacándose, el T1 (1 L/ha Bioestimulante 1 + L/ha Bioestimulante 2) 500 Kg.Ha<sup>-1</sup>, en relación al testigo (238Kg.Ha<sup>-1</sup>), mientras que en variables de morfológicas destacaron T2 y T3 (2 L/ha Bioestimulante 1 + 1 L/ha Bioestimulante 2 y 1 L/ha Bioestimulante 1 + 1 L/ha Bioestimulante 2 + 1 L/ ha Activador ).
- Otro factor importante que destacó en la experimentación fue que las condiciones edafológicas mejoraron después de la siembra de esta leguminosa, aumentando el % de materia orgánica, e incrementando elementos minerales como: fósforo, nitrógeno, potasio y manganeso
- Se determinó que el mejor tratamiento en relación al rendimiento fue el T1, por lo que se procedió a realizar un análisis nutricional del grano comparando con el tratamiento testigo obteniendo mayores valores en T1 en relación al Magnesio, Sodio, Cobre, Hierro y Zinc, por lo que aportaría más de los elementos esenciales en la alimentación humana.
- En el análisis costo/beneficio se obtuvo un valor de \$ 9,13 de este modo, se estimó que la investigación fue económicamente rentable e idónea para su aplicación, por lo que de cada dólar invertido generó una ganancia considerable de \$8,13, por lo que su aplicación a gran escala representaría grandes ingresos para los agricultores.

## 14.2. Recomendaciones

- Para el establecimiento de esta leguminosa es fundamental tomar en cuenta la variedad a sembrar puesto que no todas tienen los mismos requerimientos agroclimáticos para su correcto desarrollo y producción.
- Tomando en consideración a los productos establecidos en esta investigación se recomienda utilizar una dosificación en el cultivo de fréjol pata de paloma de 1l/ha de bioestimulante 1+ 1 l/ha de bioestimulante 2 con un intervalo de aplicación de 15 días.
- Se recomienda realizar investigaciones más a fondo sobre la aplicación de bioestimulantes foliares y activadores fisiológicos para expandir el conocimiento de estos y en un futuro reemplazar a ciertos productos sintéticos dañinos para el agricultor por productos orgánicos amigables con el medio ambiente.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, G; Peña, C; García, J; Ramírez, P; Benedicto, S; Molina, J. (2015). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. Revista Agrociencia N° 46: 37-50pp. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n1/v46n1a4.pdf>
- AgroVigor. (2018).
- Batista, D. (2018). Efecto de un activador fisiológico a base de yodo en el cultivo de frijol var. Amadeus 77 en Zamorano, Honduras. Universidad de Zamorano, Carrera De Ciencia y Producción Agropecuaria. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/847/1/T2549.pdf>
- Bazurto, M. (2019). Manejo agronómico del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condición de humedad a capacidad de campo en la zona de Mocache. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Carrera de Ingeniería Agronómica. Proyecto de Investigación. Quevedo, Los Ríos. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3632/1/T-UTEQ-0168.pdf>
- Bone, J & Martínez, L. (2020). Producción de tres variedades de fréjol *Phaseolus vulgaris* L. en asociación con el cultivo de café. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná. Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6923/1/UTC-PIM-000264.pdf>
- Cargua, J; Orellana, G; Cuenca, A; Cedeño, G. (2019). Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista ESPAMCIENCIA: 10(1):14-22. Disponible en [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/184/179](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/184/179)
- Cornelio, M. (2015). Adaptabilidad de cinco variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*), en la finca Angamarca la Vieja del Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3551/1/T-UTC-00828.pdf>
- Curay, J. (2019). Evaluación agronómica de tres variedades de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Rumichaca del cantón Pelileo. Universidad Técnica de Ambato. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30037/1/Tesis-237%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20640.pdf>

- Cusme, V. (2017). Evaluación agronómica de dos variedades de fréjol a la aplicación de fertilizantes edáficos en la zona de Fumisa. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3276/1/T-UTEQ-0110.pdf>
- Dávila, J. (2021). Efecto de bioestimulantes en la altura de planta, el número de vainas y el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Sumac puka. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/4395/TESIS%20JOS%C3%89%20ISME%C3%91O%20D%C3%81VILA%20RAMOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, L. (2017). Validación del comportamiento agronómico de variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) con abono orgánico. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4120/1/UTC-PIM-000083.pdf>
- FAO. (2018). Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones. Ciudad de Panamá. FAO. 292pp. ISBN 978-92-5-131129-5. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca2597es/CA2597ES.pdf>
- García, D. (2017). Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-agricolas-definicion-y-principales-categorias>
- Garver, E; Falconí, E; Peralta, E; James, K. (2008). Encuesta a productores para orientar el fitomejoramiento de frijol en Ecuador. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, 19(1):7-18pp. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711424002>
- Góngora, O; Rodríguez, P; Castillo, J. (2020). Comportamiento agronómico de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en las condiciones edafoclimáticas del municipio Songo-La Maya, Santiago de Cuba, Cuba. Rev. Ciencia en su PC, Vol. 1: 31-45pp. Disponible en <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181363107003/html/index.html>
- Guevara, D. (2014). Adaptabilidad y producción de cuatro variedades de fréjol Andino (*Phaseolus vulgaris* L.), en el Cantón La Maná. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná, Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3532/1/T-UTC-00809.pdf>

- Holguín, M. (2015). Evaluación del rendimiento de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L), en tres densidades de siembra en el recinto Chipe Hamburgo No. 2 del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3520/1/T-UTC-00797.pdf>
- Jiménez, C. (2018). El frijol. Origen y beneficios. GOURMET DE MÉXICO. Disponible en <https://gourmetdemexico.com.mx/comida-y-cultura/el-frijol-origen-y-beneficios/>
- Lata, L. (2015). Determinación de la curva de absorción de nutrientes n p k ca mg en cuatro etapas fenológicas del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/3006>
- Loor, P. (2020). Aplicación de tres dosis de activadores fisiológicos y fertilizantes compuestos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), en Milagro, Guayas. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LOOR%20DOMINGUEZ%20PETTER%20JOSE%20PH%20.pdf>
- Mesías, M. (2019). Evaluación del efecto de diferentes dosis de lixiviado de humus de lombriz sobre dos variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Mocache. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3629/1/T-UTEQ-0165.pdf>
- Mills, A. (2018). Principio de arquímedes. Fisic, México. Obtenido de <https://www.fisic.ch/contenidos/mecánica-de-fluidos/principio-de-arquimides/>
- Ochoa, E. (2013). Evaluación agronómica de 120 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Taura, Provincia de Guayas. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.
- Pucuji, W. (2016). Evaluación del manejo agronómico y reacción a enfermedades de variedades mezcla de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) allphas y chacras de Cotacachi. Universidad Central del Ecuador. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8324/1/T-UCE-0004-55.pdf>
- Quintana, W; Pinzón, E; Torres, D. (2016). Evaluación del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). cv ICA Cerinza, bajo estrés salino. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 19(1): 87–95pp. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v19n1/v19n1a10.pdf>

- Sánchez, M. (2019). Evaluación de activadores fisiológicos sobre el desarrollo de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condiciones de secano. Universidad Técnica de Babahoyo. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6108/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000182.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tasinchano, J. (2020). Evaluación de la variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) pata de paloma a la fertilización edáfica y foliar en el cantón Mocache. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6023/1/T-UTEQ-0261.pdf>
- Torres, W. (2016). Efecto de bioestimulantes en fréjol (*Phaseolus Vulgaris* L.) en el cantón El Guabo, Provincia El Oro. Universidad Estatal de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17122/1/Torres%20Tene%20Walter%20Rub%c3%a9n.pdf>
- Torres, E; Quishpe, D; Sánchez, A; Reyes, M; Gonzáles, B; Torres, A; Cedeño, A; Haro, A. (2013). Caracterización de la producción de frijol en la Provincia de Cotopaxi Ecuador: caso comuna Panyatug. Dirección de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Finca Experimental “La María”. Revista Ciencia y Tecnología, 6(1): 23-31. Disponible en [https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2\\_V6%20N1%204Caract%20pr oduccion%20frijol,%20Comuna%20Panyatug.pdf](https://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V6%20N1%204Caract%20produccion%20frijol,%20Comuna%20Panyatug.pdf)
- Tutiven, J. (2016). Comportamiento agronómico de siete cultivares de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) introducidos y nacionales bajo condiciones urbanas. Universidad de Guayaquil. Disponible en [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14087/1/Tutiven%20Veliz%20Jorge%20 Alberto.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14087/1/Tutiven%20Veliz%20Jorge%20Alberto.pdf)
- Valverde, Y; Moreno, J; Quijije, K; Castro, A; Merchán, W; Gabriel, J. (2020). Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L.). J. Selva Andina Res. Soc.:11(1):18-2 pp. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v11n1/v11n1\\_a03.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v11n1/v11n1_a03.pdf)
- Ventura, R; Clará, A; Ovidio, B; Parada, J. (2018). Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Guía Técnica. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. El Salvador. Disponible en [http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Frijol%202019.pdf](http://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Frijol%202019.pdf)

- Zamora, J. (2015). Respuesta del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a la utilización de bioestimulantes en época lluviosa en la zona de Buena Fe. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1273/1/T-UTEQ-0021.pdf>
- Zurita, S. (2020). Propagación vegetativa de *Justicia spicigera* mediante estacas embebidas en sustancias enraizantes en el Cantón Mejía. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná, Cotopaxi.

## 16. ANEXOS

**Anexo 1.** Contrato de cesión no exclusiva 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 celebran de una parte: Tayupanda Ati Grace Elizabeth con C.C. 172688324-0 y Tumbaco Toapanta Fabian Stalin con C.C. 050374866-7, de estado civil soltero/a y con domicilio en La Maná, a quien en lo sucesivo se les denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, 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**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico.”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Abril 2017 – Abril -2022

Aprobación HCA.-

Tutora: Tatiana Carolina Gavilánez Buñay MSc.

Tema: **“Respuesta del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) a la aplicación de bioestimulantes foliares y un activador fisiológico.”**

**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 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 **LA/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 de **EL 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.

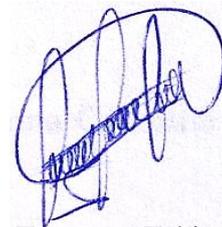
**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**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 31 días del mes de Marzo del 2022.



Tayupanda Ati Grace Elizabeth  
**EL CEDENTE**



Tumbaco Toapanta Fabiani Stalin  
**EL CEDENTE**

Dr. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

## Anexo 2. Análisis URKUND



## Document Information

<b>Analyzed document</b>	RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (Phaseolus vulgaris L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO..pdf (D132961527)
<b>Submitted</b>	2022-04-07T18:44:00.0000000
<b>Submitted by</b>	
<b>Submitter email</b>	kleber.espinosa@utc.edu.ec
<b>Similarity</b>	6%
<b>Analysis address</b>	kleber.espinosa.utc@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>TESIS PARA URKUND MARIA CASIERRA ABRIL 2015.doc</b> Document TESIS PARA URKUND MARIA CASIERRA ABRIL 2015.doc (D13990396)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>MAYURI FRIJOL 01.docx</b> Document MAYURI FRIJOL 01.docx (D103821819)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>MONTESINO RESULTADOS.docx</b> Document MONTESINO RESULTADOS.docx (D32806240)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>tesis revision.docx</b> Document tesis revision.docx (D33202587)		<b>2</b>
<b>SA</b>	<b>Tesis Vinicio Madera.docx</b> Document Tesis Vinicio Madera.docx (D36270287)		<b>5</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS (FREJOL) 2017.docx</b> Document TESIS (FREJOL) 2017.docx (D31876693)		<b>5</b>
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / tesis Garcia pdf.pdf</b> Document tesis Garcia pdf.pdf (D132960943) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.arkund.com		<b>10</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS PARA URKUND FREJOL GREGORIO.doc</b> Document TESIS PARA URKUND FREJOL GREGORIO.doc (D14017832)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>PROYECTO DE INVESTIGACION CATHERINE ELIZABETH LEAL BERMELLO 30.08.2016.docx</b> Document PROYECTO DE INVESTIGACION CATHERINE ELIZABETH LEAL BERMELLO 30.08.2016.docx (D21552063)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Tesis Fréjol 10 MAYO 2018 FINAL.pdf</b> Document Tesis Fréjol 10 MAYO 2018 FINAL.pdf (D39077700)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS URKUND RIOFRIO LUIS.docx</b> Document TESIS URKUND RIOFRIO LUIS.docx (D98227143)		<b>3</b>
	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS GUEVARA MORENO-1.doc</b>		

**Anexo 3.** Aval de traducción

**AVAL DE TRADUCCIÓN**

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) A LA APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES FOLIARES Y UN ACTIVADOR FISIOLÓGICO.”**, presentado por: **Tayupanda Ati Grace Elizabeth y Tumbaco Toapanta Fabian Stalin** egresados de la Carrera de: **Agronomía**, perteneciente a la Facultad de **Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, Marzo del 2022

Atentamente



Firmado electrónicamente por:  
**SEBASTIAN  
FERNANDO RAMON  
AMORES**

Mg. Ramón Amores Sebastián Fernando  
C.I: 050301668-5  
**DOCENTE DEL CENTRO DE IDIOMAS**

Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor.

**CURRICULUM**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE**

**DATOS PERSONALES APELLIDOS:**

GAVILÁNEZ BUÑAY NOMBRES:

TATIANA CAROLINA ESTADO CIVIL:

SOLTERO

**CEDULA DE CIUDADANÍA:** 1600398190

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: NINGUNA

**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** AMBATO 02 DE JULIO DE 1988 **DIRECCIÓN**

**DOMICILIARIA:** LA MANÁ, CALLE 19 DE MAYO Y CARLOS LOZADA

**TELÉFONO:** 0982260819

**EMAIL INSTITUCIONAL:** tatiana.gavilánez@utc.edu.ec

**TIPO DE DISCAPACIDAD:** Ninguna

# DE CARNET CONADIS:

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	CÓDIGO DEL REGISTRO CONESUP O SENESCYT
TERCER	INGENIERO BIOQUÍMICA	2013-04-22	1010-13-1209163
CUARTO	MAGISTER EN PLANTAS MEDICINALES	2017-04-18	032199664

**HISTORIAL PROFESIONAL**

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA:

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

INVESTIGACIÓN CIENCIAS AGRARIAS

**FECHA DE INGRESO A LA UTC:** ABRIL 2017

Anexo 5. Hoja de vida de los investigadores.

## **CURRÍCULUM VITAE**



### **DATOS PERSONALES:**

**NOMBRES:** GRACE ELIZABETH

**APELLIDO:** TAYUPANDA ATI

**Nº CÉDULA:** 172688324-0

**FECHA DE NACIMIENTO:** 01/05/1998

**CORREO ELECTRÓNICO:** grace.tayupanda3240@utc.edu.ec

**LUGAR DE NACIMIENTO:** La Maná

**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA

**ESTADO CIVIL:** SOLTERA

**CELULAR:** 1726883240

**DIRECCIÓN:** EL TRIUNFO

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

**PRIMARIA:** ESCUELA PARTICULAR “JUAN PABLO II”

**SECUNDARIA:** COLEGIO PARTICULAR “MENA DEL HIERRO”

**SUPERIOR:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN - LA MANÁ

### **CERTIFICADOS OBTENIDOS:**

- SUFICIENCIA EN INGLÉS: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE “AGROECOLOGÍA Y SOBERANÍA ALIMENTARIA
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE “I” JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE “III JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ

# **CURRÍCULUM VITAE**

**DATOS PERSONALES:****NOMBRES:** FABIAN STALIN**APELLIDO:** TUMBACO TOAPANTA**Nº CÉDULA:** 050374866-7**FECHA DE NACIMIENTO:** 26/12/1997**CORREO ELECTRÓNICO:** fabian.tumbaco8667@utc.edu.ec**LUGAR DE NACIMIENTO:** La Maná**NACIONALIDAD:** ECUATORIANA**ESTADO CIVIL:** SOLTERO**CELULAR:** 0999631533**DIRECCIÓN:** RECINTO MANGUILA EL TRIUNFO**ESTUDIOS REALIZADOS****PRIMARIA:** ESCUELA FISCAL MIXTA “ALFONXO RUMAZO GONZÁLES”**SECUNDARIA:** COLEGIO TÉCNICO “RAFAEL VÁSCONEZ GÓMEZ”**SUPERIOR:** UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN - LA MANÁ**CERTIFICADOS OBTENIDOS:**

- SUFICIENCIA EN INGLÉS: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
- SEMINARIO DE “IV” CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION CIENTÍFICA UTC-LA MANÁ
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE “II” JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ
- SEMINARIO INTERNACIONAL DE “III JORNADAS AGRONÓMICAS UTC-LA MANÁ

## Anexo 6. Fotografías de la realización del proyecto en campo

**Fotografía 1.** Germinación de la semilla a los 5 días



**Fotografía 2.** Estadio del fréjol a los 25 días



**Fotografía 3.** Colocación del letrero de cada tratamiento.



**Fotografía 4.** Dosificación de cada tratamiento.



**Fotografía 5.** Selección de plantas a evaluar.



**Fotografía 6.** Aplicación de las dosis a cada tratamiento.



**Fotografía 7.** Toma de variable altura de planta.



**Fotografía 8.** Registro de variables en campo



**Fotografía 9.** Toma de datos del porcentaje de humedad.



**Fotografía 10.** Toma del volumen de la raíz.



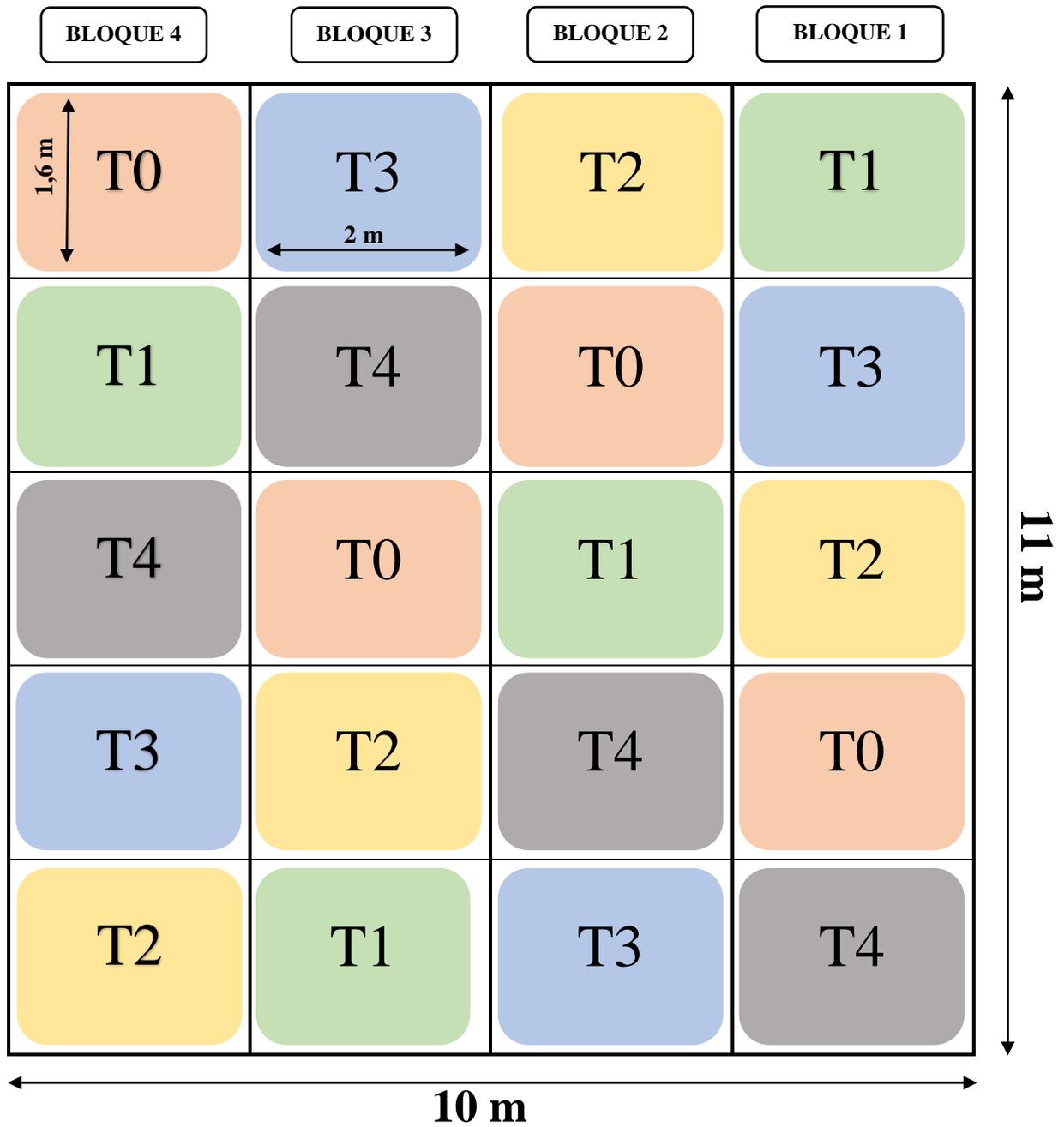
**Fotografía 11.** Cosecha del cultivo.



**Fotografía 12.** Peso de la producción por tratamiento.



## Anexo 7. Diseño del proyecto



<b>T1</b>	1 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2
<b>T2</b>	2 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2
<b>T3</b>	1 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2 + 1 l/ha Activador
<b>T4</b>	2 l/ha Bioestimulante 1 + 1 l/ha Bioestimulante 2 + 2 l/ha Activador
<b>T0</b>	Testigo

## Anexo 8. Resultados de los análisis de suelo.

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> 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		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	TUMBACO TOAPANTA FABIAN	Nombre :	Finca Carmita	Cultivo Actual :	
Dirección :	LA MANA / COTOPAXI	Provincia :	Cotopaxi	Nº Reporte :	8435
Ciudad :	LA MANA	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo :	22/06/2021
Teléfono :	0999631533	Parroquia :		Fecha de Ingreso :	23/06/2021
Fax :	tumbaco70@gmail.com	Ubicación :		Fecha de Salida :	14/07/2021

Nº Muest.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Laborat.	Identificación		Area	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
103214		Fabian Tumbaco		8 B	6 B	0,20 M	6 M	1,4 M	22 A	0,9 B	3,8 M	123 A	1,0 B	0,25 B



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH			Elementos: de N a B		pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
M <sub>Ac</sub> = Muy Acido	L <sub>Ac</sub> = Liger. Acido	L <sub>Al</sub> = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B	= Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO


**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		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: TAYUPANDA ATI GRACE ELIZABETH	Nombre	: S/N	Cultivo Actual	: Frejol
Dirección	: COTOPAXI / LA MANÁ	Provincia	: Cotopaxi	N° Reporte	: 8892
Ciudad	: LA MANÁ	Cantón	: La Maná	Fecha de Muestreo	: 20/10/2021
Teléfono	: 0960809874	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 20/10/2021
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 08/11/2021

N° Muest.	Datos del Lote		pH	ppm					meq/100ml					ppm													
	Laborat.	Identificación		Area	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
104727		Grace Tuyupanda		5,7	MeAc	13	B	13	M	0,38	M	6	M	0,8	B	8	B	1,7	B	3,8	M	251	A	18,0	A	1,28	A



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES		
pH				Elementos: de N a B		pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
MAc	= Muy Acido	LAc	= Liger. Acido	LAi	= Lige. Alcalino	RC	= Requiere Cal	B	= Bajo
Ac	= Acido	PN	= Prac. Neutro	MeAl	= Media. Alcalino			M	= Medio
MeAc	= Media. Acido	N	= Neutro	Al	= Alcalino			A	= Alto
					N,P,B		= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
					S		= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico	
					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		= Absorción atómica	B,S	

*[Signature]*  
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

**Anexo 9. Resultados del análisis de tejidos del fréjol.**

 <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201			
Nombre del Propietario :	TAYUPANDA ATI GRACE ELIZABETH	Telf 0960809874	Reporte N° : 8892
Nombre de la Propiedad :	S/N	Cultivo: Frejol	Fecha de muestreo : 20-10-2021
Localización :	La Maná	Cotopaxi	Fecha de ingreso: 20-10-2021
	Parroquia	Cantón	Provincia

**RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL FREJOL**

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
77463	Tratamiento 0	2.6	0.30	1.14	3.57	0.38	0.16	28	56	18	824	123
77464	Tratamiento 1	2.9	0.30	1.25	3.54	0.45	0.06	28	62	17	848	121
77465	Tratamiento 2	2.3	0.25	1.22	3.44	0.50	0.07	35	48	14	784	97
77466	Tratamiento 3	2.4	0.25	1.25	3.60	0.54	0.17	32	78	11	842	94
77467	Tratamiento 4	2.4	0.29	1.40	3.46	0.49	0.18	28	95	8	696	156

Observaciones: .....

  
 Dr. Manuel Carrillo Zenteno  
 RESPONSABLE DPTO.



  
 LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio  
 por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

## Anexo 10. Resultados del análisis nutricional del mejor tratamiento y el testigo.

MO-L8AIA-2201-08

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD</b> <b>LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS</b> Panamericana Sur Km. 1, Cúchipagua/Tr. 2002591-3007134, Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

INFORME DE ENSAYO No: 21-0202

<b>*NOMBRE PETICIONARIO:</b>	Sra. Tayupanda Al Grace Elizabeth	<b>*INSTITUCIÓN:</b>	Particular
<b>*DIRECCIÓN:</b>	La Mana	<b>*ATENCIÓN:</b>	Sra. Tayupanda Al Grace Elizabeth
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b>	17/11/2021	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	04/11/2021
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 04 al 17 de noviembre del 2021	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	1h00
		<b>ANÁLISIS SOLICITADO</b>	Proximal y Minerales

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS <sup>Ω</sup>	E.E. <sup>Ω</sup>	PROTEÍNA <sup>Ω</sup>	FIBRA <sup>Ω</sup>	E.L.N. <sup>Ω</sup>	*IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-L8AIA-01.01	MO-L8AIA-01.02	MO-L8AIA-01.03	MO-L8AIA-01.04	MO-L8AIA-01.05	MO-L8AIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1870	U. FLORIDA 1870	U. FLORIDA 1870	U. FLORIDA 1870	U. FLORIDA 1870	U. FLORIDA 1870	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
21-1186	6,88	4,55	1,26	24,85	9,17	60,17	Frejol T0
21-1187	7,06	4,49	1,22	24,24	6,77	63,29	Frejol T1
ANÁLISIS	HUMEDAD	CaΩ	PΩ	MgΩ	KΩ	NaΩ	*IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-L8AIA-03.01	MO-L8AIA-03.01.02	MO-L8AIA-03.01.04	MO-L8AIA-03.01.02	MO-L8AIA-03.01.03	MO-L8AIA-03.01.03	
METODO REF.	0,00	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	
UNIDAD	%	%	%	%	%	ppm	
21-1186	6,88	0,19	0,38	0,17	1,36	45,64	Frejol T0
21-1187	7,06	0,18	0,37	0,16	1,21	80,70	Frejol T1
ANÁLISIS	HUMEDAD	CuΩ	FeΩ	MnΩ	ZnΩ		*IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-L8AIA-04.01	MO-L8AIA-04.02	MO-L8AIA-04.02	MO-L8AIA-04.02	MO-L8AIA-04.02		
METODO REF.		U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880	U.FLORIDA 1880		
UNIDAD	%	ppm	ppm	ppm	ppm		
21-1186	6,88	7	48	9	25		Frejol T0
21-1187	7,06	10	62	9	27		Frejol T1

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente



Dr. Iván Samaniego, MSc.  
RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLES DEL INFORME



Ing. Bladimir Ortiz  
RESPONSABLE DE CALIDAD