



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES**

**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium spp.* EN TRES  
DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA  
ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

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

**AUTORES:**

Martínez Meza Alex Javier

Vega Tomalo Henry Javier

**TUTOR:**

Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabian MSc.

**LA MANÁ-ECUADOR  
FEBRERO-2023**

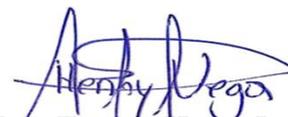
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Martínez Meza Alex Javier con C.C. 1208121572 y Vega Tomalo Henry Javier con C.C. 1205296187, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium spp.* EN TRES DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI.” siendo el Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabian MSc. tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

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



Martínez Meza Alex Javier  
C.I: 1208121572



Vega Tomalo Henry Javier  
C.I: 1205296187

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

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

“EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium spp.* EN TRES DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI”, de Martínez Meza Alex Javier y Vega Tomalo Henry Javier, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero del 2023

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature appears to read "Eduardo G".

Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabian MSc.  
C.I: 1804011839  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

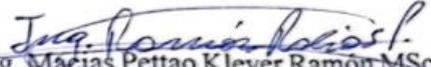
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto los postulantes: Martínez Meza Alex Javier y Vega Tomalo Henry Javier, con el título de Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium spp.* EN TRES DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

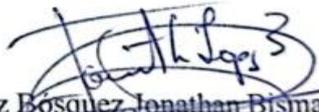
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2023

Para constancia firman:

  
Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean MSc.  
C.I: 1206384586  
**LECTOR PRESIDENTE**

  
Ing. Macías Pettao Klever Ramón MSc.  
C.I: 0910743285  
**LECTOR 1 MIEMBRO**

  
Ing. López Bósquez Jonathan Bismar MSc.  
C.I: 1205419292  
**LECTOR 2 SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos a Dios nuestro Creador por darnos las virtudes, la sabiduría y las enseñanzas y por guiar nuestro camino.*

*Gracias a nuestros padres, abuelos, tíos, hermanos, a nuestra familia en general, por la confianza y apoyo brindado por permitirnos cumplir nuestro objetivo y apoyarnos en cada paso que damos*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por darnos la oportunidad de adquirir una vocación, implemento fundamental para nuestro crecimiento personal y el éxito en nuestra carrera y vida profesional.*

*A los docentes que apoyaron con experiencia de aprendizaje, la amistad y compañerismo que nos brindaron culminar con éxito de nuestras etapas de la vida.*

**Alex**

**Henry**

## **DEDICATORIA**

*Dedico este proyecto principalmente a Dios por darme la sabiduría de lograr mis objetivos.*

*A mi abuela que en cada momento vivirá en mi corazón y mi alma, siempre me alentó con consejos y sabiduría, siempre presente en cada paso que daba.*

*A mi madre y a mi padre por darme su apoyo incondicional en todo momento por los consejos y fuerzas para cumplir cada una de mis metas.*

*A mis tíos por darme ese apoyo moral y económico en cada momento por sus palabras sabias y enseñanzas, a mis hermanos por fortalecerme y motivarme por cada escalón que doy*

*Agradezco a toda mi familia, amigos por confiar en mí y ser parte de mi vida, a mis compañeros y docentes por compartir sus ideas y conocimientos a lo largo de nuestra carrera universitaria.*

**Alex**

*Dedico este proyecto de tesis a Dios por darme fuerzas para poder seguir con mis metas.*

*A mis padres Juana Tomalo y Luis Vega, ante las dificultades nunca me dejaron solo, me educó con todo el amor del mundo gracias a su esfuerzo logre alcanzar esta meta.*

*A mi abuela que ahora no se encuentra en vida, pero siempre estará en mis pensamientos y en el corazón es mi motivación a seguir logrando y cumpliendo muchas metas.*

*A mi pareja Nallely quien me brindo toda la paciencia y comprensión y apoyo emocional.*

**Henry**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium spp.* EN TRES DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI”

**Autores:**

Martínez Meza Alex Javier  
Vega Tomalo Henry Javier

### RESUMEN

El presente proyecto se ejecutó en el sector El Moral, de la parroquia El Triunfo, del cantón La Maná, con el objetivo de evaluar dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* (*Bradyrhizobium elkani* y *Bradyrhizobium japonicum*), en el cultivo de soya (*Glycine max*), para determinar la bacteria y dosis que presente mejor respuesta simbiótica dentro del cultivo y su ciclo productivo. Las variables en estudio fueron: días y porcentaje de emergencia de plantas, altura de planta, días a la floración, número de flores, distancia de inserción de la primera vaina, número de vainas, número de nódulos, peso fresco de la planta y peso seco de planta, peso fresco de la raíz y peso seco de la raíz, peso de 100 semillas y peso de semillas por tratamiento. Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar, en un arreglo factorial de  $2 \times 3 + 2$  (dos inoculantes, tres dosis, un testigo convencional y un testigo), con cuatro repeticiones, de las cuales se seleccionaron cuatro unidades experimentales. Los resultados obtenidos demuestran que la mejor respuesta en la altura de planta se registró con T2 a los 15 y 30 días con 18.61 y 37.37 cm, en los 45 y 60 días se obtuvo mayores promedios de altura con T5, 105.47 y 143.65 cm; el mejor periodo de días a la floración presentó T5, con 39.06 días a partir de la siembra; para el número de flores los resultados significativos se dieron con T4, con 35.80 flores; En la variable distancia de inserción hasta la primera vaina la menor distancia se obtuvo con T5, con 18.70 cm; el conteo de nódulos con resultados superiores se presentó con T5 alcanzando 28.44 nódulos por planta, el peso del follaje, tanto en estado fresco como en seco se registró con T5, con 88.70 y 20.37 g. Del mismo modo para los pesos de raíz en estado fresco y seco los resultados más sobresalientes se presentaron en T5 con 10.20 y 3.08 respectivamente. Los datos de producción muestran el peso de 100 semillas con resultados representativos para T5 con 15.89 g., mientras en el peso total por tratamiento ubican a T5 con resultados de 1.52 kg. El análisis económico muestra que T5 obtuvo mayores ingresos con 3648.00 USD, alcanzando un beneficio neto de 2276.00 USD, lo que representa una relación beneficio costo de 1.66 USD por cada unidad monetaria invertida.

**Palabras clave:** soya, inoculantes, *Bradyrhizobium*

## ABSTRACT

This project was carried out in the El Moral sector, in El Triunfo parish located in La Maná canton, with the objective of evaluating two strains of Bradyrhizobium spp. (*Bradyrhizobium elkani* and *Bradyrhizobium japonicum*), in the soybean crop (*Glycine max*), to determine the bacteria and dose that present the best symbiotic response within the crop and its productive cycle. The variables under study were: days and percentage of plant emergence, plant height, days to flowering, number of flowers, insertion distance of the first pod, number of pods, number of nodules, fresh weight of the plant and dry weight of the plant, fresh weight of the root and dry weight of the root, weight of 100 seeds and weight of seeds per treatment. A Randomized Block Design was used, in a 2x3+2 factorial arrangement (two inoculants, three doses, one conventional control and one control), with four repetitions and four experimental units. The results obtained show that the best response in plant height was recorded with T2 at 15 and 30 days with 18.61 and 37.37 cm, at 45 and 60 days higher height averages were obtained with T5, 105.47 and 143.65 cm; the best period of days to flowering was T5, with 39.06 days from sowing; for the number of flowers the significant results were given with T4, with 35.80 flowers; In the variable insertion distance to the first pod, the shortest distance was obtained with T5, with 18.70 cm; the count of nodules with superior results was presented with T5, reaching 28.44 nodules per plant, the weight of the foliage, both in the fresh and dry state, was registered with T5, with 88.70 and 20.37 g. In the same way, for the root weights in the fresh and dry state, the most outstanding results were presented in T5 with 10.20 and 3.08 respectively. The production data show the weight of 100 seeds with representative results for T5 with 15.89 g., while in the total weight per treatment they locate T5 with results of 1.52 kg. The economic analysis shows that T5 obtained higher income with 3648.00 USD, reaching a net benefit of 2276.00 USD, which represents a benefit-cost ratio of 1.66 USD for each monetary unit invested.

**Keywords:** soybean, inoculants, *Bradyrhizobium*

## ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	7
8.1. Generalidades del cultivo de soya .....	7
8.2. Importancia económica .....	8
8.3. Zonas de producción.....	9
8.4. Descripción botánica .....	9
8.5. Ciclo productivo .....	11
8.6. Fertilización en el cultivo de soya .....	11
8.7. Fertilizantes sintéticos .....	12
8.8. Fertilización orgánica .....	13
8.9. Fertilización biológica .....	14
8.9.1. <i>Bradyrhizobium japonicum</i> .....	16
8.9.2. <i>Bradyrhizobium elkani</i> .....	17
8.10. Investigaciones realizadas .....	18
9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS.....	21
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	22

10.1. Ubicación y duración del ensayo.....	22
10.2. Condiciones agrometeorológicas.....	22
10.3. Tipo de investigación .....	22
10.4. Materiales y equipos.....	23
10.5. Diseño experimental .....	25
10.6. Factores en estudio .....	25
10.7. Tratamientos .....	26
10.8. Análisis de varianza.....	26
10.9. Manejo del ensayo .....	26
10.10. Variables evaluadas .....	29
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	33
11.1. Días a la emergencia de plantas.....	33
11.2. Porcentaje de emergencia de plantas .....	35
11.3. Altura de planta .....	38
11.4. Días a la floración.....	42
11.5. Número de flores .....	44
11.6. Distancia de inserción hasta la primera vaina .....	47
11.7. Número de vainas .....	49
11.8. Número de nódulos.....	51
11.9. Peso fresco del follaje.....	53
11.10. Peso seco del follaje .....	55
11.11. Peso fresco de la raíz .....	56
11.12. Peso seco de la raíz.....	58
11.13. Peso de 100 semillas.....	59
11.14. Peso de semillas por tratamiento .....	61
11.15. Análisis económico .....	62
12. IMPACTOS .....	63
13. PRESUPUESTO.....	65
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	66
15. BIBLIOGRAFÍA .....	67
16. ANEXOS .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema en relación a los objetivos .....	6
Tabla 2. Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo .....	22
Tabla 3. Descripción de la variedad de soya Panorama 29 .....	23
Tabla 4. Caracterización de <i>Bradyrhizobium elkani</i> .....	24
Tabla 5. Características biológicas de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> .....	24
Tabla 6. Otros materiales y equipos .....	25
Tabla 7. Factores en estudio .....	25
Tabla 8. Tratamientos en estudio.....	26
Tabla 9. Esquema de análisis de varianza .....	26
Tabla 10. Días a la emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.....	33
Tabla 11. Efecto simple para los días a la emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	34
Tabla 12. Porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	36
Tabla 13. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	37
Tabla 14. Altura de planta en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	38
Tabla 15. Efecto simple de altura de planta en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.....	39
Tabla 16. Días a la floración en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	42

Tabla 17. Efecto simple de días a la floración en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.....	43
Tabla 18. Número de flores en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	45
Tabla 19. Efecto simple de número de flores en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.....	45
Tabla 20. Distancia de inserción de la primera vaina en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	47
Tabla 21. Efecto simple de distancia de inserción de la primera vaina en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	48
Tabla 22. Número de vainas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	50
Tabla 23. Número de nódulos en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	51
Tabla 24. Peso fresco del follaje en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	53
Tabla 25. Peso seco del follaje en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	55
Tabla 26. Peso fresco de raíz en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	56

Tabla 27. Peso seco de raíz en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	58
Tabla 28. Peso de 100 semillas en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	59
Tabla 29. Peso de semillas por tratamiento en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.....	61
Tabla 30. Análisis económico en la evaluación de dos cepas de <i>Bradyrhizobium spp.</i> en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi. ....	63
Tabla 31. Presupuesto de la investigación.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interacción en días a la germinación .....	35
Figura 2. Interacción del porcentaje de emergencia de plantas. ....	37
Figura 3. Interacción de la altura de planta en las edades evaluadas.....	40
Figura 4. Interacción de los días a la floración.....	44
Figura 5. Interacción del número de flores.....	46
Figura 6. Interacción de la distancia de inserción hasta la primera vaina. ....	49
Figura 7. Interacción del número de vainas.....	51
Figura 8. Interacción del número de nódulos. ....	52
Figura 9. Interacción del peso fresco del follaje.....	54
Figura 10. Interacción del peso seco del follaje. ....	56
Figura 11. Interacción del peso fresco de la raíz .....	57
Figura 12. Interacción del peso seco de la raíz.....	59
Figura 13. Interacción del peso de 100 semillas.....	60
Figura 14. Interacción del peso de semillas por tratamiento .....	62

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derechos de autor .....	75
Anexo 2. Reporte de Urkund.....	78
Anexo 3. Certificado del idioma ingles .....	79
Anexo 4. Hoja de vida del docente tutor .....	80
Anexo 5. Evidencias fotográficas .....	83
Anexo 6. Diseño de parcelas experimentales .....	86
Anexo 7. Análisis de suelo .....	87

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “Evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”

**Tipo de investigación:** La investigación fue de carácter experimental.

**Fecha de inicio:** Abril del 2022

**Fecha de finalización:** Febrero 2023

**Lugar de ejecución:** Sector El Moral, parroquia El Triunfo, cantón La Maná

**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:** Martínez Meza Alex Javier

Vega Tomalo Henry Javier

Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabian, MSc.

**Área de Conocimiento:** Agricultura

**Línea de investigación:** Desarrollo y seguridad alimentaria

**Sub líneas de investigación de la** Tecnología para la agricultura

**Carrera:**

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Ecuador es un país caracterizado por su amplia diversidad edafoclimáticas, lo que posibilita en gran medida una diversidad en las producciones agrícolas. La agricultura, por tanto, es un renglón fundamental en la economía y en el sustento de muchas familias. Dentro del sector agrícola, la producción de leguminosas por sus bajos costos y fácil manejo forman parte de la dieta alimenticia de muchos países, incluido Ecuador; además de contribuir con su alto valor nutritivo como fuente valiosa de proteínas, al compararlas estas con las de origen animal, la soya aporta en alrededor de un 22% de proteínas (Espinoza, 2020).

Ventimiglia, (2017) enfatiza que la fertilización es un punto esencial para lograr una buena fertilización en todos los cultivos, el cultivo de soya no es una excepción, a pesar de que esta leguminosa aporta nitrógeno al suelo, los elementos extraídos para su producción deben ser compensados mediante la incorporación de insumos químicos. En este sentido, Soto, (2022) manifiesta que en la producción de soya se busca métodos de fertilización que sean amigables con el suelo, donde la fertilización biológica mediante la inoculación de bacterias se ha venido utilizando con éxitos en la producción de este cultivo.

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.*, como inoculante de semillas en el cultivo de soya (*Glycine max*), para determinar qué bacteria y en qué dosis se encuentra una mejor respuesta simbiótica dentro del cultivo y a la vez contribuir al agro con una nueva metodología para ejecutar prácticas agronómicas amigables con el ambiente. La investigación se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, en el cantón La Maná, sector El Moral, donde se determinó el análisis de las variables como: días y porcentaje de emergencia de plantas, altura de planta, días a la floración, número de flores, altura a la inserción de la primera vaina, número de vainas, número de nódulos, peso fresco y seco de planta, peso fresco y seco de la raíz, peso de 100 semillas y peso de semillas por tratamiento. Se aplicó un Diseño de Bloques al Azar, en un arreglo factorial de  $2 \times 3 + 2$  (dos inoculantes, tres dosis, un testigo convencional y un testigo), en cuatro repeticiones, de las cuales se seleccionaron cuatro unidades experimentales en cada una de las tomas de muestras. Para el análisis estadístico se empleó el software propietario de la Universidad de Córdova: Infostat en su versión estudiantil, para medir las diferencias entre medias de los tratamientos se utilizó el método de Tukey al 5% de probabilidad.

### 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Según Casas, *et al.*, (2019) los suelos de Latinoamérica son ácidos y deficientes en nitrógeno; por esta razón es necesario explorar nuevas alternativas con el fin de modular el desarrollo de plantas, especialmente las leguminosas. El uso del potencial de las bacterias para la inoculación de semillas se ha estudiado como una opción con potencial impacto. Por su parte Hernández, *et al.*, (2015) sostienen que el contenido de nutrientes en muchos suelos es abundante, pero de poco les sirve a las plantas, ya que son incapaces de fijarlo y aprovecharlo, sin embargo, existen microorganismos que sí son capaces de sintetizar los elementos minerales presentes en el suelo y transformarlo en compuestos fácilmente asimilables por parte de la planta.

Villar, *et al.*, (2018) afirman que el método biológico de inoculación de semillas con microorganismos promotores de crecimiento está cobrando un mayor impulso por parte de quienes se dedican a este cultivo, no obstante en muchos casos y debido al desconocimiento de parte de quienes se dedican a la producción de este cultivo sobre las ventajas de estos microorganismos impide que sea utilizada de manera masiva. Perticari & Díaz, (2016) enfatizan en que las dosificaciones de estos inoculantes es un factor a tomar en cuenta, esto debido a que no existe una dosis que garantice una correcta inoculación de las semillas.

De acuerdo a Ferraris & Couretot, (2019) en el cultivo de soya, la inoculación de semillas tiene como propósito la producción de las cosechas con niveles de producción satisfactorios; sin embargo, en los métodos de inoculación tradicional no considera las graves consecuencias que provocan al medio ambiente con el uso irracional de productos sintéticos, tal es el caso prácticas de monocultivos que usan inoculantes, y pesticidas químicos. Veronesi, (2014) afirma que en la preparación de semillas que tiene importancia en la producción de soya, en la mayoría de casos el agricultor incorpora insecticidas y pesticidas para evitar daños por patógenos en el momento de la siembra, que en gran manera afectan la población microbiana del suelo.

En la zona de La Maná, la producción de soya no se encuentra muy difundida por el desconocimiento de la rentabilidad del cultivo, sumado a la alta inversión para su producción, especialmente en lo que se refiere a la fertilización son una de las principales desventajas en este cultivo, con la aplicación de los inoculantes bacterianos se pretende complementar la fertilización en el cultivo.

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

##### **Beneficiarios directos:**

Los beneficiarios directos son los agricultores productores de soya, además de los 400 estudiantes del área de agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de igual manera los docentes responsables del proyecto de investigación.

##### **Beneficiarios indirectos:**

Como beneficiarios indirectos están los estudiantes investigadores, así como los moradores del sector El Moral, quienes podrán evidenciar el efecto de los microorganismos en la producción de soya.

#### **5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

Entre los problemas de los sistemas de agricultura convencional, Echeverri, (2018) menciona que están basados en el tratamiento de semillas de manera química, en casi todos los casos las semillas adquiridas comercialmente vienen impregnadas de productos químicos que son nocivos para la población microbiana de suelo. En todo caso Torres & Sarcos, (2017) mencionan sobre la aplicación de abonos en general, en muchos casos el agricultor aplica indiscriminadamente los fertilizantes, sin tomar en cuenta la actividad microbiana del suelo, ni los requerimientos que tiene el cultivo, deteriorando la capa arable del suelo por bloqueo o desequilibrios de nutrientes.

Duran *et al.*, (2021) sostienen que en el Ecuador, los fertilizantes químicos son una fuente de contaminación del suelo y las aguas subterráneas si no se utilizan de forma balanceada; es por ello que desde hace algunas décadas se trabaja con la intención de buscar alternativas más ecológicas de fertilización en las plantas, con el objetivo de preservar el ambiente. Para Sánchez, (2021) entre las alternativas en cuanto a la inoculación de semillas y la fertilización de la soya, las bacterias del género *Rhizobium* cumplen con las condiciones de promotoras de crecimiento y para incrementar la producción del cultivo, debido a la función de incrementar la nodulación radicular, mejorando considerablemente la asimilación de nutrientes por parte de la planta y la relación simbiótica entre el suelo y las plantas.

Las leguminosas como la soya además de representar una considerable fuente de ingresos económicos a quienes se dedican a su producción, son populares por la simbiosis que general con bacterias nitrificantes y el suelo, la relación que existe entre la planta y el suelo favorece al desarrollo y productividad del cultivo, por lo que el beneficio no solo se ve reflejado en la rentabilidad de la soya, sino también en el mejoramiento de la calidad del suelo donde se desarrolle el cultivo Duran, *et al.*, (2022).

Es por ello que en el cantón La Mana, la agricultura convencional depende de la aplicación de fertilizantes minerales solubles, con el fin de lograr mayor rendimiento en los cultivos. La aplicación excesiva causa severos daños al medioambiente, como contaminación del aire, degradación del suelo, bloqueo o deficiencia de nutrientes en el suelo, desequilibrios biológicos y reducción de la biodiversidad.

En el sector El moral existen productores de soya, en muchas plantaciones se puede observar que el manejo se lo lleva de manera tradicional, utilizando productos químicos perjudiciales al medio ambiente. Por ello se plantea la inoculación y aplicación de dos inoculantes bacterianos para conocer los benéficos en producción y rentabilidad del cultivo de soya.

## 6. OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Evaluar dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

### Objetivos específicos

- Analizar el efecto de la aplicación de dos inoculantes bacterianos de (*Bradyrhizobium spp.*) y tres dosis sobre el comportamiento agronómico del cultivo de soya (*Glycine max. L.*).
- Determinar el inoculante y la dosis apropiada que muestre mejores índices de producción en el cultivo de soya (*Glycine max. L.*).
- Realizar un análisis de costos de los diferentes tratamientos utilizados.

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

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

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Verificación</b>
Analizar el efecto de la aplicación de dos inoculantes bacterianos ( <i>Bradyrhizobium spp.</i> ) y tres dosis sobre el comportamiento agronómico del cultivo de soya ( <i>Glycine max. L.</i> ).	Registro de datos experimentales.  Inoculación de semillas.  Aplicación de inoculantes  Registro de datos en laboratorio.	*Altura de planta.  *Peso fresco y seco de la raíz.  *Peso fresco y seco del follaje.  *Número de nódulos.	Datos de desarrollo vegetativo de plantas evaluadas.  Análisis estadístico de las variables evaluadas  Datos de laboratorio
Determinar el inoculante y la dosis apropiada que muestre mejores índices de producción en el cultivo de soya ( <i>Glycine max. L.</i> ).	Registro de datos de producción.	* Vainas por planta.  *Número de semillas por vaina.  *Peso de 100 semillas.  *Peso por tratamiento	Datos experimentales de campo.  Análisis estadístico
Realizar un análisis de costos de los diferentes tratamientos utilizados.	Cálculo de costos de producción.	Análisis económico  Relación beneficio-costo	Análisis de costos por tratamiento.  Análisis económico

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

### **8.1. Generalidades del cultivo de soya**

Según Rojas, (2015), en los últimos años, la soya ha alcanzado pequeños incrementos de sus porcentajes en la contribución en la producción mundial de aceites vegetales, esto se ha mantenido en una franja del 25 al 30 % de contribución de la soya. A nivel del Ecuador la soya se constituye como principal materia prima para la elaboración de productos alimenticios, como aceite y reemplaza en la gran mayoría los alimentos de origen animal, lo que representa un beneficio para las personas que llevan un estilo de vida vegetariano, además, representa el principal componente en la alimentación avícola y otros alimentos pecuarios, representando una buena rentabilidad a las personas que se dedican a la producción de este cultivo.

Fher & Caviness, (2013) mencionan que la soya es un cultivo con efectos beneficiosos para los suelos, es una oleaginosa de alto valor nutritivo. La demanda más importante de soya proviene de la avicultura debido a que la torta de soya representa alrededor del 15 al 20 % de la composición de los alimentos preparados en la industria pecuaria, siendo superada únicamente por las ventas de maíz en grano. En inicios de la década de los 90's representaba un considerable aporte a la economía del país, los agricultores dedicados a este cultivo pueden tener doble beneficio, de producción del cultivo y mejoramiento del suelo, contrariamente en la actualidad esas participaciones son muy bajas debido a la drástica reducción observada en el área de la producción de soya.

Mientras que Guamán, *et al.* (2020), sostienen que la soya (*Glycine max*) es una planta originaria de China y constituye la base de alimentación de grandes poblaciones desde hace más de 5 mil años. A mediados del siglo XVII se empieza a evidenciar las primeras plantas de soya en el territorio que actualmente comprende la India, Sri Lanka y Malasia. Para 1740 se puede evidenciar los primeros ejemplares de soya en el continente europeo, específicamente en Paris, es por 1804 que la soya arriba al continente americano, entrando por el norte de EE UU. A finales del siglo XIX se implanta en Sudamérica, las primeras muestras del cultivo de soya, llegando a extenderse a lo largo de toda Latinoamérica, gracias a su diversidad de pisos climáticos. En la actualidad es la oleaginosa de mayor importancia a nivel mundial debido a su alto valor económico y nutricional, que radica en la calidad de su aceite y pasta proteica que son industrializados con alto valor agregado y consumidos en todo el mundo.

## 8.2. Importancia económica

Los datos estadísticos emitidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en el 2020 revelan que el costo de la producción tradicional de la producción de soya alcanza los 438 dólares por hectarea. Según las estimaciones la superficie cosechada de este cultivo en Ecuador alcanzó 31 000 ha, lo cual devino en la producción de 61 000 t, y dio como resultado un rendimiento promedio a nivel nacional de 1,97 t/ha. La mayor parte de estas corresponden a pequeños productores con casi el 60 % del total, los medianos representan el 30 % y los grandes el 10 % restante. A pesar de esto, se puede afirmar que el cultivo de este grano está concentrado, ya que los grandes productores concentran alrededor del 55 % de la superficie sembrada a nivel nacional.

Como lo explica Basantes, (2015) en Ecuador, inicialmente la siembra de esta oleaginosa se dio con variedades introducidas de países como Colombia y Estados Unidos, convirtiéndose en la oleaginosa de ciclo corto más importante que se cultiva en el Litoral ecuatoriano, con cerca de 40,000 hectáreas que son cultivadas anualmente, de las cuales cerca del 10 % se cultiva durante la época lluviosa y el resto durante la época seca. En cuanto al rendimiento nacional esta varía dependiendo del manejo y fertilización llegando a producirse entre 60 a 80 toneladas, sin embargo este volumen no abastece para cubrir las demandas en cuanto a la alimentación de la industria pecuaria se refiere.

Investigaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, en el año 2019 determina que el cultivo de soya (*Glycine max* L.), se inició en el Ecuador a mediados del año 1973 con 1227 hectáreas distribuidas en todo el litoral ecuatoriano en la actualidad se estima que se producen alrededor de 65 000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1 830 kg/ha, valor que se considera bajo si se tiene en cuenta el alto potencial de rendimiento (más de 4 300 kg/ha) que poseen las variedades del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Actualmente es la oleaginosa de mayor importancia gracias a la calidad y al alto contenido de proteína que posee.

La superficie sembrada de soya en el Ecuador, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2000) es de 54 350 hectáreas, siendo la provincia de Los Ríos la que ocupa el 96 % de la producción nacional. En la siembra tradicional se maneja de manera

manual, mientras en cultivos extensivos se emplea maquinaria agrícola especializadas, en cuanto a las variedades, en la región costanera se vienen empleando las variedades INIAP-307, INIAP-308, JÚPITER y actualmente el híbrido mejorado Panorama se está volviendo muy empleado, gracias a su alta productividad y le resistencia a condiciones climatológicas adversas. A pesar de aquello, no se recupera la inversión que hace el agricultor, se recomienda tener más poblaciones de plantas porque a mayor población de plantas incorpora al suelo mayor cantidad de nitrógeno, del mismo modo al momento de hablar de producción es necesario tomar en cuenta el manejo que el agricultor realice.

### **8.3. Zonas de producción**

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, en el año 2019 la mayor producción se encuentra en la provincia de Los Ríos, que produce el 95 % de la cosecha nacional. Las zonas de Montalvo, Babahoyo, Ventanas y Quevedo producen las mayores cosechas de soya del país. Existen algunas zonas potenciales para la siembra de soya, las más importantes están situadas en las provincias de Esmeraldas (Zona de Timbre, San Mateo, Tachina y Montalvo), Manabí (Zona de Rocafuerte, Tosagua, Chone). En lo referente a provincias como El Oro (Pasaje y Machala), Guayas (El Empalme, Naranjal) y la provincia de Santa Elena. En estas provincias el cultivo se produce en los primeros meses del año y que coincida con la época lluviosa.

Por tal motivo, varias instituciones especializadas en estudios agrarios trabajan en la elaboración de nuevas variedades que puedan ganar mercado como el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través de su Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, buscando como alternativa al cultivo estacionario, y con miras a producir durante todo el año, híbridos de soya que sean resistentes a condiciones climatológicas adversas, con una buena producción y rendimiento por hectarea.

### **8.4. Descripción botánica**

Graterol & Gonzalez, (2014) describen a la soya es una planta de ciclo anual que tiene una altura de 20 centímetros a 2 m. Las hojas son trifoliadas con hasta 4 folíolos por hoja, finos

pelos de color gris y marrón cubren vainas, tallos y hojas de esta planta, y su fruto está constituido por una vaina en cuyo interior alberga a tres o cuatro semillas.

De acuerdo a Díaz, *et al.*, (2015), entre los requerimientos edafoclimáticos de la soya están: periodos de lluvias mínimo de 400 a 600 mm/ año, con promedios de 12 horas de luz por día, una temperatura de 22 a 30 °C, y un suelo de franco arenoso o franco arcilloso con un pH que oscile entre 5,5 a 7,0, pudiendo adaptarse a los pisos subtropicales con variedades mejoradas. Para Orduño, (2017) la cosecha de esta planta puede ser utilizada como vegetal o como oleaginosa. Entre sus propiedades están, fácil cocción, con buena textura y un alto contenido de proteínas y minerales esenciales para el desarrollo de las personas, el producto industrializado se consume como pastas, tofu, salsa de soya y harina, que puedan servir como suplementos alimenticios reemplazando el consumo de carnes, debido a su alto contenido de proteínas y minerales (Rojas, 2015).

En cuanto a la temperatura y el fotoperiodo, Barrios, *et al.* (2014), manifiestan que son los factores ambientales que regulan la duración de las fases de desarrollo del cultivo, actuando en forma simultánea en las plantas y con evidencia de interacción entre ellos. La disponibilidad de humedad en el suelo es uno de los principales factores que afectan la germinación. Los niveles excesivos de humedad del suelo no favorecen la germinación debido a la poca disponibilidad de oxígeno, con lo que sea crea un ambiente favorable para la aparición de enfermedades tanto en la semilla como en el sistema radicular, las aplicaciones de enmiendas orgánica pueden mejorar considerablemente las características vegetativas, mientras que una semilla inoculada al momento de la siembra incrementa la viabilidad de las plantas.

Mientras, Maqueira, *et al.*, (2016) menciona que la altura de planta, el número de nudos, el diámetro del tallo, el número de vainas, el número de semilla y su peso, son caracteres que están positivamente relacionados con la humedad presente en el suelo; en cambio la falta de humedad causa la máxima reducción de los rendimientos y ocurre durante las etapas de inicio y completa formación de semillas, así mismo, la deficiencia de humedad durante la floración y el inicio de formación de vainas originan el mayor aborto de flores y vainas mientras el tamaño de la semilla se reduce principalmente por deficiencias hídricas durante las etapas posteriores a la formación de las semillas

### **8.5. Ciclo productivo**

Díaz & Alvarado, (2018) afirman que para lograr una buena producción de soya, se debe obtener variedades, tomando en cuenta el tiempo de floración y tipos de soya que tengan buena aceptación en los mercados, sobre todo en los de exportación, donde la soya se está consolidando con un cultivo altamente rentable, especialmente en sectores donde se cumplan con las características agroecológicas para su buen crecimiento. Del mismo modo, Franco *et al.*, (2015) afirman que también en zonas de menor latitud, donde el llenado del grano coincide con elevadas temperaturas, se tiene mayor cantidad de aceite con mejor calidad ya que en su composición se encuentra un porcentaje mayor de ácido oleico y menor de linolénico, este último no deseado por la industria.

Coitiño & Barbazan, (2016) establecen que el crecimiento de la planta de soya es un proceso fisiológico que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. En las regiones tropicales el ciclo normal de la fenología de la soya es entre 100 a 120 días, con semillas mejoradas se puede acortar los ciclos de producción, con excelentes rendimientos por hectarea. El crecimiento de la planta de soya se divide en dos estadios, el estadio vegetativo, que comprende desde el momento de la germinación de la semilla, hasta la aparición de los primeros botones florales. Mientras que el estadio reproductivo se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha.

### **8.6. Fertilización en el cultivo de soya**

En la actualidad, el panorama mundial en la producción de alimentos plantea el reto de generar propuestas tecnológicas que impliquen la promoción de modelos agropecuarios sostenibles, con una reducción considerable de los insumos externos, con el objetivo de disminuir los costos e incrementar los beneficios económicos por unidad de producto, sin deteriorar el medio ambiente (Catuto, 2013).

Los fertilizantes son definidos como cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por los organismos vegetales, que permite mantener o incrementar las características del suelo, de igual manera mejoran las propiedades físicas y

nutricionales, de esta manera se estimula el desarrollo vegetativo de la planta para obtener una mayor producción en los cultivos. La agricultura y la ganadería tienen la difícil tarea de alimentar a una población mundial en continuo crecimiento. Bajo el sistema productivo agrícola actual, los fertilizantes nitrogenados inorgánicos son esenciales para mantener e incrementar los altos rendimientos de los cultivos (Lodeiro, 2015).

La agricultura moderna o convencional, que nosotros conocemos, basada en la aplicación de agroquímicos y el uso de cultivares e híbridos de alto potencial de rendimiento, ha aparecido hace muy pocos años en relación con la historia de nuestro planeta. En este corto período en el que hemos aplicado nuestros conocimientos científicos y toda nuestra “sabiduría” a la agricultura. Uno de los desafíos del concepto de desarrollo sustentable, es la gestión y conservación de los recursos y sistemas naturales renovables, entre ellos el suelo y el agua. Es en ese sentido que la utilización de fertilizantes es importante, por cuanto puede alterar los ecosistemas edáficos (Arevalo, 2014).

Para Espinoza, (2020) la fertilización en la soya es fundamental: si aplicamos la cantidad adecuada en el momento oportuno, los cultivos crecerán y ayudarán a alimentar a la creciente población mundial. Según García, (2020) tanto el N como el P son una fuente de contaminación difusa. El N en exceso también puede perderse en la atmósfera a través de las emisiones de gases de efecto invernadero y el exceso de P contribuye a la eutrofización de las fuentes de agua circundantes. El excesivo uso de los fertilizantes químicos puede causar daños al suelo, volviéndolos salinos, de textura seca, lo que impide que un cultivo se desarrolle con normalidad en ese tipo de suelo; además de una saturación de elementos químicos en el suelo, los cuales pueden ser una fuente de contaminación ambiental y una amenaza para la salud humana.

### **8.7. Fertilizantes sintéticos**

La generación de una mayor rentabilidad en la producción de cultivos se basa en el aumento de los rendimientos que permiten incrementar los márgenes de ganancia y reducir los costos por tonelada de grano producida. Si bien las técnicas de manejo han mejorado en los últimos años (variedades, fechas de siembra, control de malezas, cosecha, etc.), el uso de fertilizantes en este cultivo ha sido muy escaso, limitándose a aplicaciones de fertilizantes químicos que causan

contaminación y dependencia del cultivo, por lo que la dosis de aplicación se incrementa cada vez más (Coitiño & Barbazan, 2016).

Por otra parte, Allende *et al.*, (2021) mencionan que la expansión de la soja y la reducida aplicación de fertilizantes en el cultivo han generado balances negativos para los nutrientes del suelo. Un ejemplo evidente lo constituye las zonas donde se realizan monocultivos extensivos, sobre todo de ciclo corto, donde las altas aplicaciones de productos químicos saturan el suelo, llenándolos de urea, superfosfato triple, cloruro de potasio y sulfato de amonio, respectivamente, por lo que la fertilización se debe realizar en cada ciclo de siembra. Según Peña *et al.*, (2017) en términos económicos, la fertilización a base de productos químicos que contienen N, P, K significan una alta inversión para los productores, al mismo tiempo la degradación resultante a partir de la descapitalización de nutrientes en los suelos afecta la productividad de la soja y de otros cultivos en el corto plazo en zonas con historia agrícola más prolongada, mientras que estos efectos se observarán a mediano plazo en áreas de menor superficie del cultivo. Por ello autores como Sanjuan & Moreno , (2017) afirman que en regiones productoras de soya, en cuanto a la fertilización tradicional se recomienda fertilizar con la fórmula 00-46-18.

### **8.8. Fertilización orgánica**

Los insumos naturales como abonos orgánicos, compostas, biosólidos, hongos micorrícicos arbusculares (HMA) y rizobacterias son una alternativa de fertilización biológica. Adicionalmente, su uso permite incrementar la productividad por área cultivada en corto tiempo, consumir menor cantidad de energía, mitigar la contaminación del suelo y el agua, incrementar la fertilidad del suelo y favorecer el control biológico de fitopatógenos (Napa, 2016).

Cabascango, (2016) sostiene que el estiércol es una fuente de macronutrientes (N, P y K) y micronutrientes (S, Ca y Mg) que requieren las plantas. El estiércol influye en la infiltración del suelo, capacidad de retención de agua, compactación y erosión. Hay diferencias entre los tipos de estiércol. Sin embargo para Basantes, (2015) la gallinaza y el estiércol de cerdo tienen mejores características que el vacuno y equino, porque se mineralizan en menor tiempo, después de su incorporación al suelo. Si bien es cierto que la fertilización orgánica no contamina

el suelo, en muchos casos los resultados esperados no muestran mayores significancias, dependiendo del abono su accionar en muchos casos suele ser más lenta en comparación con otros fertilizantes.

### **8.9. Fertilización biológica**

La fertilización biológica se basa en la utilización de insumos naturales (abonos, restos de descomposición de materia orgánica, excesos de cosechas, aguas residuales domésticas, estiércol animal y microorganismos como hongos, bacterias) para mejorar la fijación de nutrientes en la rizosfera, producir estimulantes de crecimiento para las plantas, mejorar la estabilidad del suelo, facilitar el control biológico, biodegradar sustancias, reciclar nutrientes, favorecer la simbiosis de micorrizas, desarrollar procesos de biorremediación en suelos contaminados con sustancias tóxicas, o aplicaciones indiscriminadas de pesticidas, recalcitrantes Nápoles, *et al.*, (2014).

Arellano *et al.*, (2018) mencionan que entre los microorganismos benéficos para las plantas pueden distinguirse dos grupos en función del tipo de mecanismo implicado. El primer grupo son los denominados agentes de control biológico, que favorecen la salud y el crecimiento vegetal por mecanismos llamados indirectos, ejerciendo acciones de antagonismo frente a patógenos y parásitos de las plantas. Dentro del segundo grupo están los agentes biológicos que promueven la nutrición y desarrollo de la planta, proveyendo de nutrientes esenciales para incrementar la producción, como los macroelementos en el caso del nitrógeno, el fósforo o el agua, elementos imprescindibles para el crecimiento vegetal. Del mismo modo Sanjuan & Moreno , (2017) manifiestan que otros microorganismos producen algunos metabolitos como fitohormonas que contribuyen a su crecimiento y desarrollo de la planta, incrementando su producción y rendimiento.

Sandrakirana & Arifin, (2021), afirman que las bacterias promotoras del crecimiento de plantas, en las dos últimas décadas, han sido objeto de estudio con un alto grado de interés. En años recientes se ha despertado cierta controversia con este grupo, ya que no se sabe hasta qué punto se puede considerar a una rizobacterias como una bacteria promotora de crecimiento. Es así, que Noda, (2019), ha establecido cuatro características generales que definen este grupo: que no requieran de la invasión interna de tejidos en plantas, como ocurre en hongos micorrícicos

con la formación de nódulos o arbusculos en el caso de *Rhizobium*; que tengan una elevada densidad poblacional en la rizosfera después de su inoculación, ya que una población que se asimila con el suelo incrementando el contenido de microorganismos eficientes y la flora microbiana presente en el suelo. Oropesa & Penton, (2016) además mencionan que deben presentar capacidad de colonización efectiva en la superficie de la raíz y como consecuencia puedan influir positivamente en el crecimiento de la planta y que no produzcan daño en el hombre ni a otros microorganismos.

Para Cárdenas *et al.*, (2004) en los ecosistemas naturales, las plantas que no establecen simbiosis con organismos diazotróficos dependen del N mineral existente en la rizosfera, proveniente de la mineralización de la materia orgánica, como única fuente de abastecimiento. En cualquier caso, la fuente original es el N<sub>2</sub> atmosférico, sometido a un proceso de fijación biológica o de reducción industrial. En todo caso Bautista, (2013) afirma que el beneficio no solamente es para el agricultor, sino para el suelo donde se cultiva esta leguminosa, mejorando la aireación del suelo, con lo cual se modifica su textura y estructura mejorando sus propiedades físicas y químicas, así como incrementando la microflora de la capa arable del suelo, reduciendo el uso de fertilizantes convencionales, para lograr una agricultura sana y amigable con el medio ambiente.

En tanto, Costales *et al.*, (2021) afirman que el uso de biofertilizantes tiene una gran aplicación en la producción de leguminosas ya que reducen la aplicación de fertilizantes químicos al suelo; incrementan el contenido de nitrógeno en el cultivo, su peso seco y mantienen el rendimiento de estas plantas, lo que en consecuencia al bajar su costo de producción y la contaminación de mantos acuíferos y suelos, es vital para una agricultura sustentable. Para García, (2020) la fertilización representa una alternativa a la fertilización nitrogenada ya que puede paliar muchos de los efectos negativos que dicha fertilización produce tanto a nivel medioambiental, como a nivel sanitario. En tanto, Torres & Sarcos, (2017) recalcan los beneficios de *Bradyrhizobium spp.*, por el motivo que ayuda en la síntesis de los carbohidratos a nivel celular. Estos carbohidratos incluyen lipopolisacáridos, polisacáridos capsulares, exopolisacáridos (EPS), polisacáridos de nódulos, oligosacáridos de lipo quitina y glucanos cíclicos, algunos de los cuales pueden proporcionar funciones importantes para la simbiosis. El tema de la fijación biológica de nitrógeno (FBN) está relegada a organismos procariontes que son capaces de

reducir el nitrógeno molecular a amoníaco tanto en vida libre como en simbiosis. La mayor parte del nitrógeno fijado en los ecosistemas terrestres se realiza mediante la asociación simbiótica de bacterias de los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Azrhizobium* y *Mesorhizobium* con plantas leguminosas (Fernández & De Maria, 2019).

Olivo, (2017) afirma que a pesar de la importancia de las leguminosas como la soya en la producción y en la economía del nitrógeno, en la cuantificación de la FBN se han utilizado diferentes metodologías; sin embargo, aún no se cuenta con un único método apropiado para la determinación de dicho proceso, debido a que no existe información precisa sobre cuál es la real capacidad de fijación de dicho elemento. Se ha demostrado que las dosificaciones de este microorganismo no tienen impacto alguno en la producción, esto debido a las altas concentraciones de bacterias en el producto Martín *et al.*, (2017).

#### **8.9.1. *Bradyrhizobium japonicum***

Según Soto, (2022) el género *Rhizobium* se caracteriza por ser bacterias móviles, Gram negativas y fácilmente cultivables. Actualmente muchas cepas de rizobios ocupan un lugar importante en la agricultura y son utilizadas como inoculantes, ya que mejoran en gran medida la FBN en condiciones adversas. El efecto de los *Rhizobium* se ve reflejado en el incremento de ramas, con tallos de mayor altura, dependiendo de la variedad de soya cultivada. A pesar que la soya presenta una alta producción de nódulos nitrificantes, es necesario estimular la relación suelo planta, para que esta pueda asimilar los nutrientes de una manera óptima. Noda, (2019) indica que esta cepa es considerada como mejorador de la germinación de las semillas, elaborado con protectores celulares, que permiten que las bacterias del género *Bradyrhizobium* resistan mejor a la adversidad, garantizando una mayor eficiencia de la fijación biológica del nitrógeno. La inoculación a la semilla de soya con la bacteria fijadora de nitrógeno *Bradyrhizobium* spp., es una práctica regular. Al inocular semilla de soya con *Bradyrhizobium* spp. Además, se encontró que hay factores que pueden influir en la efectividad del tratamiento como: la adhesión a la testa de la semilla, supervivencia, liberación y movimiento de los rizobios en la periferia de las raíces hasta los sitios de infección. Comercialmente la inoculación a la semilla se realiza con *Bradyrhizobium japonicum* y micorriza arbuscular. La respuesta sinérgica ha sido demostrada en soya (Lodeiro, 2015).

Lopez, (2018) menciona que la inoculación se debe hacer en un sitio fresco y en la sombra. Las semillas inoculadas se deben mantener en esa situación hasta la siembra. Para la aplicación vía semillas: mezclar las semillas con el producto en máquinas específicas para el tratamiento de semillas, tambores rotativos de eje excéntrico u hormigoneras. Cuando las inoculaciones son manuales se debe tomar en cuenta todas las medidas de bioseguridad se requiera, para llevar una inoculación de manera precisa. En cuanto a las dosis establecidas, Clua, *et al.*, (2015) recomiendan en inoculaciones que la primera vez que se aplica utilizar el primer año 6.00 – 10.00 ml/ kg semillas; para el segundo año: 4.50 – 6.00 ml/ kg semillas; después del tercer año: 3.00 – 4.50 ml/100 kg semillas. Cruz, (2021) sostiene que se puede mezclar en pre inoculación hasta un máximo de diez días antes de la siembra con los plaguicidas utilizados normalmente en el tratamiento de semillas, debido a la resistencia de esta bacteria a las condiciones previas de tratamiento y desinfección de semillas adquiridas de manera comercial.

### **8.9.2. *Bradyrhizobium elkani***

Es así que los inoculantes bacterianos del género *Rhizobium* en la agricultura se da con más frecuencia, en este sentido *Bradyrhizobium elkani* asegura y suministra nitrógeno a las plantas para un óptimo desarrollo, sobre todo en leguminosas cuya característica principal es la formación de nódulos de bacterias nitrificantes. Por esta razón y considerando que sus características relacionadas con la fijación de nitrógeno en vida libre se consideran a esta cepa como una promotora de crecimiento y producción para los cultivos, es más, se puede llegar a utilizar como fertilizante para mejorar las características físicas del suelo, mediante la relación simbiótica que mantienen entre el suelo y la planta Cuadrado, *et al.*, (2019)

El grupo de bacterias *Bradyrhizobium elkani* al que se conoce colectivamente inducen en las raíces (o en el tallo) de las leguminosas la formación de estructuras especializadas, los nódulos, dentro de los cuales el nitrógeno gaseoso se reduce a amonio. Se estima que este proceso contribuye entre el 60-80% de la fijación biológica de nitrógeno, o FBN, y esta simbiosis aporta una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos. Las especies definidas en este género, *B. elkani* pueden nodular a la soya (*Glycine max*). *Bradyrhizobium* tiene una amplia gama de plantas huéspedes, incluyendo muchas leguminosas tropicales y algunas de zonas templadas (Nápoles M. , 2016).

Catuto, (2013) describe a *Bradyrhizobium elkani* como una bacteria de tipo Gram negativa, en forma de fijadora de nitrógeno que forma una relación simbiótica con *Glycine max*. Se encuentra en los nódulos de la raíz de la planta de soja y eventualmente coloniza en los nódulos de raíz de la planta en sí. Dentro de estos nódulos radiculares, *Bradyrhizobium elkani* se localiza en simbiosis derivados de la membrana vegetal. En esta relación simbiótica, la planta proporciona un ambiente seguro y un suministro de alimentos constante, como el carbono, que se utiliza para el crecimiento y la energía. Además, Nápoles, *et al.*, (2016) recalca que la resistencia de este hongo a diversos medios de cultivo la convierten en una buena alternativa para la inoculación de semillas.

Las dosificaciones, según Corbera & Nápoles, (2013) establecen que se puede aplicar entre 1 a 3 litros de *B. elkani* sintetizada en medio de cultivo por 200 litros de agua. De igual manera, Valencia & Ligarreto, (2021), mencionan que se puede aplicar como complemento a la inoculación, en forma de fertilizante utilizando equipos específicos para este fin. Mezclar 3 dosis (30 ml) de *B. elkani* 1-5 L de agua sin tratamiento con cloro, en el tanque de dilución. Realizar la aplicación dirigida al área radicular de la planta.

#### **8.10. Investigaciones realizadas**

La presente investigación realizada por Cruz, (2012) tuvo como objetivo evaluar la aplicación de micorrizas con la inoculación de bacterias en el suelo para el cultivo de soja. Los objetivos de la investigación fueron: evaluar la simbiosis y el sinergismo de los bioestimulantes *Bradyrhizobium japonicum* y micorrizas arbusculares para incrementar el desarrollo vegetativo en el cultivo de soja. Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con 4 repeticiones correspondientes a: T1: inoculación de micorrizas; T2: suelo micorrizado; T3: micorrizas + *Bradyrhizobium japonicum*; T4: suelo micorrizado + *Bradyrhizobium japonicum*, en las cuales se evaluaron las siguientes variables: altura de planta (cm); altura de inserción del primer fruto (cm); nódulos por planta; vainas por planta; peso de planta, peso de raíz. Los resultados obtenidos muestran que en la altura de planta se registraron los valores más altos a los 15 días entre 10,50– 11,18 cm; 26,78 – 31,78 cm, a los 30 días; 39,75 – 45,25 cm a los 45 días; y al finalizar el periodo de crecimiento a los 90 días una altura de 1.27 m. Para la altura de inserción de la primera vaina los valores prominentes se dieron con T3 con 25.83 cm; los nódulos con mayor presencia en las raíces se obtuvieron con T3 con 36.62 nódulos; para el

número de vainas el resultado con mayor número se presentó con T3 obteniendo 43.76 vainas por plantas. Finalmente, el mayor peso de planta se obtuvo con T3, con valores de 88.26 y 12.37 gramos en estado fresco y seco, para el peso de raíz los valores más prominentes se obtuvieron con T1, en 10.03 y 2.68 kilogramos en estado fresco y seco respectivamente.

Catuto, (2013) planteo su investigación para determinar el accionar de la inoculación de bacteria nitrificantes en la simbiosis del suelo y la planta. Se utilizo un Diseño Experimental de Bloques al Azar, con 5 tratamientos y 6 repeticiones, los tratamientos correspondieron a la interacción de dos cepas de *Bradyrhizobium*, siendo establecidos de la siguiente manera: T1: *Bradyrhizobium japonicum*, T2: *Bradyrhizobium elkani*, T3: *Bradyrhizobium spp*, T4 testigo convencional y T5: Testigo. Se establecieron las siguientes variables: porcentaje de germinación, altura de planta, número de flores, peso de planta en estado fresco y seco, peso fresco y seco de la raíz, número de nódulos y número de vainas. Se obtuvieron los siguientes resultados: Mayor altura de planta con 14.28, 25.83 y 98.18 cm a los 30, 45 y 60 días posterior a la siembra; el mayor índice de número de flores se presentó en T3 con 28.23 flores en promedio; en cuanto al mayor porcentaje de germinación T4 mantuvo los mejores promedios con el 96.82% de germinación; para la variable número de vainas T2 se mantuvo con los mejores datos alcanzando las 27.26 vainas por planta, en cuanto al peso de planta T1 alcanzo los valores más altos con 67.23 y 11.94 gramos en estado fresco y seco.

La investigación científica de campo realizada por Carvajal, (2018) se realizó en la estación seca. El objetivo principal fue evaluar el efecto de aplicación de *Bradyrhizobium japonicum*, Biol y silicio en la producción de *Glycine max.* L (soya). El diseño establecido fue Bloques Completos al Azar (BCA) con ocho tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, total 32 parcelas. Para medir los efectos entre las medias de tratamiento se aplicó la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey, con el nivel de 0.05% de probabilidad. Se determinaron variables como: porcentaje de germinación en V2, crecimiento de la planta hasta R2, número de vainas por planta en R4 y R5, conteo de nódulos. En los resultados se concluye que la germinación con menor tiempo se dio con T2, 6.35 días dds, el crecimiento de planta presento mayores resultados con aplicaciones de *Bradyrhizobium japonicum* en el suelo con 15.82 cm, 38.83 cm y 125.73 cm a los 30, 60 y 90 días, la incorporación de *Bradyrhizobium japonicum* con biol, directamente al suelo obtuvo mayor número de vainas en etapa R4, con 47.23 vainas, mientras el mayor número

de nódulos se obtuvo con *Bradyrhizobium japonicum* en complemento del biol con 37.28 nódulos por planta en promedio.

Lodeiro, (2015), con el fin de aprovechar la fijación simbiótica de nitrógeno, planteo un ensayo utilizando el cultivo de soja con inoculaciones de cepas seleccionadas de *Bradyrhizobium japonicum*, *Bradyrhizobium diazoefficiens* y *Bradyrhizobium elkani*. Se plantearon variables en 2 estados fenológicos del cultivo. Primero en etapa de crecimiento y en segundo lugar en etapa de reproducción hasta llegar a R5. Las variables evaluadas corresponden a: índice de emergencia, altura de panta, número de ramas, etapa floral, vainas por planta y peso de raíz. A partir de los resultados se determinó que la inoculación con *B. japonicum* acelera el periodo de emergencia de plantas al presentar plantas emergidas a los 9 días posterior a la inoculación. Además, las aplicaciones de *B. elkani* incrementan la altura de planta con promedios de 67.51 cm al finalizar V4, mientras para distancia de inserción de las primeras vainas *B. elkani* acorto las distancias con 18.92 cm desde la base del suelo hasta la primera vaina. El ciclo reproductivo se acorto con inoculación de *Bradyrhizobium elkani*, emitiendo flores a los 48 días dds. Las muestras de raíz pesadas determinaron el mayor peso en fresco y seco con *Bradyrhizobium diazoefficiens* con 6.84 y 2.36 gramos respectivamente.

Chipana y Calle, (2017) en estudios referentes a la adaptabilidad del cultivo de soja con aplicaciones de M.E. se propusieron como objetivos de la investigación evaluar el comportamiento agronómico de ocho variedades de soja introducidas bajo tres densidades de siembra. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, altura de inserción de la primera vaina, número de vainas, días a la floración, y número de nódulos radiculares, bajo un diseño de parcelas divididas en bloques al azar. Los resultados muestran que se alcanzó mejor altura de planta con la aplicación de micorrizas en la variedad a3 con 98.62 cm hasta el ciclo reproductivo, el tratamiento con menor altura hasta la inserción de la primera hoja se determinó con la incorporación de *Rhizobium* en edades tempranas en 21.65 cm; para el número de vainas los valores más representativos alcanzo la variedad A5 en conjunto con aspersiones de *Rhizobium* en estado V3, con 38.61 vainas en promedio. En la variable días a la floración se mantuvo la variedad a5 con *Rhizobium* en V3 emitiendo flores a los 40.62 días. Finalizado el ciclo reproductivo se extrajeron las muestras vegetales donde se constató que las aplicaciones de *Rhizobium* en estado V4 obtuvieron mayor número de nódulos, con 36.15 nódulos.

Bautista, (2013) realizó una investigación en la época seca, evaluando la inoculación con *Bradyrhizobium japonicum* en semillas de soya variedad SSK, el inoculante utilizado fue el Nitragin que es un polvo seco que contiene *Bradyrhizobium*. Los tratamientos utilizados fueron micorrizas, micorrizas más inoculantes, suelo con inoculación de *Bradyrhizobium*, urea 46% y un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron: días a la germinación, porcentaje de germinación, número de nódulos por raíz, en la infectividad, no hubo diferencia estadística significativa. El tratamiento suelo con inoculación de *Bradyrhizobium*, resultó ser superior que los demás tratamientos obteniendo un periodo corto hasta la germinación (7.17 días), el mismo tratamiento presentó mayor efectividad al germinar (98.27%), mientras que la asociación de micorrizas más *Bradyrhizobium* obtuvieron mayor número de nódulos (45.82 nódulos/planta).

En investigaciones realizadas por Cedeño, (2016) se evaluaron los caracteres, altura de planta, días a floración, número de flores, número de vainas, peso fresco y seco de radícula y números total de nódulos. Los tratamientos ensayados estuvieron constituidos por tres variedades y cuatro cepas (rizobacterias) con los cuales se establecieron 12 tratamientos con 4 repeticiones. A partir del análisis de resultados se concluye: La inoculación de rizobacterias en la variedad 2 presentó mayor altura con 98.61 cm hasta la etapa reproductiva, en tanto a los días a la floración T4 alcanzó los promedios más elevados con 46.92 días hasta alcanzar la emisión de flores, la variable número de flores obtuvo diferencia significativa con la variedad 2 (Panorama 29) con inoculaciones de rizobacterias obteniendo 41.32 flores en promedio, T4 logró los resultados más elevados en el número de vainas con 39.27 vainas por planta, para el peso radicular T4 mantuvo los índices superiores con 8.17 y 2.85 gramos en estado fresco y seco respectivamente. El tratamiento T4 obtuvo mayor cantidad de nódulos, con 37.13 nódulos en total.

## **9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS**

**Ha:** Al menos una cepa de inoculante bacteriano en una determinada dosis influye sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de soya.

**Ho:** Ninguna cepa de inoculante bacteriano, aplicada en diferentes dosis influye sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de soya.

## 10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación se realizó en el sector San Jacinto de El Moral, perteneciente a la parroquia El Triunfo del cantón La Mana, ubicación geográfica WGS - 84 coordenada Este 692044.04 m y coordenada Norte 9894816.27 m. La investigación tuvo una duración de 60 días de trabajo experimental en campo y establecimiento de ensayo, durante el cual se analizaron las variables en estudio.

### 10.2. Condiciones agrometeorológicas

El sitio del ensayo presenta una temperatura oscilante entre 25 y 30 °C, con precipitaciones frecuentes en la época lluviosa y una humedad relativa tolerante, siendo un lugar idóneo para el cultivo de soya.

**Tabla 2.** Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Altitud (ms.n.m.)	143
Temperatura (°C)	25-30
Humedad Relativa (%)	65
Heliofanía (horas-luz/año)	11.9
Presión atmosférica (hPa)	1015
Precipitación (mm/año)	2853
Topografía	Regular
Textura	Franco limoso

**Fuente:** Estación agrometeorológica de la Hda. San Juan.

**Elaborado por:** Martínez y Vega (2023)

### 10.3. Tipo de investigación

La investigación de tipo experimental ya que analiza las variables en el estudio y el efecto de las bacterias, tanto al inocular la semilla como en aplicaciones posteriores en el cultivo, además permite establecer las variaciones durante todo el estado fenológico de la planta.

La investigación es descriptiva debido a que describe los cambios fisiológicos, tanto de desarrollo vegetativo como reproductivo en los estadios de la planta, permite también cuantificar estadísticamente los datos obtenidos en el campo. Por cada tratamiento y repetición para emitir los resultados de la investigación.

La investigación de campo se llevó a cabo en el sitio mismo del ensayo, durante este periodo se registraron los datos de cada una de las variables en estudio, para su posterior análisis e interpretación.

La investigación analítica se empleó en el procesamiento y análisis de datos estadísticos, utilizando los diversos paquetes de software informático, del mismo modo se analiza la acción de los inoculantes en el crecimiento de la planta de manera cuantitativa para determinar el inoculante y la dosis que mejores resultados obtenga al aplicarse en el cultivo de soya.

#### **10.4. Materiales y equipos**

##### **10.4.1. Material vegetativo**

En la investigación se empleó el genotipo de soya Panorama 29, adquirido comercialmente. En la tabla 3 se detalla las características del material vegetativo.

**Tabla 3.** Descripción de la variedad de soya Panorama 29

Tipo de crecimiento	Semi-indeterminado
Ciclo vegetativo	115-120 días
Días a la floración	50-60 días
Altura de carga	20-25 cm
Tolerancia a enfermedades	Alta en follaje
Número de vainas	38-24

**Fuente:** (AGRIPAC, 2022).

**Elaborado por:** Martínez y Vega (2023).

##### **10.4.2. *Bradyrhizobium elkani***

Las cepas de *Bradyrhizobium elkani* se adquirieron de manera comercial. Las características de *B. elkani* se detallan a continuación.

**Tabla 4.** Caracterización de *Bradyrhizobium elkanii*

Presentación	Inoculante concentrado bacteriano
Tipo de acción	Fijación de N en el suelo
Cepa	Extirpe Semia 5019
Concentración	5 x 10 <sup>9</sup> ufc/ml.
Densidad	1,1 g/cc
Supervivencia	36 hora/inoculación

Fuente: (BASF, 2022).

Elaborado por: Martínez y Vega (2023)

#### 10.4.3. *Bradyrhizobium japonicum*

De igual manera el inoculante *B. japonicum* se adquirió comercialmente. Las propiedades de este inoculante bacteriano se describen en la tabla 5.

**Tabla 5.** Características biológicas de *Bradyrhizobium japonicum*

Formulación	Inoculante líquido
Tipo	CEPA E 109.
Concentración	5 x 10 <sup>9</sup> UFC/ml
Densidad	1 x 10 <sup>8</sup> UFC/ml
Viabilidad	800 bacterias/nódulo
Presentación	M.E. en medio estéril
Sobrevivencia	24 horas/ inoculación

Fuente: (SYNGENTA, 2022).

Elaborado por: Martínez y Vega (2023)

#### 10.4.4. Otros materiales y equipos

El presente proyecto de investigación además se utilizaron los materiales y equipos que se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6.** Otros materiales y equipos

<b>Materiales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Machetes	Unidad	2
Bomba de aspersión	Unidad	1
Semilla	Kilogramos	25
Inoculante	Litro	2
Flexómetro	Unidad	2
Cinta métrica	Unidad	2
Calibrador	Unidad	1

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 10.5. Diseño experimental

Se aplicó un Diseño de Bloques al Azar, en un arreglo factorial de  $2 \times 3 + 2$  (dos inoculantes, tres dosis, un testigo convencional (urea 46%) y un testigo, en cuatro repeticiones, de las cuales se seleccionaron cuatro unidades planta en cada una de las tomas de muestras. Para el análisis estadístico el software Infostat, para medir las diferencias entre medias de los tratamientos se utilizó el método de Tukey al 5% de probabilidad y comparaciones ortogonales.

### 10.6. Factores en estudio

La investigación estuvo constituida por dos factores, siendo el factor A: inoculantes y el factor B: dosis.

**Tabla 7.** Factores en estudio

<b>Factor A (Inoculantes)</b>	<b>Factor B (Dosis)</b>
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	10 ml / kg de semilla (D1)
	20 ml / kg de semilla (D2)
	30 ml / kg de semilla (D3)
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	10 ml / kg de semilla (D1)
	20 ml / kg de semilla (D2)
	30 ml / kg de semilla (D3)

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

## 10.7. Tratamientos

A partir de la combinación entre los factores se obtuvieron los siguientes tratamientos:

**Tabla 8.** Tratamientos en estudio

<b>Trat.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rep.</b>	<b>U.E.</b>	<b>Total</b>
1	<i>Bradyrhizobium elkani</i> 10 ml.	4	4	16
2	<i>Bradyrhizobium elkani</i> 20 ml.	4	4	16
3	<i>Bradyrhizobium elkani</i> 30 ml.	4	4	16
4	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> 10 ml.	4	4	16
5	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> 20 ml.	4	4	16
6	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> 30 ml.	4	4	16
7	Testigo convencional Urea 46%	4	4	16
8	Testigo	4	4	16
<b>Total</b>				<b>128</b>

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

## 10.8. Análisis de varianza

**Tabla 9.** Esquema de análisis de varianza

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	
Repeticiones	(r-1)	3
Factor A (Inoculantes)	(a-1)	1
Factor B (Dosis de aplicación)	(b-1)	2
Interacción AxB	(a-1) (b-1)	2
Error experimental	(r-1) (ab-1)	15
<b>Total</b>	<b>(r.ab-1)</b>	<b>23</b>

Elaborado por: Martínez y Vega (2023)

## 10.9. Manejo del ensayo

### 10.9.1. Diseño de parcelas experimentales

El proyecto de investigación estuvo constituido por ocho tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 32 parcelas experimentales. Previamente se procedió a eliminar la maleza

presente en el sitio, de manera manual con herramientas como machetes y rastrillos. Se estableció el área del experimento con 225.00 m<sup>2</sup>, dentro de las cuales se realizaron las parcelas experimentales con dimensiones de 2.50 \*1.00, con espacios de 1.00 metros entre cada tratamiento y repetición en estudio.

### **10.9.2. Inoculación de semillas**

En base a la metodología para la inoculación de semillas de soya establecido por Clua, *et al.*, (2013), se establecieron tres dosis constituidas de la siguiente manera, dosis 1: 10 ml de inoculante, dosis 2: 20 ml de inoculante y dosis 3: 30 ml de inoculante bacteriano por cada kilogramo de semilla. Al tratarse de una semilla certificada y para garantizar su poder germinativo se inoculo la semilla directamente si ningún tratamiento previo a la inoculación, la semilla se adquirió únicamente con tratamiento de desinfección, sin ningún producto que pueda representar riesgos para la viabilidad de los *Bradyrhizobium spp.* En inoculaciones con semillas adquiridas comercialmente. Además de la inoculación y de acuerdo a Corbera & Nápoles, (2013) en estudios realizados con inoculantes bacterianos sugieren que para asegurar el efecto de las bacterias en el suelo e incrementar la simbiosis con la planta los inoculantes bacterianos se apliquen en edades de 15, 30, 45 y 60 días posterior a la siembra.

### **10.9.3. Siembra**

La siembra se efectuó en las primeras horas de la mañana, cuando el suelo presento una correcta capacidad de campo, se realizó de manera manual, se efectuó tradicionalmente como lo realizan los pequeños productores de soya, empleando una estaca para abrir un hoyo en el suelo, de aproximadamente 5 cm de profundidad, se colocaron 2 semillas por agujero cubriéndolas posteriormente con una pequeña capa de tierra. La distancia de siembra utilizada fue de 40 cm entre planta e hilera. Se sembraron 18 plantas por parcela experimental para mantener el efecto borde, manteniendo las 4 plantas centrales como unidades experimentales, para el registro de datos experimentales.

### **10.9.4. Aplicación de inoculantes**

Para incrementar la simbiosis entre los inoculantes y la relación planta-suelo, Nápoles, (2016) sugiere que además de inocular las semillas, realizar la aplicación de los dos inoculantes en las

dosis de 10, 20 y 30 ml por cada litro de agua, en periodos de 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra. Se utilizó una bomba manual de aspersión y se aplicó directamente al suelo, en la zona radicular de cada unidad experimental, en cada tratamiento correspondiente.

#### **10.9.5. Control de malezas**

El control de malezas fue permanente, evitando la proliferación de maleza que pueda afectar el desarrollo del cultivo. Se realizó manualmente dentro de las parcelas experimentales, en los espacios entre tratamiento y repetición se emplearon machetes y rastrillos. además se utilizó una guadaña para eliminar la maleza de los bordes en el contorno del sitio.

#### **10.9.6. Manejo fitosanitario**

Debido a la incorporación de microorganismos vivos como son las dos cepas de *Bradyrhizobium spp*, el manejo fitosanitario se basó en la prevención y manejo cultural de plagas y enfermedades, evitando aplicar productos químicos nocivos para los inoculantes bacterianos. La principal enfermedad se detectó en índices de infección muy bajos fue el síndrome de muerte repentina (*Fusarium tucumaniae*) en ciertas plantas ubicadas en el borde de las parcelas, para su control, Ivancovich, (2019), sugiere eliminar la planta y mantener la plantación con una humedad relativa controlada, ya que esta enfermedad en ocasiones se da por las condiciones desequilibradas de humedad relativa. La plaga que registró mayor incidencia fue la presencia de caracoles y babosas, la cual fue controlada mediante la recolección manual de los moluscos y sumergiéndolos en agua con sal.

#### **10.9.7. Registro de datos de campo**

Los datos de campo de desarrollo inicial de la planta como días y porcentaje de emergencia de plantas se registraron por tratamiento hasta los primeros 14 días de la planta, para las variables de desarrollo vegetativo, como altura de planta se recopilaron a los 15, 30, 45 y 60 días en cada una de las 4 unidades experimentales, en lo referente a los datos experimentales de la fase de pre producción se recopilaron hasta el cuajado de frutos, para los datos de producción los datos fueron recolectados al momento de la cosecha. Finalmente se recopilaron los datos a nivel de laboratorio, una vez finalizado el trabajo de campo se evaluaron en el laboratorio de germoplasma de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

## **10.10. Variables evaluadas**

### **10.10.1. Días a la emergencia de plantas**

Los días a la emergencia se tomaron desde el momento de la siembra hasta cuando empiecen a emerger las plantas de soya, es decir hasta que se empezó a notar aparición del coleóptilo en la superficie del suelo, esta variable se registró por tratamiento y se expresó en días.

### **10.10.2. Porcentaje de emergencia de plantas**

Este es una estimación de la viabilidad de una población de semillas y proporciona una medida del curso temporal de la germinación de la semilla. Se contabilizaron el total de las semillas sembradas en cada uno de los tratamientos al llegar a visualizarse la estructura que emerge inicialmente de la semilla. Para ello se utilizó la fórmula establecida por Bauer, *et al.*, (2016) en leguminosas, donde el porcentaje de emergencia es igual a la división del número de semillas emergidas para el número total de semillas, este resultado se multiplica por 100.

$$P. E. = \frac{N^{\circ} \text{ de semillas emergidas}}{N^{\circ} \text{ total de semillas}} \times 100$$

### **10.10.3. Altura de planta**

Para el análisis de la altura de planta se registró la altura desde la base del suelo hasta el último ápice de crecimiento, en cada una de las cuatro unidades experimentales, se registró a los 15, 30 45 y 60 días posterior a la siembra, esta variable se expresó en cm.

### **10.10.4. Días a la floración**

Para esta variable se contabilizaron los días a partir de la siembra, hasta la aparición de las primeras flores verdaderas en cada una de las cuatro unidades experimentales, los datos de promediaron por tratamientos y se expresaron por días.

### **10.10.5. Número de flores**

El número de flores se relaciona con la productividad de la planta, en ocasiones la presencia de una gran cantidad de flores, no garantiza la conversión de todas estas a vainas, por lo que es

importante establecer la relación del número de flores, en función al número de vainas, para analizar este parámetro se contaron las flores presentes en las cuatro plantas experimentales de cada tratamiento, las cuales fueron expresadas en unidades.

#### **10.10.6. Distancia a la inserción hasta la primera vaina**

El análisis de esta variable permite determinar la distancia desde el suelo hasta la primera rama productiva, los datos obtenidos por este parámetro determinan la resistencia de la planta al acame, debido a la excesiva producción de soya, en el presente ensayo se tomaron el registro de las 4 unidades experimentales y se expresó en cm.

#### **10.10.7. Número de vainas**

Esta variable se tomó en cuenta cuando se observaron vainas verdaderas, con número de granos visibles a simple vista. Para ello se registraron el total de vainas de las unidades experimentales producidas por cada una de estas, los valores obtenidos se promediaron para las cuatro unidades experimentales y se expresó en unidades.

#### **10.10.8. Peso de 100 semillas.**

Para el análisis de esta variable se registró para la comparación de una muestra constante por tratamientos, se recolectaron al azar 100 semillas de cada tratamiento muestreado y se las peso en una balanza analítica, registrándose el dato en gramos.

#### **10.10.9. Peso por tratamiento**

Esta variable se consideró necesaria para calcular los rendimientos del cultivo por tratamiento, para el efecto se tomó en cuenta el peso de semillas todas las plantas de cada tratamiento, los granos se pesaron en una balanza digital y se expresaron en kilogramos.

#### **10.10.10. Peso fresco del follaje**

Una vez finalizada la cosecha se procedió a seleccionar las unidades experimentales que se cortaron a la altura del cuello de la raíz con un bisturí quirúrgico. Las muestras fueron llevadas

al laboratorio de germoplasma de la Universidad Técnica de Cotopaxi para registrar el peso con la ayuda de una balanza analítica y el promedio se expresó en gramos/planta.

#### **10.10.11. Peso seco del follaje**

El follaje de las plantas cosechadas se colocó en una funda de papel perforada para después ser secada en la estufa a 70 °C durante 48 horas. Luego se registró el peso y el promedio se expresó en gramos/planta. En el transcurso del peso del follaje se monitoreo constantemente a fin de evitar cualquier anomalía en el proceso, manteniendo la temperatura constante, para evitar variaciones en los datos obtenidos.

#### **10.10.12. Peso fresco de la raíz**

Una vez finalizada la etapa productiva de la planta, se arrancaron las unidades experimentales en estudio. Para el análisis del peso de raíz se seleccionaron las plantas que fueron cortadas a la altura del cuello de la raíz. El follaje fresco se registró en gramos, cuyo promedio fue expresado en gramos/planta.

#### **10.10.13. Peso seco de la raíz**

La raíz de las plantas cosechadas se colocó en una funda de papel perforada y se las procedió a secar en la estufa a 60 °C durante 48 horas. Durante el periodo de secado se monitoreo cualquier variación de temperatura. Luego se registró el peso y el promedio el cual fue expresado en gramos/planta.

#### **10.10.14. Número de nódulos**

Se cuantificaron el número de nódulos en cada una de las raíces. Luego de que el follaje fuera cortado se procedió a lavar las raíces del suelo en tamices, con el fin de evitar que los nódulos más pequeños se pierdan. Los nódulos fueron contados de manera indistinta a su tamaño y forma. Los datos obtenidos se dividieron para el número de raíces y su promedio se expresó en nódulos/planta.

### 10.10.15. Análisis de costos por tratamiento

Se realizó un análisis de los costos incurridos en los tratamientos realizados para poder establecer la factibilidad económica del ensayo. Se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

**Costos totales por tratamiento.** Este parámetro se calculó a partir de todos los valores de los costos invertidos en la ejecución del proyecto, de igual manera se consideraron los insumos, y materiales utilizados.

**Ingreso bruto por tratamiento.** Se tomó en consideración el precio actual de la soya en los mercados locales, multiplicada por la producción obtenida en cada uno de los tratamientos, se empleó la siguiente fórmula:

$$IB = Y * PV$$

- IB= Ingreso bruto
- Y= Producto
- P Y = Precio actual del producto

**Beneficio neto.** El beneficio neto se calculó mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales por tratamiento, para ello se planteó la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT$$

- BN= Beneficio neto
- IB: Ingreso bruto
- CT: Costos totales

**Relación beneficio costo.** El cálculo de relación beneficio/costo se realizó a partir de la división entre el beneficio neto para los costos totales, se utilizó la siguiente fórmula:

$$B/C = BN/CT$$

- BN: Beneficio neto
- CT: Costos totales

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1. Días a la emergencia de plantas

En la tabla 10 se puede observar los resultados más sobresalientes en los días a la emergencia de plantas. Se evidencia que los datos con periodos de tiempo más cortos en la emergencia de plantas se presentaron con T2, cuyos resultados superaron los demás tratamientos con 4.25 días desde que se realizó la siembra. Duran *et al.*, (2022) manifiestan que la precocidad en la emergencia de plantas esta condicionada tambien a la variedad de soya empleada, siendo las variedades mejoradas mucho más prococes que las variedades de origen local. En el análisis de esta variable se puede observar las diferencias estadísticas entre tratamientos.

Los resultados presentados en el presente ensayo son superiores a los planteados por Catuto, (2013), quien utilizando bacterias nitrificantes alcanzo resultados de 6.89 días a partir de la siembra. Del mismo modo los resultados obtenidos por Carvajal, (2018) son inferiores, al presentarse la emergencia de plantas a los 6.35 días después de la siembra. Bauer, *et al.*, (2016) demostró la eficiencia de los inoculantes del género *Bradyrhizobium* que aplicados como método complementario a la inoculación de semillas den excelentes resultados en cultivos como la soya, acelerando los días a la emergencia de plantas.

**Tabla 10.** Días a la emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Días a la emergencia de plantas</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Días</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	5.75 b
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	4.25 a
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	6.50 b c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	6.25 b c
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	7.75 d
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	7.50 b c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	7.50 b c
T8: Testigo	7.50 b c
<b>CV (%)</b>	<b>8.87</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.1.1. Efecto simple en los días a la emergencia de plantas

Se presenta en la tabla 11 el efecto simple entre ambos inoculantes, se comprueba que la inoculación con *B. elkani* presenta un menor periodo de tiempo en emerger la semilla desde el momento de la siembra, con 5.50 días, siendo el más recomendado en la producción de soya.

Para las dosis, las aplicaciones de 10 y 20 ml de inoculante evidenciaron mejores resultados, con emergencia de semillas a los 6 días en ambos casos, en esta variable no se registraron variaciones numéricas significativas, sin embargo, estadísticamente se observó diferencias significativas.

**Tabla 11.** Efecto simple para los días a la emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Días a la emergencia</b>	
<b>Inoculante</b>	<b>Días</b>
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	5.50 a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	7.17 b
<b>Dosis</b>	
10 ml	6.00 a
20 ml.	6.00 b
30 ml.	7.00 b
<b>CV %</b>	<b>9.85</b>

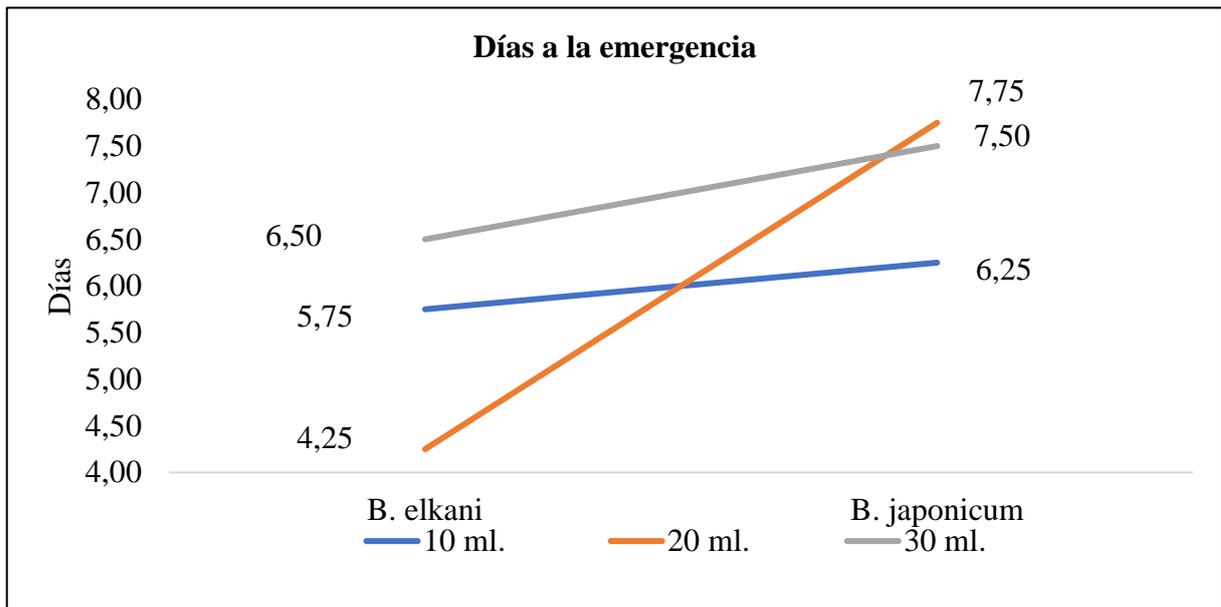
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.1.2. Interacción de los días a la emergencia de plantas

La figura 1 muestra la mejor interacción entre *Bradyrhizobium elkani* y la dosis de 20 ml. con emergencia de plantas de 4.25 días a partir de la siembra, siendo el más precoz entre los demás tratamientos, en comparación con resultados obtenidos por Carvajal, (2018) son superiores, el cual aplicando *Bradyrhizobium japonicum* directamente al suelo obtuvo emergencia de plantas a los 6.35 dds. Para el tratamiento con menor interacción entre inoculantes-dosis se presentó con *B. japonicum* en dosis de 20 ml, por lo que el periodo de emergencia fue más duradero con 7.75 días después de la siembra. Para Bautista, (2013) la inoculación de semillas se debe

complementar con aplicaciones al suelo de las bacterias, el mismo autor sugiere la incorporación de estos microorganismos en riegos manuales controlados o utilizando las aplicaciones directas a la zona radicular de la planta. Para Basantes, (2015) el tratamiento de las semillas en la etapa de post siembra es importante, con esto se logra estimular la actividad biológica de la semilla acortando el periodo de tiempo desde la siembra hasta la germinación.

**Figura 1.** Interacción en días a la germinación



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

## 11.2. Porcentaje de emergencia de plantas

La tabla 12 muestra los valores del porcentaje de emergencia de plantas, donde se aprecia que T2 predomina con el 100% de germinación, sin embargo, no existen diferencias significativas entre los demás tratamientos, al contrario de los resultados obtenidos por Carvajal, (2018) quien al emplear *Bradyrhizobium japonicum* mantuvo una germinación constante de 98.37%. En el análisis de esta variable no se observan diferencias estadísticas, siendo similares para todos los tratamientos. Para Nápoles, *et al.*, (2016) el porcentaje de emergencia tiene influencia directa con la inoculación de semillas, al ser tratadas con productos biológicos se garantiza la viabilidad, incluso bajo condiciones de campo adversas para la producción de soya. En estudios efectuados por Franco, *et al.*, (2015) en inoculaciones de semillas de soya con inoculantes bacterianos se pudo comprobar que este método protege a la semilla de daños ocasionados por agentes patógenos presentes en el suelo.

**Tabla 12.** Porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Porcentaje de emergencia</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>Días</b>	
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	98.62	a
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	100.00	a
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	97.96	a
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	96.76	a
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	98.70	a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	97.88	a
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	99.50	a
T8: Testigo	98.25	a
<b>CV (%)</b>	<b>2.05</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.2.1. Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas

En la tabla 13 se analiza el efecto simple entre factores lo que demuestra que las aplicaciones de *B. elkani* son más efectivas en la viabilidad de las semillas de soya, dando como resultado un 98.86% de emergencia de plantas, lo que corrobora lo expuesto por Cuadrado, *et al.*, (2019) las bacterias correspondientes a *B. elkani* actúan de manera más rápida en función de la semilla, permitiendo que esta no se deteriore por factores bióticos o abióticos, al mismo tiempo sirve como un método de estimulación en la síntesis de nutrientes presentes en la semilla para el acelerar el proceso de emergencia de plantas.

En lo que respecta a las dosis la inoculación y aplicación de 30 ml de *Bradyrhizobium* muestra mayo porcentaje de emergencia con 97.66%, demostrando así lo expuesto por Bautista, (2013), las mayores concentraciones de rhizobium favorecen a la población bacteriana del suelo incrementando su viabilidad considerablemente. Cruz, (2021) concuerda con esta teoría, en investigaciones efectuadas para medir el índice de viabilidad con bacterias promotoras de crecimiento demostro que las inoculaciones efectuadas en dosis altas no presentaron deterioros en comparacion con otras dosis de 20 ml/kg de semilla.

**Tabla 13.** Efecto simple del porcentaje de emergencia de plantas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

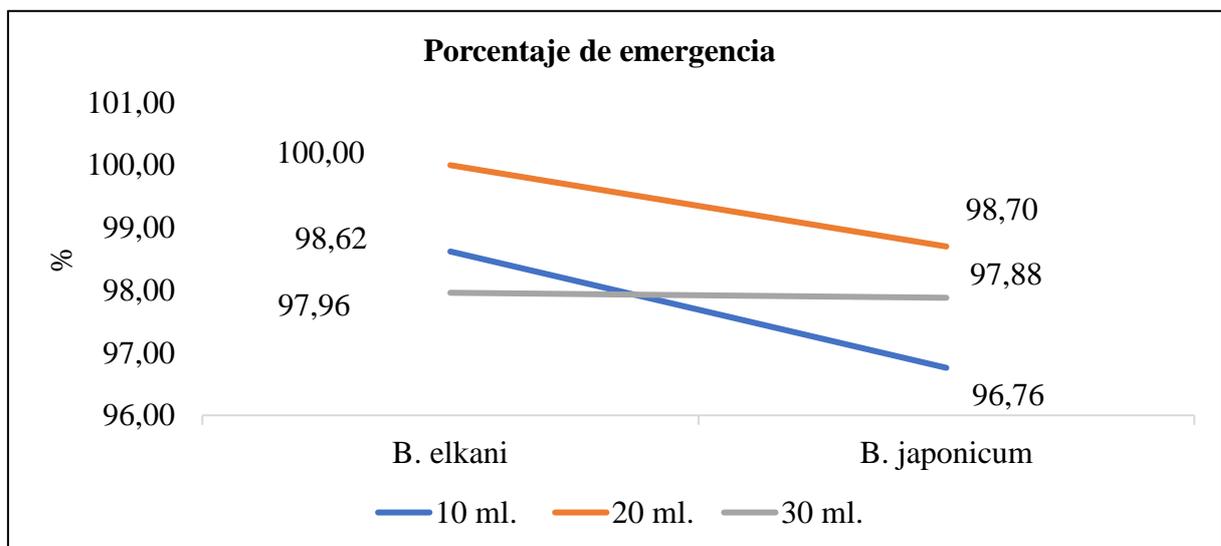
Porcentaje de emergencia de plantas		
Inoculante	%	
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	98.86	a
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	97.78	a
Dosis		
10 ml.	97.69	a
20 ml.	99.35	a
30 ml.	97.92	a
<b>CV %</b>	<b>2.23</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 11.2.2. Interacción del porcentaje de emergencia de plantas.

En la figura 2 se puede observar que la dosis de 20 ml de *Bradyrhizobium elkani* tiene la más alta interacción con el 100% de emergencia de plantas, siendo superior a Catuto, (2013), en su investigación determino un porcentaje de 96.82% de emergencia con inoculaciones combinadas de *Bradyrhizobium japonicum* y *elkani*. En cuanto a la aplicación de 10 ml. de *B. japonicum* se observa una menor interacción con el 96.76 % de plantas emergidas.

**Figura 2.** Interacción del porcentaje de emergencia de plantas.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

De acuerdo a Cedeño, (2016) la inoculación de semillas con rizobacterias estimulan la actividad microbiana del suelo, siendo capaces de transformar los elementos minerales del suelo y volverlos asimilables para la planta, en el caso de la soya al ser un cultivo de ciclo corto, las raíces absorben con mayor rapidez estos compuestos, por lo que la emergencia de la planta se produce en periodos de tiempos más cortos que en las plantaciones manejadas tradicionalmente.

### 11.3. Altura de planta

La tabla 14 describe los resultados de la altura de planta en las distintas edades evaluadas. En cuanto al mayor altura de planta a los 15 días se registra con T2, el cual obtuvo 18.61 cm de altura, mientras el testigo absoluto mantiene los últimos lugares con 13.59 cm. En esta edad los resultados son superiores a los obtenidos por Cruz, (2012), el cual con inoculaciones combinadas de *Bradyrhizobium spp.*, alcanzo alturas promedio de 11.18 cm.

**Tabla 14.** Altura de planta en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

Tratamientos	Altura de planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
T1: <i>B. elkani</i> (10 ml.)	15.93 b	35.63 a b c	59.81 e	107.63 d
T2: <i>B. elkani</i> (20 ml.)	18.61 a	37.37 a	89.59 b	125.09 c
T3: <i>B. elkani</i> (30 ml.)	15.64 b	32.75 c d	80.15 c	111.62 d
T4: <i>B. japonicum</i> (10 ml.)	15.90 b	34.63 b c d	93.55 b	133.05 b
T5: <i>B. japonicum</i> (20 ml.)	15.62 b	34.01 cd	105.47 a	143.65 a
T6: <i>B. japonicum</i> (30 ml.)	13.65 c	25.63 e	80.90 c	120.36 c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	13.65 c	36.30 a b	71.63 d	119.60 c
T8: Testigo	13.59 c	22.77 f	34.87 f	69.37 e
<b>CV (%)</b>	<b>1.59</b>	<b>2.91</b>	<b>3.13</b>	<b>2.40</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La evaluación a los 30 días demuestra que T2 presenta resultados superiores con 37.37 cm de alto, superando a Catuto, (2013) con 14.28 cm y a Carvajal, (2017), quien con la combinación de *B. japonicum* y biol obtuvo alturas de 38.83 cm a los 30 días; mientras a los 45 días se observa una variación entre los datos, ubicando a T5 con los mejores resultados con 105.47 cm.

Finalmente, a los 60 días el mayor promedio de altura se presenta con T2 superando a los demás tratamientos con 143.65 cm de altura, por lo que se demuestra que la presencia de *B. japonicum* estimula el crecimiento de la planta, tal como lo menciona (Nápoles M. , 2016).

### 11.3.1. Efecto simple en la altura de panta

En el análisis del efecto simple por inoculante para la variable altura de planta se puede observar que *B. elkani* alcanza mayor altura a los 15 y 30 días con 16.72 y 35.25 cm respectivamente, mientras en edades de 45 y 60 días *B. japonicum* mantiene valores superiores con 76.52 y 114.78 cm de altura, corroborando lo manifestado por Napa, (2016), que los inoculantes bacterianos de la especie japonicum tardan mayor periodo de tiempo en integrarse al suelo y en la planta.

La dosis con mejores resultados en esta variable corresponde a la aplicación de 20 cc, con los mayores promedios de altura con 17.11, 35.69, 97.53 y 134.37 cm en todas las edades evaluadas, según Valencia y Ligarreto, (2021) las dosis equilibradas contribuyen a la mejor asociación de las bacterias con el suelo y raíz, por lo que dosis altas en cultivos de ciclo corto como en el caso de la soya.

**Tabla 15.** Efecto simple de altura de planta en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

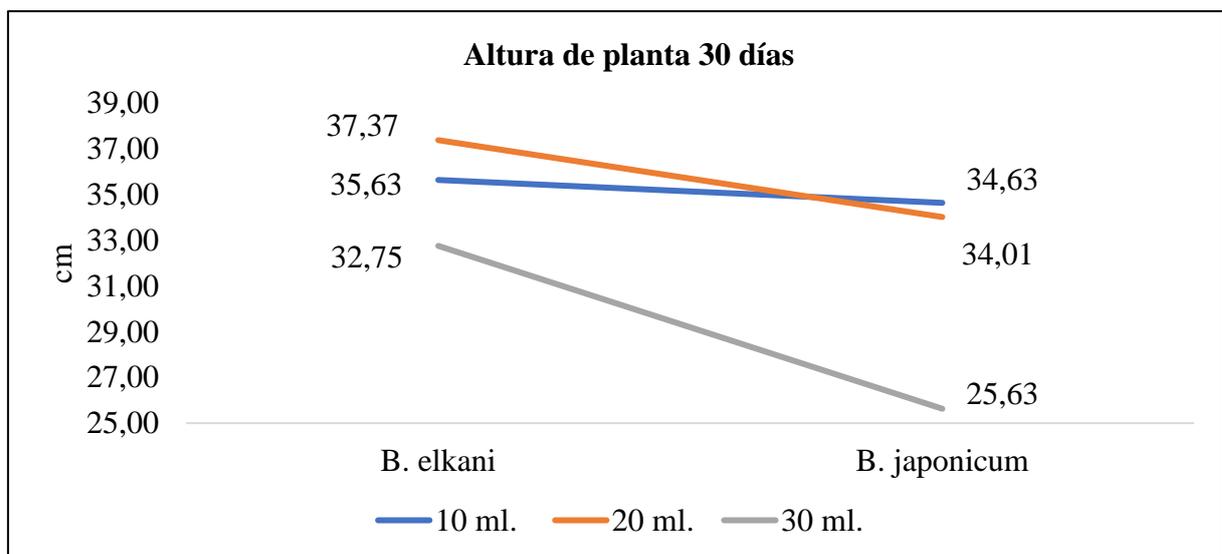
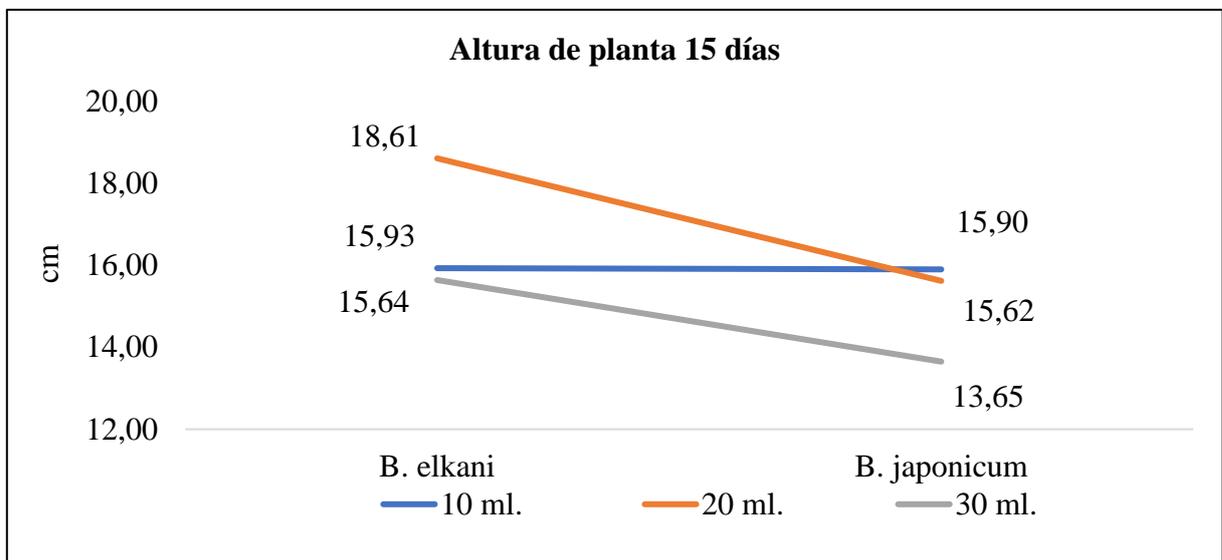
Altura de planta (cm)								
Factores	Edades							
	15 Días		30 Días		45 Días		60 Días	
A: Inoculante								
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	16.72	a	35.25	a	76.52	b	114.78	b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	15.06	b	31.42	b	93.31	a	132.35	a
B: Dosis								
10 ml.	15.91	b	35.13	b	76.68	c	120.34	b
20 ml.	17.11	a	35.69	a	97.53	a	134.37	a
30 ml.	14.65	c	29.19	c	80.53	b	115.99	c
CV %	<b>1.28</b>		<b>1.16</b>		<b>2.82</b>		<b>2.07</b>	

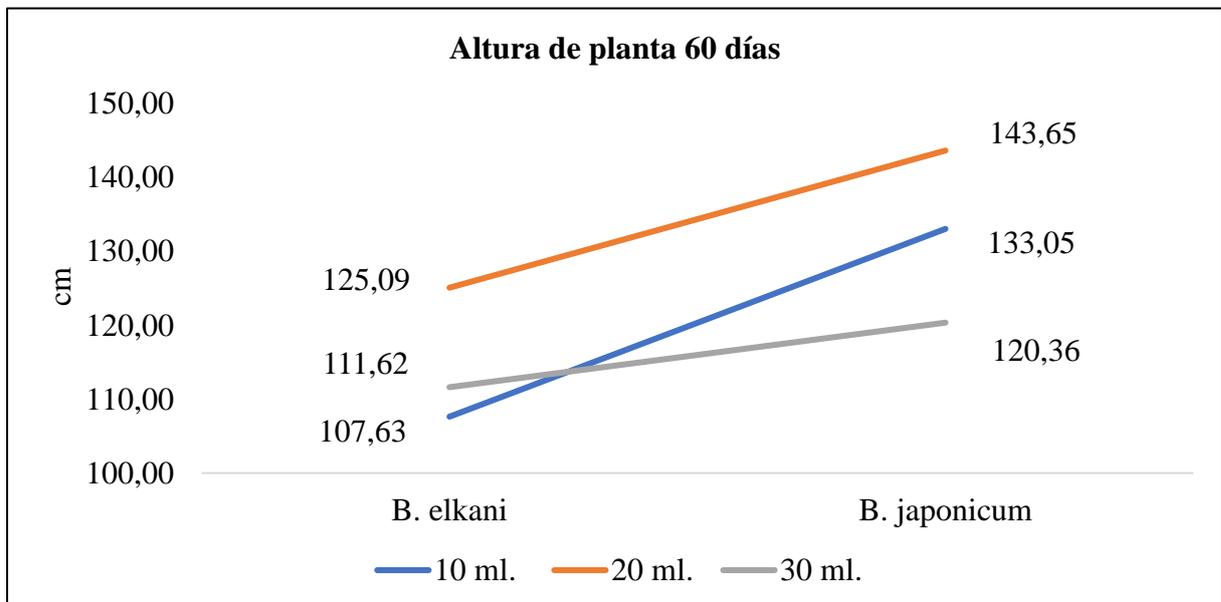
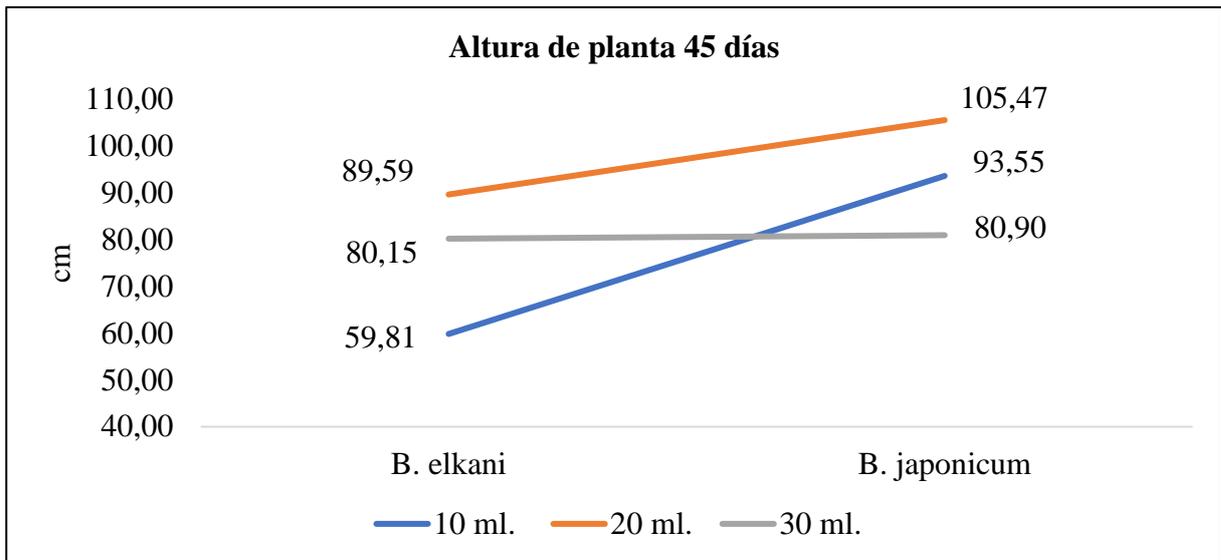
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### 11.3.2. Interacción de factores en la altura de planta

En la figura 3 se describe las interacciones producidas entre los inoculantes en función de las dosificaciones a lo largo del desarrollo vegetativo de la planta. Se puede observar que a los 15 y 30 días la interacción entre *B. elkani* con dosis de 20 ml. presenta datos superiores con 18.61 cm y 37.37 cm de altura en ambas edades, siendo superiores a la altura obtenida por Cruz, (2012), quien registró alturas máximas de 10.50 cm y 31.78 cm a los 15 y 30 días de evaluación. Sin embargo, a los 45 y 60 días se evidencia una mejor interacción entre la dosis de 20 ml. De *B. japonicum*, con alturas de 105.47 cm y 143.65 cm respectivamente.

**Figura 3.** Interacción de la altura de planta en las edades evaluadas.





Elaborado por: Martínez y Vega (2023)

Los resultados de la presente investigación fueron superiores en comparación con el estudio realizado por Carvajal, (2018) con inoculaciones de *Bradyrhizobium japonicum* a nivel de semillas, obteniendo 38.83 cm a los 45 días y 125.73 cm de altura al evaluar las plantas en estadio R4. Con estos antecedentes el mencionado autor recomienda las aplicaciones a nivel edáfico de bacterias del tipo *Rhizobium* en estados de crecimiento de las plantas, sobre todo hasta llegar al estado del inicio del ciclo de floración, como un complemento para el desarrollo y estimulación del ciclo productivo de la planta.

#### 11.4. Días a la floración

En la tabla 16 se observa los resultados obtenidos en la variable días a la floración, donde se evidencia que T5 alcanza los valores más superiores al emitir sus flores a los 39.09 días posterior al trasplante, superando a los datos obtenidos por Cedeño, (2016), el cual con la incorporación de Rizobacterias alcanzo la emisión florar a los 49.92 días,

Bautista, (2013) menciona que la actividad microbiana en el suelo influye en el periodo reproductivo de la planta. Del mismo modo los días a la floración cobran importancia debido a que desde esta etapa inicia la fase reproductiva de la planta, asegurando el éxito de la producción.

Corbera & Nápoles, (2013) hacen referencia a los días a la floración en semillas inoculadas con agentes bacterias son más cortos en comparación con los inoculantes tradicionales a base de químicos, así mismo la incorporación de los productos biológicos en las semillas beneficia al suelo, por lo que la planta se desarrolla de mejor manera, incrementando el crecimiento y producción del cultivo.

**Tabla 16.** Días a la floración en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Días a la floración</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>Días</b>	
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	57.83	d
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	50.19	b c
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	54.65	c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	49.15	b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	39.09	a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	56.78	d e
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	51.86	c
T8: Testigo	60.41	e
<b>CV (%)</b>	<b>2.57</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.4.1. Efecto simple de los días a la floración

Se presenta a continuación el efecto simple por inoculantes para la variable días a la floración, donde los resultados más prominentes se dan con aplicaciones de *B. japonicum*, cuyas plantas en estudio alcanzaron la floración a los 48.34 días después de la siembra.

En lo que se refiere al factor dosis, la incorporación de 20 ml de inoculante alcanzo los mejores resultados con 44.64 días hasta la floración. Arévalo, (2014) manifiesta la importancia del tiempo transcurrido hasta la emisión de flores, en muchos casos es influenciada por la variedad de semilla utilizada o por las condiciones climatológicas del sitio de plantación.

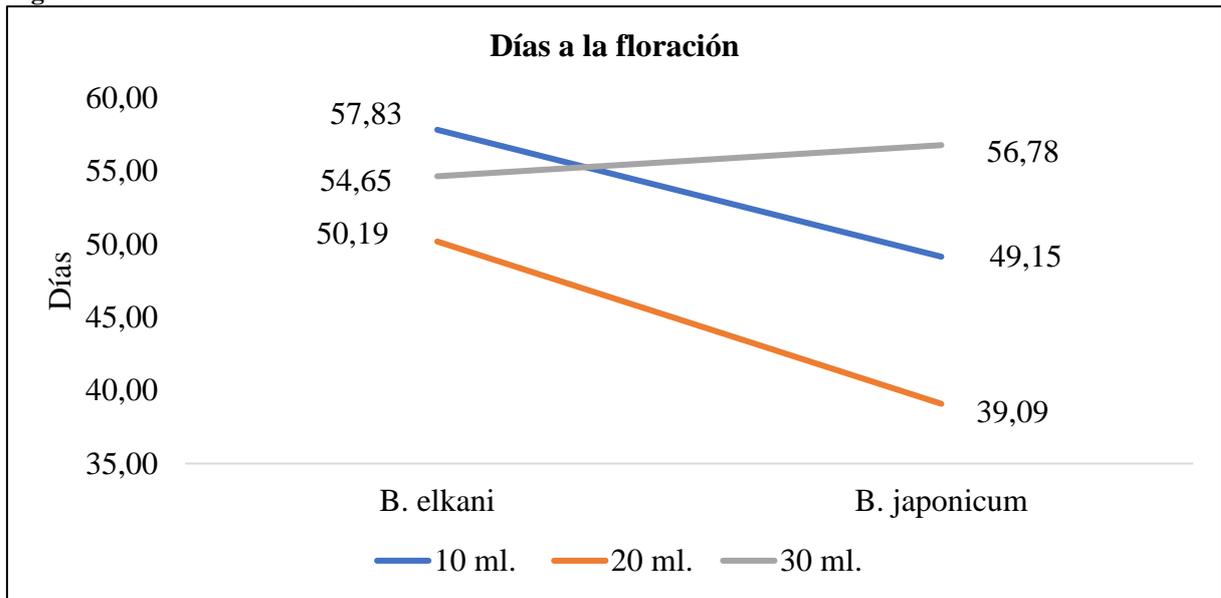
**Tabla 17.** Efecto simple de días a la floración en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Días a la floración</b>		
<b>Inoculante</b>	<b>Días</b>	
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	54.22	b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	48.34	a
<b>Dosis</b>		
10 ml.	53.49	b
20 ml.	44.64	a
30 ml.	55.72	c
<b>CV %</b>	<b>2.37</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.4.2. Interacción de los factores en los días a la floración

La figura 5 describe la interacción de los inoculantes en relación a las dosis aplicadas en el cultivo de soya, donde se comprueba que la mejor interacción para la variable días a la floración se produce con la dosis de 20 ml. de *Bradyrhizobium japonicum*, con emisión de flores a los 39.09 días posterior a la siembra, a la vez la aplicación de 10 ml. de *B. elkani* retrasó su ciclo floral, a 57.83 días después de la siembra.

**Figura 4.** Interacción de los días a la floración

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

Los resultados obtenidos son superiores a los establecidos por Chipana y Calle, (2017), en la adaptabilidad de la soya con aplicaciones de M.E. tuvieron la primera emisión de flores a los 40.62 días. Se demuestra lo planteado por Gonzalez, (2015) que la aplicación de bacterias del género *Rhizobium* en la etapa de crecimiento de la planta acelera el ciclo fenológico de la planta, además en conjunto con el uso de variedades precoces acortan los tiempos de producción entre ciclos al año.

### 11.5. Número de flores

En cuanto al número de flores los resultados superiores se alcanzan con los tratamientos 4 y 5, obtenido 35.80 y 35.37 respectivamente, mientras que el testigo absoluto presenta apenas 12 flores en promedio. En relación a esta variable (Altieri & Nicholls, 2017), mencionan que el número de flores determina el número total de vainas y por ende los niveles de producción.

En investigaciones efectuadas por Arévalo, (2014) manifiesta que en el proceso de conversión de flores a vainas, el número de flores esta influenciado por el manejo que se de en el cultivo de soya, siendo recomendado fertilización con formulaciones bajas de nitrógeno, esto debido a que el excesivo contenido de nitrógeno disminuye el número de flores, disminuyendo la formación de vainas en la planta.

**Tabla 18.** Número de flores en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Número de flores</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Número</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	25.88 d
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	31.66 b
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	30.22 b c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	35.80 a
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	35.37 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	28.14 c d
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	29.43 b c
T8: Testigo	12.30 e
<b>CV (%)</b>	<b>4.84</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.5.1. Efecto simple en el número de flores

La siguiente tabla evidencia el mayor número de flores para el inoculante *B. japonicum* con 33.10 flores en promedio, lo cual pone en manifiesto la efectividad de dicha cepa, existiendo diferencias estadísticas entre ambos inoculantes.

**Tabla 19.** Efecto simple de número de flores en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Número de flores</b>	
<b>Inoculante</b>	<b>Flores</b>
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	29.25 b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	33.10 a
<b>Dosis</b>	
10 ml.	30.84 b
20 ml.	33.51 a
30 ml.	29.18 c
<b>CV %</b>	<b>4.41</b>

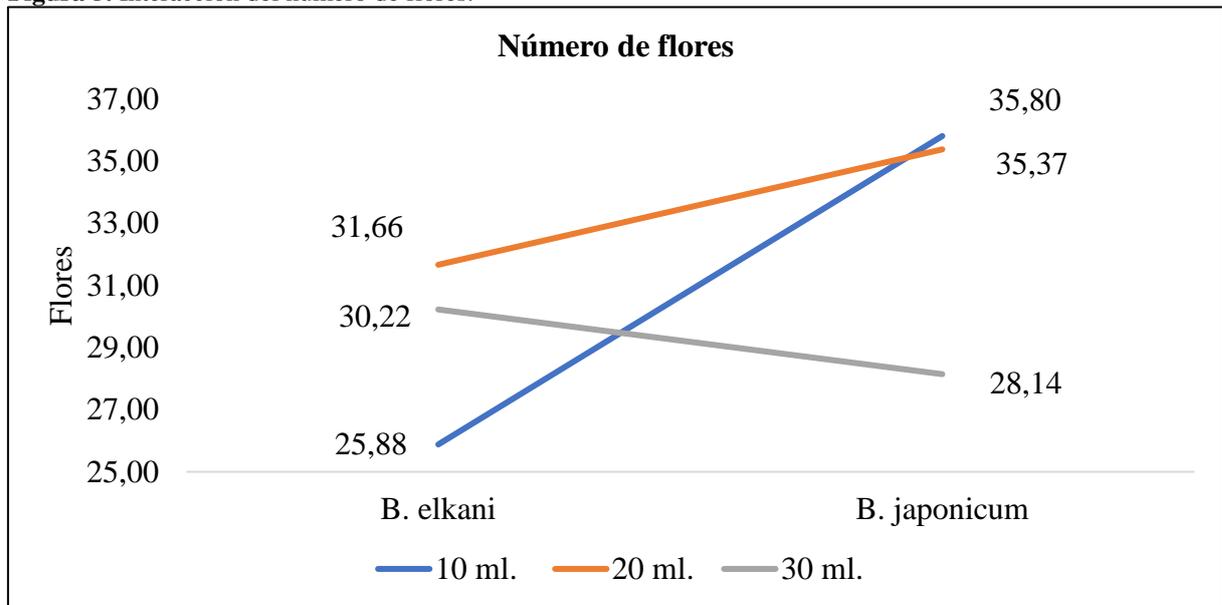
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

El factor dosis evidencia mejores resultados con aplicaciones de 20 ml de inoculante, con 33.51 flores en promedio, en tanto la dosis de 10 y 20 ml presento resultado de 30.84 y 29.18 flores respectivamente.

### 11.5.2. Interacción de factores en el número de flores

Como se puede observar en la figura 5 se analiza la variable número de flores, donde se constata que la aplicación de *B. japonicum* en dosis de 10 ml. presenta mejor integración entre ambos factores, estimulando la floración en 35.80 flores, similares resultados se obtuvieron con el mismo inoculante en dosis de 20 ml. con 35.37 flores por planta, estos resultados se ubican por encima de los datos obtenidos por Catuto, (2013), quien en su estudio con inoculaciones de *Bradyrhizobium japonicum* en semillas de soya alcanzo las 28.23 flores en promedio.

**Figura 5.** Interacción del número de flores.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

Cruz, (2021) menciona la relevancia del estudio del número de flores, debido a que no todas estas llegan hasta el estado de formación de vainas, por ello se debe considerar factores como la estimulación de la planta desde la etapa inicial hasta R1, que es estado fenológico más crítico para la soya, debido a que en este estado inicia la transición de flor a vaina. Por otra parte, Hernández, *et al.*, (2015) afirma que el número de flores en el cultivo de soya representa un índice a tomar en cuenta, sobre todo para calcular variables de producción en relación al tiempo.

### 11.6. Distancia de inserción hasta la primera vaina

En la tabla 20 se puede evidenciar el análisis de la variable de distancia de inserción de la primera vaina se puede observar que T5 presenta menor distancia desde el suelo hasta la primera vaina con 18.70 cm, por lo que según Basantes, (2015), asegura que las distancias cortas evitan que la planta se propensa al acame, siendo más resistente a condiciones adversas.

**Tabla 20.** Distancia de inserción de la primera vaina en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Distancia de inserción a la primera vaina</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>cm</b>	
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	26.00	b
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	25.09	b
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	27.59	c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	22.45	a b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	18.70	a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	26.67	b
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	22.51	b
T8: Testigo	27.31	c
<b>CV (%)</b>	<b>5.51</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Además, de acuerdo a Duran *et al.*, (2022) en cultivos que ocupan una alta densidad de siembra como la soya es necesario que la distancia entre el suelo y la primera rama productiva sea relativamente corta, Así mismo, la planta de soya tiende a producir mayor cantidad de vainas en la parte inferior de la planta, debido a su estructura morfológica y en variedades como Panorama 29 que son altamente productivas. De igual manera Espinoza, (2020) sostiene que en cultivos de soya extensivos la distancia de inserción a la primera vaina, tiene relevancia, sobre todo cuando se emplea la cosecha mecanizada, al estar más cerca del suelo la maquinaria recolecta los granos de manera más eficiente que en plantas que presentan mayores distancias del suelo hasta las vainas. En cultivos extensivos esta variable se toma en consideración al utilizar cosecha mecanizada, de modo tal que se pueda aprovechar las vainas que están en las partes más bajas de la planta.

### 11.6.1. Efecto simple de factores en la distancia de inserción a la primera vaina

En el efecto simple según los inoculantes se puede evidenciar que la menor distancia hasta la inserción de la primera vaina se obtuvo con *B. japonicum*, con valores de 22.60 cm desde la base del suelo. En lo referente al efecto simple por dosis la aplicación de 20 ml de inoculante muestra mejor resultado con 21.83 cm a partir de la base del suelo. Cabascango, (2016) afirma que la acción de los inoculantes bacterianos se centra en el desarrollo de la parte vegetativa de la planta.

**Tabla 21.** Efecto simple de distancia de inserción de la primera vaina en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Distancia de inserción a la primera vaina</b>		
<b>Inoculante</b>	<b>cm</b>	
<i>Bradyrhizobium elkani</i>	26.22	b
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	22.60	a
<b>Dosis</b>		
10 ml.	24.22	b
20 ml.	21.89	a
30 ml.	27.13	c
<b>CV %</b>	<b>5.12</b>	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.6.2. Interacción de factores en la distancia a la inserción de vainas

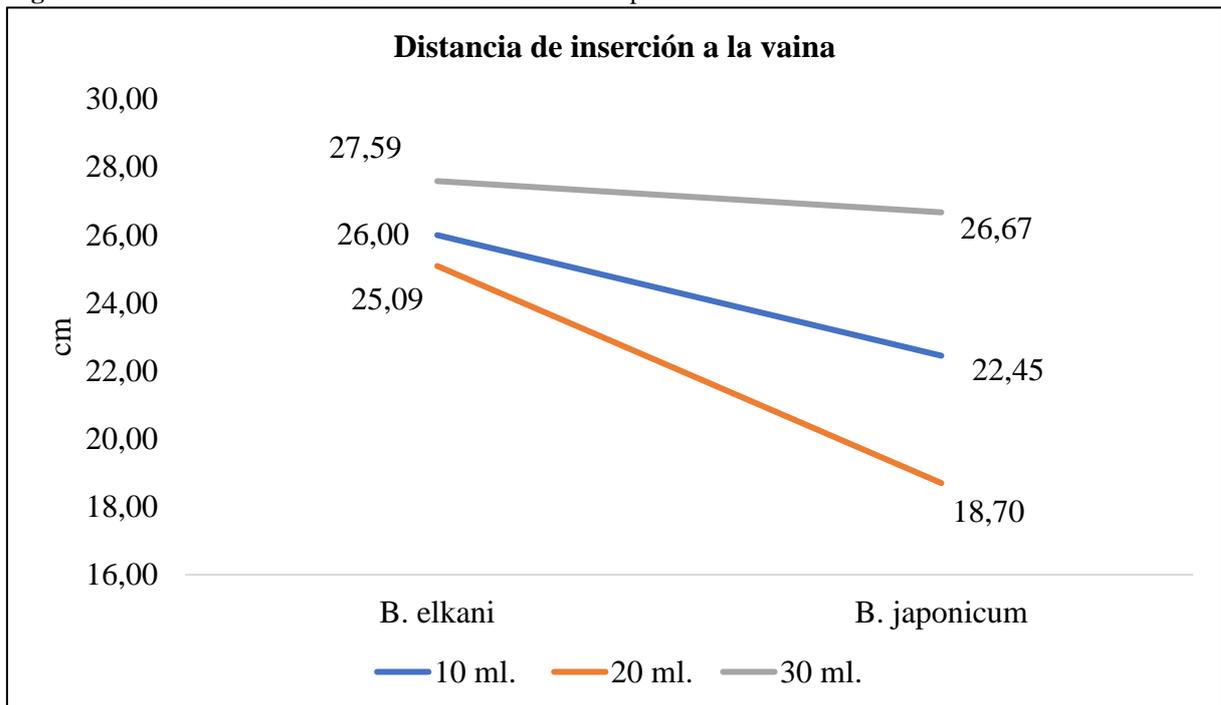
La variable distancia a la inserción de vainas muestra la mejor interacción entre *B. japonicum* y la dosis de 20 ml. con alturas de 18.70 cm desde el suelo hasta la primera vaina, lo cual supera levemente a los resultados obtenidos por Lodeiro, (2015) con inoculaciones de *B. elkani* logro sus valores más altos con 18.92 cm.

La distancia de inserción a la primera vaina tiene mucha importancia en el estudio del comportamiento agronómico de la soya, según lo explica Toledo, (2016) las plantas que presentan menor distanciamiento entre el suelo y la primera vaina, son más robustas, resistentes

al acame y con mayor producción de vainas y granos en comparación con plantas de mayor tamaño.

Por otra parte, Valencia y Ligarreto, (2021) en su análisis de interacción de soya-cepas de bacterias nitrificantes, concuerdan con la teoría de que mientras menor sea la distancia a la formación de la primera vaina, se obtienen granos de mayor tamaño en comparación con las vainas que se producen en la parte superior de la planta.

**Figura 6.** Interacción de la distancia de inserción hasta la primera vaina.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.7. Número de vainas

En tanto al número de vainas el tratamiento con mejores resultados se presentó en T5, alcanzando las 43.53 vainas en promedio, siendo de esta manera más productiva y de alto rendimiento, por lo que (Rojas, 2015) menciona que mientras más número de vainas se logre por planta y superficie cultivada mayores serán los rendimientos por hectárea del cultivo. Así mismo, Basantes, (2015) afirma que el número de vainas está en función del tipo de fertilización que se implemente, siendo las bacterias fijadoras de nitrógeno una alternativa para incrementar la producción de soya.

**Tabla 22.** Número de vainas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

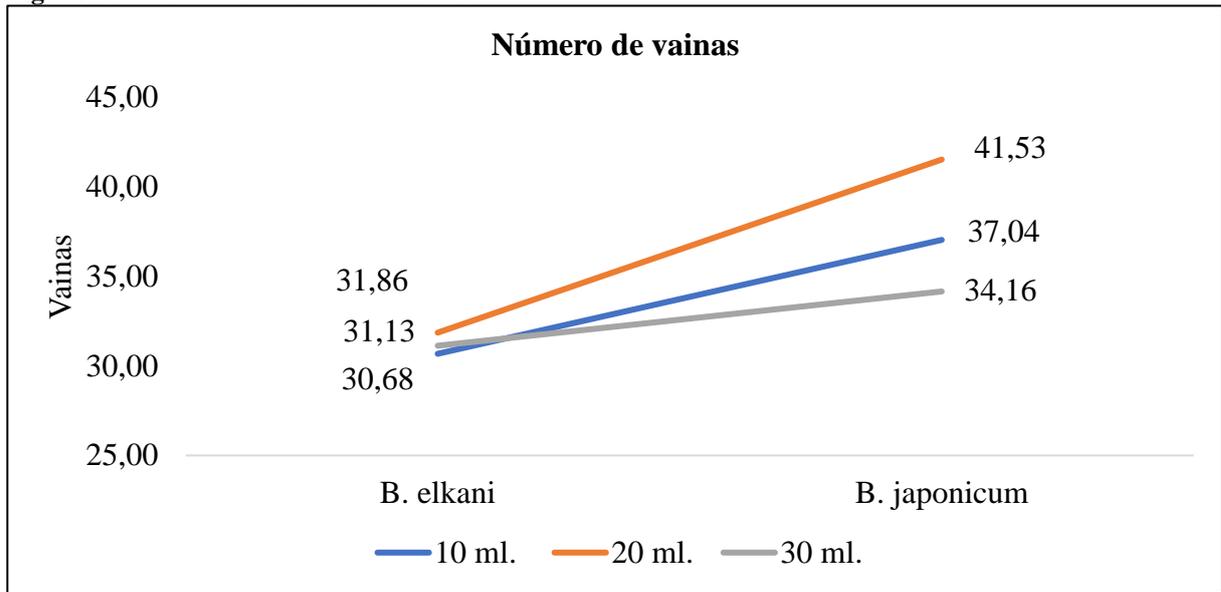
<b>Número de vainas</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>Número</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	30.68 c
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	31.86 c
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	31.13 c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	37.04 b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	41.53 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	34.16 b c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	35.68 b
T8: Testigo	16.41 d
<b>CV (%)</b>	<b>4.61</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 11.7.1. Interacción de factores en el número de vainas

En la figura 7 se observa los resultados de la interacción entre los inoculantes y las dosis aplicadas. donde queda demostrado que las inoculaciones en dosis de 20 ml. con *B. japonicum* obtienen la mejor interacción, con 41.53 vainas, al contrario, las inoculaciones con las tres dosis de *B. elkani* presentan similares resultados entre si con 31.86, 31.13 y 30.68 respectivamente. Los resultados obtenidos son superiores a la investigación de Catuto, (2013), con aplicaciones de *Bradyrhizobium elkani* presentando datos de 27.26 vainas por planta, sin embargo, son inferiores a los expuestos por Cruz, (2012), empleando una combinación de micorrizas y *Bradyrhizobium japonicum* registró 43.76 vainas en total.

Es importante recalcar que, de acuerdo a Cruz, (2012) y a Nápoles, (2016) ambos investigadores concluyen que las rizobacterias se pueden asociar con otro tipo de microorganismos eficientes, como es el caso de las micorrizas, para aumentar la efectividad de estos, lo cual se evidencia en estudios realizados por Cedeño, (2016) en la provincia de Los Ríos, utilizando la soya como cultivo de prueba y con la incorporación de ambos M.E. obtuvo una mejor respuesta agronómica, tanto en desarrollo vegetativo como en producción.

**Figura 7.** Interacción del número de vainas.

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.8. Número de nódulos

En la tabla 23 se puede observar que T5 presenta mayor número de nódulos con 28.44 nódulos por planta en promedio. Entre T4 y T5 no existen diferencias estadísticas, por lo que se puede notar el accionar de ambas dosis de inoculantes en la raíz de la planta.

**Tabla 23.** Número de nódulos en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

Número de nódulos	
Tratamientos	Número
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	15.21 b
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	22.70 b
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	19.71 b
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	28.27 a
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	28.44 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	15.61 c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	22.69 b
T8: Testigo	12.04 d
<b>CV (%)</b>	<b>6.88</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

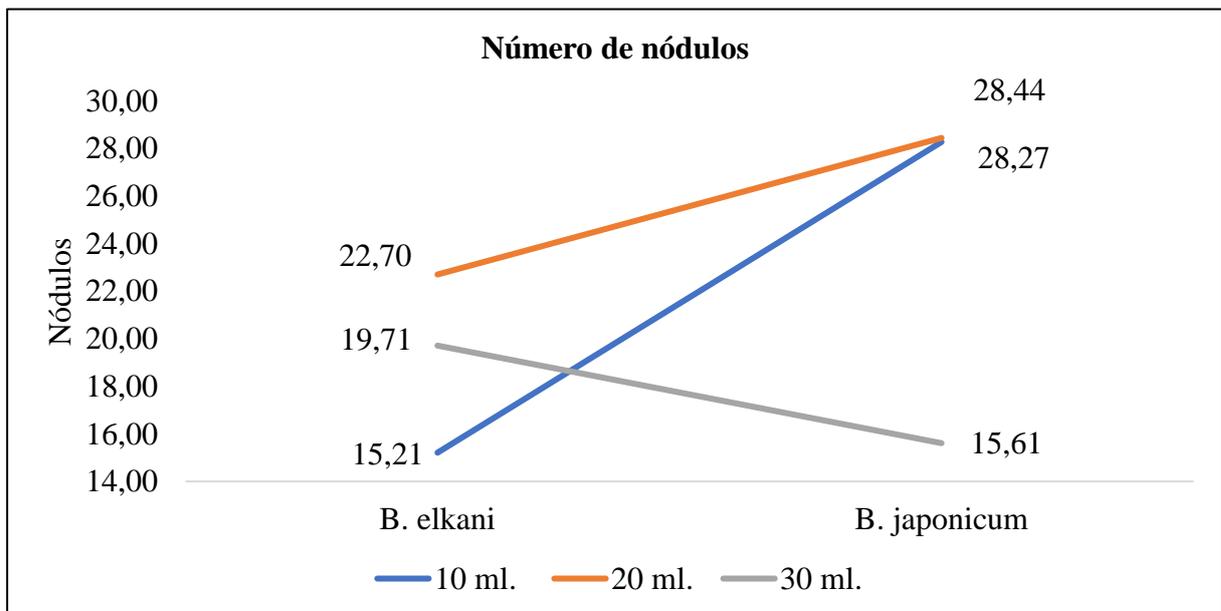
El número de nódulos tiene relación directa con el desarrollo fisiológico de la planta, así lo demuestra Cruz, (2012) quien recalca que un elevado número de nódulos es de gran beneficio para la relación simbiótica raíz-suelo.

Para González, (2015) el número de nódulos significa una de las características más importantes en las leguminosas, como es conocido estos nódulos contienen bacterias fijadoras de nitrógeno, las cuales son aprovechadas para la elaboración de abonos orgánicos que reemplacen los productos químicos sin contaminar medio ambiente.

### 11.8.1. Interacción de factores en el número de nódulos

La figura 8 muestra el efecto de los inoculantes en función de las dosis aplicadas, se evidencia que no existe diferencia significativa entre las dosis de 20 ml y 10 ml de *B. japonicum*, con resultados de 28.44 y 28.27 nódulos, siendo inferior a los resultados de Carvajal, (2018) con incorporación de *Bradyrhizobium japonicum* y biol alcanzo 47.23 vainas por planta, la alta presencia de nódulos en la raíz se debe según explica el autor a la asociación de las rizobacterias con el biol, el cual actúa como un “medio de cultivo” a nivel radicular, incrementando la longitud y grosor de la raíz, por lo que alberga un mayor número de nódulos.

**Figura 8.** Interacción del número de nódulos.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

De igual manera Arévalo, (2014) menciona que con la inoculación de semillas además de asegurar la viabilidad se garantiza una alta producción de vainas, en tanto que, si el cultivo de soya es utilizado como abono verde, la presencia de las rizobacterias desde el momento de la siembra incrementa la actividad microbiana en el suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas.

### 11.9. Peso fresco del follaje

El tratamiento con mayor peso del follaje se presenta con T5, alcanzando los 88.70 gramos/planta, en este caso (Guaman, Andrade, & Alava, 2020) afirman que al tener mayor peso del follaje se presenta mayor contenido de proteínas en la planta, la cual mediante su metabolismo transfiere estos nutrientes y proteínas al fruto, incrementando su peso y calidad de grano.

**Tabla 24.** Peso fresco del follaje en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

<b>Peso fresco del follaje</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>g</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	36.85 e
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	58.69 b c
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	48.14 d
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	67.08 b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	88.70 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	43.85 d e
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	51.15 c d
T8: Testigo	21.86 f
<b>CV (%)</b>	<b>7.79</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

De acuerdo a Toledo, (2016) el peso fresco del follaje determina el contenido de elementos presentes en el follaje, la soya al ser una leguminosa es comúnmente utilizada como abono verde, antes de llegar a la etapa reproductiva. El autor recalca la importancia de conocer el peso en fresco de la planta, si bien es cierto que los inoculantes actúan principalmente sobre la raíz

de la planta, un porcentaje de estos son retenidos por las hojas mediante el proceso de fotosíntesis, por lo que el peso de plantas puede determinar la concentración de nitrógeno en las hojas del cultivo.

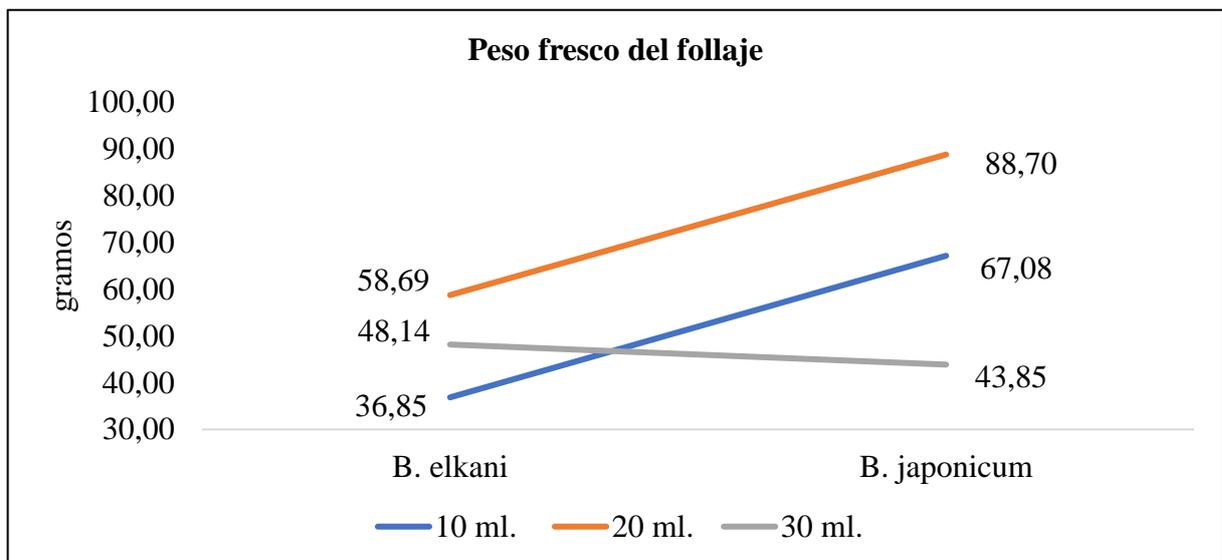
### 11.9.1. Interacción de factores en el peso fresco del follaje

En la figura 9 se aprecia que la mejor interacción se produce con la aplicación de *B. japonicum* en dosificación de 20 ml. obteniendo un peso de planta de 88.70 gramos, en tanto a los pesos obtenidos con la inoculación de *B. elkani* mantiene similares resultados con 58.69 y 48.14 con dosis de 20 y 30 ml. Los resultados son inferiores a los de Catuto, (2013) inoculando las semillas con *B. japonicum* obtuvo 67.23 gramos de peso de planta en estado fresco.

En investigaciones realizadas por Cuadrado *et al.*, (2019) utilizando cepas de Rhizobium en leguminosas se determinó que la presencia de estos microorganismos mantiene los niveles de materia verde en las plantas, sobre todo en el follaje por lo que son muy utilizadas en la elaboración de abonos orgánicos.

Del mismo modo Bautista, (2013) menciona que mediante el peso fresco del material vegetativo se puede estimar la presencia de las bacterias del género Rhizobium incrementan los niveles de nitrógeno en las hojas de leguminosas como soya y frejol representan una alternativa para reemplazar los abonos químicos por abonos verdes.

**Figura 9.** Interacción del peso fresco del follaje.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.10. Peso seco del follaje

Al secar el follaje por 48 horas se puede evidenciar que T5 mantiene el mayor peso, con 20.37 gramos/planta. (Rojas, 2015) sostiene que el contenido de proteína y nutrientes deshidratados por el proceso de secado aún se mantienen en el material vegetativo, por lo que se evidencia el accionar de los *Bradyrhizobium*, manteniendo las propiedades fisiológicas de la planta.

**Tabla 25.** Peso seco del follaje en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

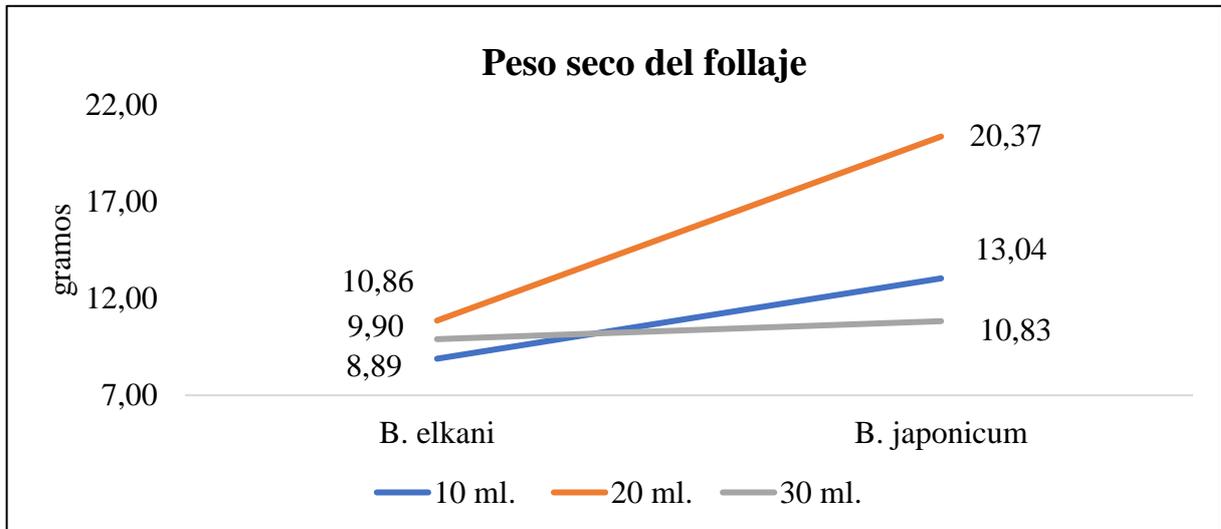
<b>Peso seco del follaje</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>g</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	8.80 d e
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	10.86 b c d
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	9.90 c d e
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	13.04 b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	20.37 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	10.83 b c d
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	11.80 b c
T8: Testigo	7.45 e
<b>CV (%)</b>	<b>9.49</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

#### 11.10.1. Interacción de factores en el peso seco del follaje

En la figura 10 se observa la mejor interacción se presenta con *B. japonicum* en dosis de 20 ml. alcanzando un peso de 20.73 gramos en peso seco, en tanto al inoculante *B. elkani*, mantiene pesos constantes de 10.86, 9.90 y 8.89 gramos para las dosis de 20 ml., 30 ml. y 10 ml. respectivamente.

Los resultados presentados en la presente investigación superan los a los obtenidos por Catuto, (2013) quien con la inoculación de *B. japonicum* alcanzo el peso de 11.94 gramos después de someter las muestras vegetativas por 48 horas a temperatura de 60 °C, lo que significa que las raíces aún mantienen sus propiedades, incluso después de someterlas al tratamiento de secado por periodos de tiempo prolongados.

**Figura 10.** Interacción del peso seco del follaje.

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.11. Peso fresco de la raíz

En la tabla 26 se observa que el tratamiento con promedios más altos en cuanto al peso fresco de raíz se obtuvo con T5, alcanzando los 10.20 gramos, mientras el testigo presentó el menor peso con 4.57 gramos, siendo un tratamiento inferior a los demás.

**Tabla 26.** Peso fresco de raíz en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

Peso fresco de raíz		
Tratamientos	g	
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	6.35	b
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	7.89	b
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	7.78	b
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	7.45	b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	10.20	a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	6.30	b c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	7.36	b
T8: Testigo	4.57	c
<b>CV (%)</b>	<b>10.25</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

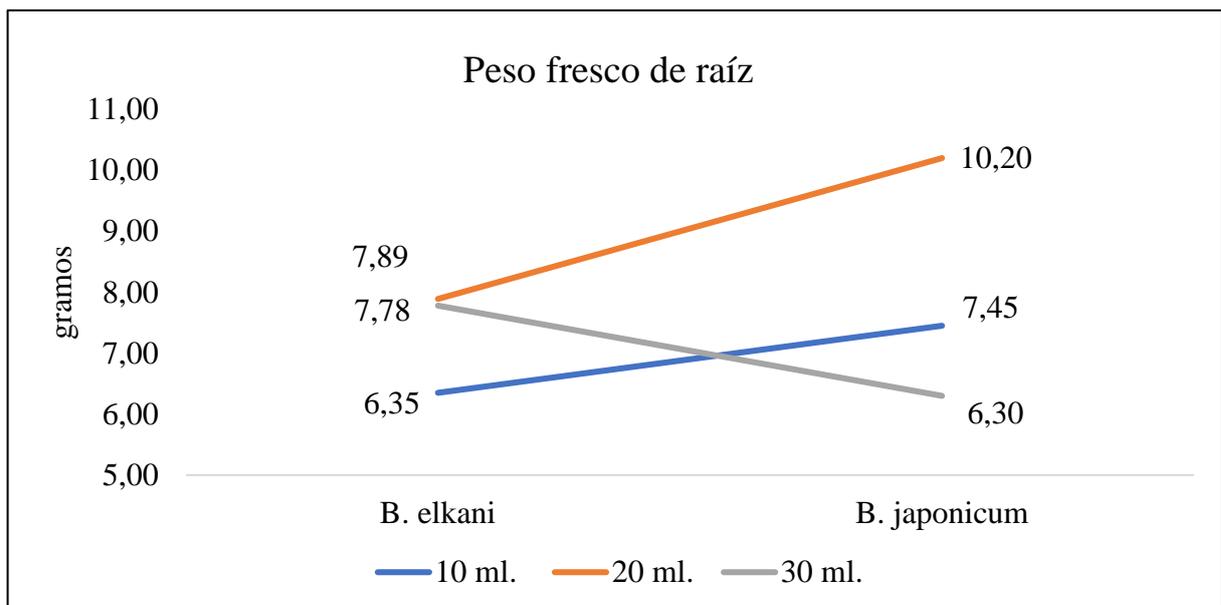
(Toledo, 2016), sostiene que la raíz es una de las partes más fundamentales de la planta, es la que produce los nódulos nitrificantes, al obtener un peso adecuado estas fijan de mejor manera a la planta y el nitrógeno, produciéndolo en cantidades suficientes para la producción del cultivo de soya.

De igual manera Rojas, (2015) afirma que las bacterias pueden permanecer en las raíces, alojadas en los nódulos, por lo que el peso de las raíces tiene importancia en el estudio de estos microorganismos, los cuales tienen la propiedad de fijar nitrógeno atmosférico y sintetizarlo en el suelo.

### 11.11.1. Interacción de factores en el peso fresco de la raíz

La siguiente figura determina que la mejor interacción se presentó con la dosis de 20 ml. de *B. japonicum*, manteniendo un peso fresco de 10.20 gramos, estos resultados son superiores a los expuestos por Lodeiro, (2015) con inoculaciones de *Bradyrhizobium diazoefficiens* por 24 horas alcanzo un promedio de pesos de 6.84 gramos. Lo que corrobora con los datos expresados por Barrios, et al., (2014) quien obtuvo incrementos en la relación del peso fresco de la raíz en aplicaciones de *Bradyrhizobium*, siendo recomendable su uso en cultivos de leguminosas como la soya.

**Figura 11.** Interacción del peso fresco de la raíz



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.12. Peso seco de la raíz

En cuanto al mayor peso seco de raíz se observa en el T5 con 3.08 gramos posterior a la deshidratación, por lo que (Espinoza, 2020) menciona que el efecto de las bacterias en la planta como un estimulante a la retención de proteínas y minerales presentes en la raíz. Bautista, (2013) afirma que incluso cuando las raíces estén deshidratadas, se mantienen en ellas, por lo que el peso seco es un factor que permite determinar la concentración en los nódulos.

**Tabla 27.** Peso seco de raíz en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

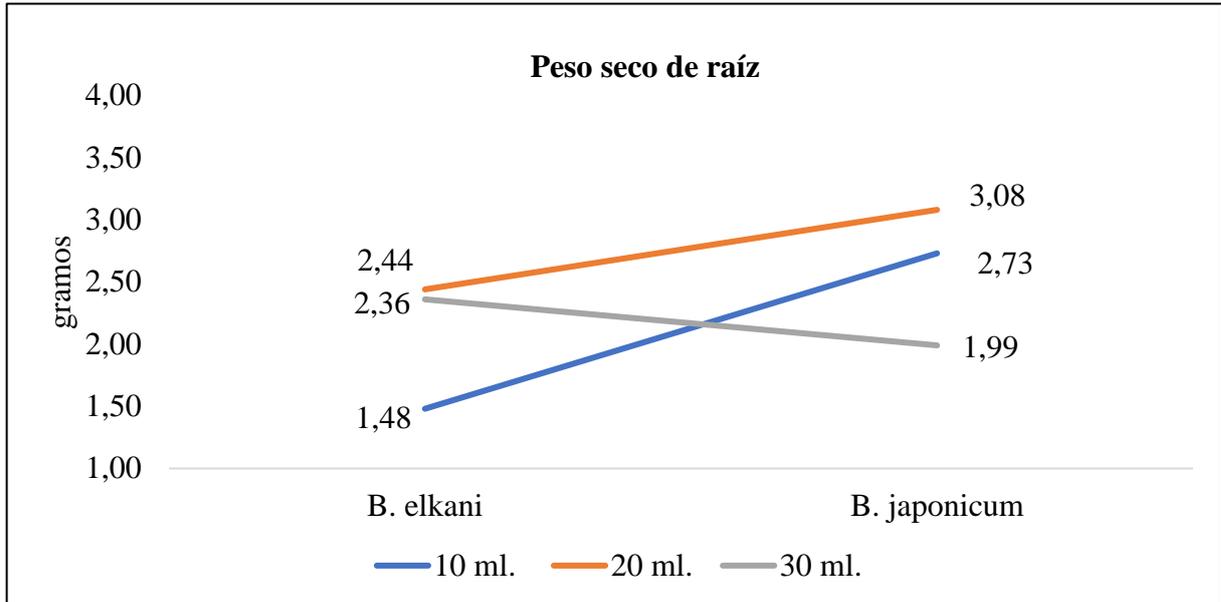
<b>Peso seco de raíz</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>g</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	1.48
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	2.44 a b
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	2.36 a b c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	2.73 a b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	3.08 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	1.99 b c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	2.41 a b
T8: Testigo	1.08 d
<b>CV (%)</b>	<b>17.13</b>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

#### 11.12.1. Interacción de factores en el peso seco de la raíz

En la figura 12 se puede evidenciar el efecto de los inoculantes y las dosis aplicadas, siendo el de mejor interacción el *B. japonicum* en dosis de 20 ml. con 3.08 gramos, siendo superior a los datos de Lodeiro, (2015) el cual obtuvo 2.63 gramos de peso seco.

Según López, (2018) las rizobacterias presentes en las raíces, se mantienen en las raíces por prolongados periodos de tiempo, incluso bajo condiciones adversas. Por ello la incorporación de estas bacterias tienen el beneficio de potencializar la relación simbiótica entre el suelo y la planta.

**Figura 12.** Interacción del peso seco de la raíz.

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.13. Peso de 100 semillas

La tabla 28 evidencia el peso de 100 semillas, donde existen diferencias estadísticas por tratamiento, ubicando a T5 con valores superiores 15.89 gramos, mientras T6 y T1 no presentan diferencias con 14.39 y 14.54 gramos en 100 semillas.

**Tabla 28.** Peso de 100 semillas en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

Peso de 100 semillas	
Tratamientos	g.
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	14.54 b
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	13.69 b c
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	12.50 c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	13.98 b
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	15.89 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	14.39 b
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	13.57 b c
T8: Testigo	12.43 c
<b>CV (%)</b>	<b>4.05</b>

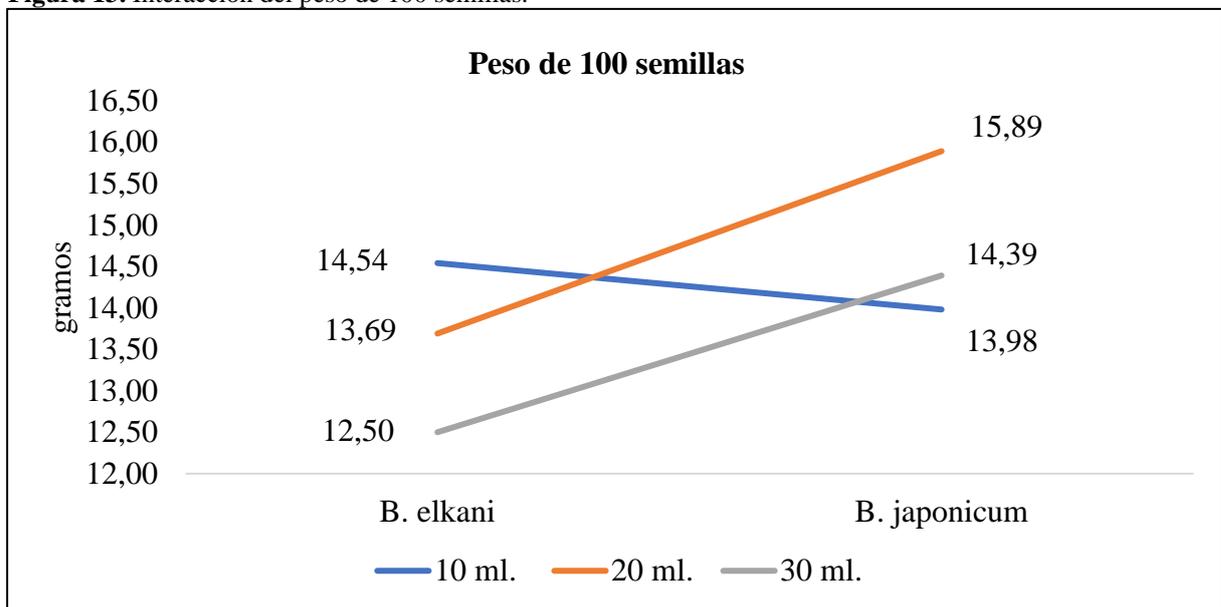
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados obtenidos varían en función de las dosis aplicadas, siendo las dosis de 20 ml las que mejor resultado evidencian, lo que concuerda con lo expresado por Carvajal, (2018) que las bacterias promotoras del crecimiento actúan sobre la producción total de semillas, sintetizando los microorganismos presentes en el suelo para una mejor asimilación por parte de la planta, además al mantener el equilibrio biológico del suelo las características de peso y volumen de semilla se ven ampliamente favorecidos. En tanto para, González, (2015) el peso de las semillas está ligada a la variedad que se cultive, existiendo variedades que toleran condiciones climáticas adversas.

### 11.13.1. Interacción de factores en el peso seco de 100 semillas

En la siguiente figura se analiza el peso de 100 semillas, donde la mejor interacción se presentó con *B. japonicum* en dosis de 20 ml gramos, se comprueba que las dosis no tienen mayor influencia en el peso de las 100 semillas, debido a que las variaciones del peso están condicionada al inoculante bacteriano empleado.

**Figura 13.** Interacción del peso de 100 semillas.



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

De acuerdo a Cedeño, (2016) esta variable se toma para proyectar los resultados de cosecha y vigor de semillas, de esta manera establecer la viabilidad del material destinado para la siembra, sobre todo en gramíneas y leguminosas cuya producción es variable o está determinada por fases fenológicas, además permite establecer la cantidad de semillas requerida para futuras

siembras en el caso de la soya. El autor manifiesta que a partir del peso de 100 semillas se puede conocer la relación cantidad/peso del material vegetativo que se utilizara en la siembra de este cultivo.

#### 11.14. Peso de semillas por tratamiento

Los resultados del peso de semilla por tratamiento muestran que T5 mantiene los mejores resultados con 1.52 kg/tratamiento, resultados inferiores a los registrados por Cruz, (2021), con 2.68 kg por tratamiento en estado de cosecha, en base a estos resultados se comprueba que las aplicaciones de *B. japonicum* muestra el peso más alto en dosis equilibradas.

De acuerdo a López, (2018) la presencia de estas bacterias incrementa la simbiosis de las raíces con el suelo, por lo que las plantas pueden asimilar los nutrientes del suelo y sintetizar para la absorción de la planta mediante la raíz. Del mismo modo Arévalo (2014) en ensayos realizados en tres variedades de soya determino que el peso de las semillas depende del contenido nutricional presente en estas, a menudo las semillas con alto contenido de gluten, producto de la asimilación de nitrógeno presentan pesos superiores en comparación con la fertilización nitrogenada.

**Tabla 29.** Peso de semillas por tratamiento en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

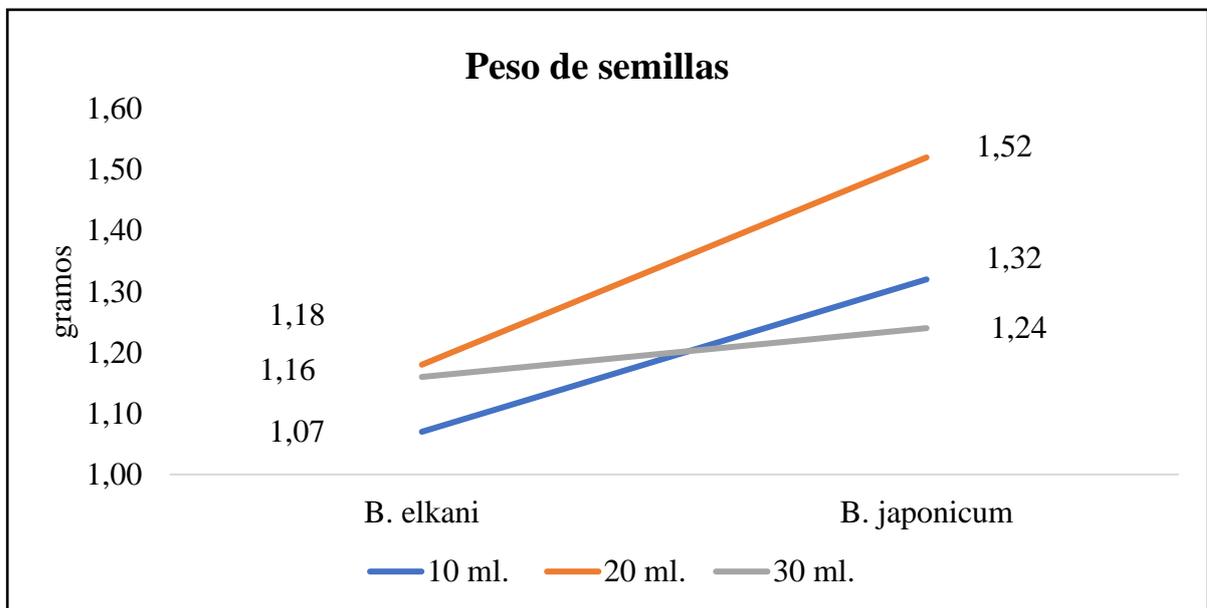
<b>Peso de semillas/tratamiento</b>	
<b>Tratamientos</b>	<b>kg.</b>
T1: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (10 ml.)	1.07 c d
T2: <i>Bradyrhizobium</i> (20 ml.)	1.18 c
T3: <i>Bradyrhizobium elkani</i> (30 ml.)	1.16 c
T4: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (10 ml.)	1.32 b c
T5: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (20 ml.)	1.52 a
T6: <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (30 ml.)	1.24 b c
T7: Testigo convencional (Urea 46%)	1.37 b
T8: Testigo	0.87 d
<b>CV (%)</b>	<b>8.03</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 11.14.1. Interacción de factores en el peso de semillas por tratamiento

Los resultados estadísticos presentados en la figura 14 evidencian que en la interacción de *B. japonicum* y la dosis de 20 ml se obtiene mayor peso de semillas por tratamiento, con 1.52 kg en total, resultado inferior a los expresados por Cruz, (2012) en su estudio evaluando combinación de distintas especies de *Bradyrhizobium* en combinación con microorganismos eficientes alcanzo una producción por tratamiento de 2.68 kg. Por ello recomienda la inoculación de esas bacterias como complemento a la fertilización orgánica con enmiendas edáficas para un máximo rendimiento del cultivo.

**Figura 14.** Interacción del peso de semillas por tratamiento



Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

### 11.15. Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en consideración el precio oficial del quintal de soya, según el portal web del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (MAGAP) hasta la fecha se fijó un precio de USD 30.00 el quintal. En base a este precio se puede determinar que los mayores costos de producción se obtienen con el testigo convencional con USD 1868.00, al ser una fertilización convencional los costos se incrementan, independientemente del rendimiento este método de fertilización trae como consigo la contaminación del medio ambiente y la dependencia del suelo a la aplicación de productos químicos.

El tratamiento económicamente rentable resulto T5, con mayores ingresos USD 3648.00, así como un beneficio neto más alto con USD 2276.00 y una mejor relación beneficio/costo con USD 1.66 por cada unidad monetaria invertida.

**Tabla 30.** Análisis económico en la evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi.

TRATAMIENTOS	Produc. Kg/ha	Precio	Ingreso	Costos	Beneficio	Relación
		Kg. (USD)	Bruto (USD)	Totales (ha)	Neto (USD)	Beneficio Costo
T1: B. elkani (10 ml.)	4280.00	0.60	2568.00	1337.00	1231	0.92
T2: B. elkani (20 ml.)	4720.00	0.60	2832.00	1411.00	1421	1.01
T3: B. elkani (30 ml.)	4640.00	0.60	2784.00	1420.00	1364	0.96
T4: B. japonicum (10 ml.)	5280.00	0.60	3168.00	1307.00	1861	1.42
T5: B. japonicum (20 ml.)	6080.00	0.60	3648.00	1372.00	2276	1.66
T6: B. japonicum (30 ml.)	4960.00	0.60	2976.00	1411.00	1565	1.11
T7: Testigo convencional	5480.00	0.60	3288.00	1868.00	1420	0.76
T8: Testigo	3480.00	0.60	2088.00	1194.00	894	0.75

\*Precio del quintal de soya \$30.00

Elaborado por: Martínez y Vega (2023).

## 12. IMPACTOS

### Técnicos

Es este contexto la producción de soya está tomando impulso nuevamente, posicionándose poco a poco entre uno de los principales productos tradicionales, generando fuentes de trabajo sobre todo para los pequeños productores campesinos, quienes al notar los buenos rendimientos del cultivo incentivarán su producción en gran escala. El manejo técnico del cultivo de soya permitió además que los agricultores conozcan sobre las propiedades de esta leguminosa como fuente de incorporación de nitrógeno, ya que en la mayoría de los casos la soya es conocida solo como cultivo para el consumo. La inoculación e incorporación bacterias tiene excelentes ventajas como mejorar las características como poca altura y alta productividad lo posicionan como una de las mejores alternativas para su cultivo.

**Ambientales**

En cuanto a los impactos ambientales en el desarrollo de este proyecto se utilizaron alternativas completamente biológicas, al utilizar inoculantes bacterianos no se genera contaminación alguna, por otro lado, el control de malezas que fue netamente manual y con herramientas que no generan contaminación al suelo ni a las fuentes hídricas, el manejo fitosanitario de igual manera fue evitando las aplicaciones de productos químicos que destruyen la microfauna del suelo.

**Sociales**

Los impactos sociales que genera el presente proyecto son de tipo favorable, al combinar las buenas prácticas agronómicas con un cultivo rentable como la soya. Este cultivo es muy rentable si se combina con las buenas prácticas agrícolas, que incluso su producción puede realizarse con el trabajo familiar, mejorando las condiciones económicas de las familias que se dedican a la producción de este cultivo.

**Económicos**

La producción de soya es el sustento de miles de personas en nuestro país, si bien es cierto que las cifras disminuyeron, con la implementación de inoculantes además de mantener una agricultura sana se pueden reducir los costos de producción del cultivo.

### 13. PRESUPUESTO

En la tabla 31 se detalla el presupuesto de la investigación.

**Tabla 31.** Presupuesto de la investigación

<b>Insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio total</b>
Análisis de suelo	Unidad	2	32.00	64.00
Semilla de soya	Saco	1	68.29	68.29
Inoculante B. elkani	Litro	1	35.38	35.38
Inoculante B. japonicum	Litro	1	33.28	33.28
Abono químico 15-15-15	Kilogramo	5	3.72	18.60
Bombas de aspersión	Unidad	2	5.25	10.50
Balanza de precisión	Unidad	1	22.00	22.00
Calibrador digital	Unidad	1	28.00	28.00
Herramientas	Unidad	1	35.00	35.00
Labores culturales	Jornal	15	15.00	225.00
Siembra	Jornal	2	15.00	30.00
Aplicación de fertilizante	Jornal	4	15.00	60.00
<b>Total USD</b>				<b>630.05</b>

**Elaborado por:** Martínez y Vega (2023).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El inoculante bacteriano con mejores resultados en el desarrollo vegetativo de la planta, sobre todo en etapas fenológicas iniciales resulto *B. japonicum*, mejorando las características morfológicas de la planta como altura de planta, altura a la inserción de la primera vaina, lo que conlleva a una rápida formación de vainas, acortando el ciclo de producción.
- En el ciclo productivo de la soya las dosis de 20 ml de *B. japonicum* mostraron valores superiores de producción y rendimiento, al estimular la floración y la emisión de vainas, del mismo modo se obtuvieron mayores valores de peso, por lo tanto, la producción de soya se ve incrementada considerablemente.
- El tratamiento económicamente rentable fue el T5 al manejar una dosis equilibrada se acortan los costos de producción, por lo que los beneficios netos se incrementan, logrando una mayor cifra en la relación beneficio/costo. Por lo tanto, se acepta la hipótesis que manifiesta: La utilización de inoculante bacteriano en tres diferentes dosis no influye sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de soya.

### Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación de *B. japonicum* en el cultivo de soya, al ser un inoculante con la capacidad de mantener su ciclo biológico hasta después de la siembra estimula la actividad microbiológica del suelo, mejorando la relación planta/suelo por lo que los nutrientes son absorbidos de manera más eficiente por la planta.
- Es recomendable aplicar una dosificación de 20 ml/litro de agua de *B. japonicum*, por el incremento de la producción en comparación con otros inoculantes, debido a que esta dosificación mostro mejores resultados de vainas por planta y semillas por vaina, dando un alto rendimiento productivo y económico para el agricultor.
- Continuar con investigaciones de inoculantes bacterianos aplicados en otros cultivos, que permitan cuantificar los niveles de producción desde un punto de vista agronómico y económico.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Abdullah , M., & Al-Falih, K. (2015). Factors Affecting the Efficiency of Symbiotic Nitrogen Fixation by Rhizobium. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 55, 127-132.
- AGRIPAC. (2022). Ficha Técnica de semilla Panorama 29. Ficha Técnica, Departamento de evaluación de semillas, Guayaquil.
- Allende, K., Cisneros, M., Espinoza, M., & Ortiz, F. (2021). Fertilización biológica, orgánica y mineral reducida en soya (*Glycine max* L.). *Terra Latinoamericana*. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.725>
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2017). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Revista Ecosistemas*, 74-88.
- Arellano, O., Garcia, K., & Thompson, W. (2018). Efecto de hongos resistentes a condiciones adversas. *Revista GreenPeace*, 43-56.
- Arevalo, E. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de soya (*Glycine max*) en dos densidades de siembra, en la parroquia nueva Loja, provincia de Sucumbíos. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial , Facultad de Ciencias Agropecuaria y Desarrollo Rural, Santo Domingo.
- Barrios, B., Bujan, A., Debelis, S., Blason, A., & López, C. (2014). Relación de raíz/biomasa total de Soja ( *Glycine max* ) en dos sistemas de labranza. *Terra Latinoamericana*, 46-67.
- Basantes, E. (2015). Manejo de cultivos gramíneas y tropicales del Ecuador. *Revista Digital de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*, 55-67.
- BASF. (2022). Ficha Técnica de *Bradyrhizobium elkani*. Ficha Técnica, Departamento de Investagaciones Biologicas, Guayaquil.
- Bauer, G., Weilenmann De Tau, E., Perreti, A., & Monterrubianes, G. (2016). Germinación y vigor de semillas de soja del grupo de maduración III cosechadas bajo diferentes condiciones climáticas . *Revista Brasileira de Sementes*, 134-142.

- Bautista, L. (2013). Inoculación con (*Bradyrhizobium japonicum*) sobre la nodulación de semillas de soya variedad ssk (*Glycine max*) Quevedo-Los Ríos, 2013. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quevedo.
- Bermello , B. (2016). Guía Técnica para el cultivo de soya. Boletín Técnico, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Departamento de Investigaciones Agropecuarias, Santa Elena.
- Cabascango, G. (2016). Evaluación fitosanitaria y agronómica en mezclas de poblaciones locales de soya (*Glycine max*). Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito.
- Calero, H., & Peralta, L. (2015). INIAP-303, una variedad de soya de gran producción y resistente al volcamiento. Comunicación Técnica, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Programa de Oleaginosas, Quevedo.
- Cárdenas, L., Sanchez, A., & Farias, G. (2016). Los aportes biológicos de nitrógeno en la agricultura. Revista Chapingo Serie Fertilizantes, 173-179.
- Carvajal, J. (2018). Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Revista Producción Limpia, 77-96.
- Casas, M., Perez, J., Jerez, F., & Fajardo, S. (2019). Respuesta de soya (*Glycine max* (L) Merr) a la inoculación con *Azospirillum* y *Bradyrhizobium*. Revista Cultivos Tropicales, 78-89.
- Catuto, A. (2013). Efecto de inoculación de *Rhizobium* en el crecimiento y nutrición de plántulas de soya, en la zona de Manglar alto, cantón Santa Elena. Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, La Libertad.
- Cedeño, D. (2016). Efecto de inoculación con rizobacterias en el crecimiento y producción de tres variedades de soya (*Glycine max* L) en el cantón Quevedo. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, Quevedo.

- Clua, A., Olgiati, J., & Beltrano, J. (2013). Evaluación de la doble inoculación Bradyrhizobium-micorrizas y el uso de fitoterápicos de semilla en el crecimiento, eficiencia de inoculación y el rendimiento de un cultivo de soja . RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 61-77.
- Coitiño, R., & Barbazan, M. (2016). Fertilización con potasio en soja: asociación de la respuesta del cultivo con características edáficas y topográficas. Revista Agrociencia (Uruguay), 79-93.
- Corbera, M., & Nápoles, M. (2013). Efecto de la inoculación conjunta Bradyrhizobium elkanii-hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soja (Glycine max (L.) Merrill), cultivar INCASOY-27. Revista Cultivos Tropicales, 62-80.
- Costales, D., Nápoles, M., Travieso, L., Cartaya, O., & Falcon , A. (2021). Compatibilidad Quitosano-Bradyrhizobium aplicados a semillas y su efecto en el desarrollo vegetativo de soja (Glycine max (L.) Merrill). Agronomía Mesoamericana, 63-88.
- Cruz, M. (2021). Producción de Soya (GlycinemaxL.) con aplicación de Bradyrhizobiumjaponicum y Micorrizas arbusculares en la Granja Experimental Limoncito, Provincia de Santa Elena. Tesis de Grado, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Guayaquil.
- Cuadrado, K., Rubio, E., & Santos, W. (2019). Caracterización de cepas de Rhizobium y Bradyrhizobium (con habilidad de nodulación) seleccionados de los cultivos de fríjol caupi (Vigna unguiculata) como potenciales bioinóculos. Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm., 78-104.
- Diaz, G., & Alvarado, M. (2018). Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 134-141.
- Diaz, K., Magallanes, A., Aguado, A., & Hernandez, J. (2015). Respuesta de la soja a inoculantes microbianos. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 103-116.
- Duran, C., Carrillo, M., Delgado, A., López, J., & Zambrano, J. (2022). Uso de abono orgánico y mineral sobre la morfología y rendimiento del cultivo de soja (Glycine max

- L. Merrill) Panorama P29. Revista de las Agrociencias, 78-83. doi:<https://doi.org/10.33936/latecnica.v27i2.4583>
- Duran, L., Carrillo, M., López, J., & Balseca, M. (2021). Evaluación morfológica y rendimiento de la variedad de soja (*Glycine max* L.) INIAP 307 en respuesta a la fertilización orgánica y mineral. Revista Científica Ecociencia. doi:<https://doi.org/10.21855/ecociencia.86.615>
  - Echeverría, H. (2018). Métodos de inoculación de *Cercospora kikuchii* en soja (*Glycine max* L.) bajo condiciones contraladas en invernáculo. Revista Agroterra, 77-82.
  - Espinoza, S. (2020). Respuesta agronómica del cultivo de soja (*Glycine max* L.) a dos fertilizantes orgánicos. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias, Guayaquil.
  - Fernández, C., & De María, K. (2019). Fijación biológica de nitrógeno: factores limitantes. Segundas jornadas científicas sobre medio ambiente del CCMA-CSIC.
  - Ferraris, G., & Couretot, L. (2019). Nuevas estrategias de inoculación en soja. Efectos sobre la nodulación, el rendimiento y su interacción con prácticas de manejo. Revista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 78-83.
  - Fher, W., & Caviness, C. (2013). Stages of soy bean development. Iowa St Univ Special Report, 156-167.
  - Franco, L., Magallanes, A., & Hernandez, J. (2015). Respuesta de la soja a inoculantes microbianos en el norte de Tamaulipas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 49-62.
  - García, B. (2020). Soja: Criterios para la fertilización del cultivo. Revista Latinoamericana de Agronomía, 93-112.
  - Gaterol, Y., & Gonzalez, K. (2014). Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa. Revista de la Facultad de Agronomía, 81-98.

- Gonzalez, G., & Mosquera, C. (2017). Efectos e impactos ambientales en la producción y aplicación de fertilizantes biológicos en el cultivo de sandía. *Revista Ingeniería y Región*, 162-174.
- Gonzalez, M. (2015). Origen y desarrollo de la variedad de soya (*Glycine max* (L) Merrill.) INIAP 310 de alto rendimiento y calidad de grano”. Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Facultad de Agronomía y Ciencias Renovables, Guayaquil.
- Guaman, J., Andrade, T., & Alava, D. (2020). Guía para el cultivo de soya en el litoral ecuatoriano. Boletín divulgativo, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Departamento de Investigación, Milagro.
- Hernández, I., Napoles, M., & Morales, B. (2015). Caracterización de aislados de rizobios provenientes de nódulos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) con potencialidades en la promoción del crecimiento vegetal. *Revista Cultivos Tropicales*, 77-92.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2018). Manejo Técnico del cultivo de soya. INIAP, Programa Nacional de Soya, Guayaquil.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2019). Nueva variedad de soya de alto rendimiento y de buena calidad de semilla para el Litoral. Boletín Divulgativo no. 364, INIAP, Programa Nacional de Oleaginosas de Ciclo Corto, Guayaquil.
- Llerena, O., & Castaño, N. (2014). Importancia de la coinoculación de la bacteria *Bradyrhizobium japonicum* con Hongos Micorrizas Arbusculares en el cultivo de soya. *Revista Alternativas UCSG*, 87-93.
- Lodeiro, A. (2015). Interrogantes en la tecnología de la inoculación de semillas de soya con *Bradyrhizobium* spp. *Rev Argent Microbiol.*, 88-102.
- Lopez, S. (2018). Interacciones tempranas entre *Bradyrhizobium japonicum* y soja: efectos de la escasez de N y la distribución de los rizobios sobre la raíz. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata, Departamento de Ciencias Biológicas, Buenos Aires.

- Maqueira, P., Torres, N., Rojan, O., Pérez, S., & Toledo, D. (2016). Respuesta del crecimiento y rendimiento de cuatro cultivares de soya *Glycine max.* (L.) Merrill) durante la época de frío . *Cultivos Tropicales*, 77-91.
- Martin, H., Tamayo, U., Varela, M., Hernandez, I., & Da Silva, E. (2017). Cuantificación de la fijación biológica de nitrógeno en *Canavalia ensiformis* crecida en un suelo pardo mullido carbonatado mediante los métodos de abundancia natural de  $^{15}\text{N}$  y diferencia de N total. *Cultivos Tropicales*, 122-130.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2023). MAGAP. Obtenido de Precios de gramíneas y leguminosas de la costa: <https://www.agricultura.gob.ec/el-precio-de-la-soya-se-fijo-en-30-00-el-quintal/>
- Napa, F. (2016). Selección de cultivares avanzados de soya (*Glycine max* L Merrill) por rendimiento y tolerancia a plagas, en la zona de La Esmeralda, Cantón Montalvo, Provincia de Los Ríos. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quevedo.
- Nápoles, M. (2016). Inducción de la nodulación en soya (*Glycine max* (L.) Merrill) por *Bradyrhizobium* sp. Tesis de Doctorado, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas , Unidad de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, La Habana.
- Napoles, M., Gonzalez, G., Ferreira, A., & Rossi, A. (2014). Efecto de diferentes inoculantes sobre la nodulación de la soya cultivada en condiciones de estrés. *Cultivos Tropicales*, 78-89.
- Nápoles, M., Martínez, D., Gómez, G., & Sommers, E. (2016). Efecto de diferentes medios de cultivo en la multiplicación celular de *Bradyrhizobium elkanii* . *Cultivos Tropicales*, 105-114.
- Noda, Y. (2019). Las fertilización biológica: Una alternativa de fertilización ecológica en leguminosas. *Pastos y Forrajes*, 57-72.
- Olivo, C. (2017). Evaluación agronómica de 16 líneas de soya en la Estación Experimental Pichilingue, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos. Tesis de grado, Universidad De Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil.

- Orduño, K., & Troyo, N. (2017). Morfología y desarrollo de soya. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, 43-54.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020). Aporte de la FAO para la producción de semillas en el trópico de América Latina. Artículo de Investigación, FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Guayaquil.
- Oropesa, J., & Penton, G. (2016). Efecto de la fertilización biológica y/o mineral en la producción de forraje de morera (*Morus alba* L.). Revista pastos y forrajes, 63-77.
- Peña, J., Grajeda, O., & Vera, J. (2017). Manejo de fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas. Revista Terra Latinoamericana, 79-86.
- Rojas, J. (2015). El cultivo de soya común en América Tropical (2 ed.). (I. Litocom, Ed.) Tegucigalpa: Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano".
- Sandrakirana, R., & Arifin, Z. (2021). Estudio de la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en la producción de soya (*Glycine max*) en suelo seco. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 81-98.
- Sanjuan, J., & Moreno, N. (2017). Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. Revista colombiana de biotecnología, 12, 4-17.
- Soto, J. (2022). Evaluación del crecimiento y nodulación de plantas de soya (*Glycine max*) inoculadas con *Rhizobium* y *Bradyrhizobium japonicum* en Manglaralto, Santa Elena. Revista Científica y Tecnológica UPSE, 58-64.
- SYNGENTA. (2022). Ficha Técnica de *Bradyrhizobium japonicum*. Ficha Técnica, Guayaquil.
- Toledo, R. (2016). Etapas Fenológicas del Cultivo de Soja. Cátedra de Cereales y Oleaginosas, 67-78.
- Torres, C., & Sarcos, I. (2017). Inoculación en Soja: Nuevo Sistema que Permite Mejorar la Captura de Nitrógeno. Revista Digital Nitragin Argentina, 94-112.

- Valencia, R., & Ligarreto, G. (2021). Análisis de la interacción soya-cepa (*Bradyrhizobium japonicum*) x ambiente, en oxisoles de la Orinoquia colombiana. *Agronomía colombiana*, 82-98.
- Ventimiglia, L. (2017). Inoculación en soja: Dosis, forma y combinación de Microorganismos. *Revista Digital INTA*, 56-70.
- Veronesi, M. (2014). Tesis de Grado, Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias, Buenos Aires. Obtenido de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-inoculantes-soja-gualeguaychu.pdf>
- Villar, J., Viñars, M., Alvarez, X., & Dorta, U. (2018). Tecnología de producción de inoculantes de *Bradyrhizobium* y factibilidad económica de su aplicación agrícola en cultivos seleccionados. *Revista Digital Cultivos Tropicales*.

## 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: Martínez Meza Alex Javier con C.C. 1208121572 y Vega Tomalo Henry Javier con C.C. 1205296187, de estado civil solteros y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominarán **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. 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. - LOS CEDENTES** son personas naturales estudiantes de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Febrero 2017 – Marzo 2022.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Quinatoa Lozada Eduardo MSc.

Tema: “Evaluación de dos cepas de *Bradyrhizobium spp.* en tres diferentes dosis dentro del cultivo de soya (*Glycine max*), en la zona de La Maná, provincia de Cotopaxi”.

**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, **LOS CEDENTES** 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 **LOS CEDENTES**, 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 **LOS CEDENTES** 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 **LOS CEDENTES** 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 **LOS CEDENTES** en forma escrita.

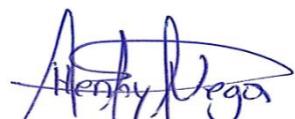
**CLÁUSULA NOVENA. -** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse 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 días del mes de febrero del 2023.

  
Martínez Meza Alex Javier

  
Vega Tomalo Henry Javier

**LOS CEDENTES**

PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## Anexo 2. Reporte de Urkund

## Document Information

Analyzed document	URKUND_TESIS SOYA MARTINEZ_VEGA.pdf (D158652494)
Submitted	2/15/2023 1:19:00 AM
Submitted by	
Submitter email	kleber.espinosa@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Antay.pdf</b> Document Antay.pdf (D139467216)	 2
<b>SA</b>	<b>"Beneficios ambientales y económicos de Rhizobium spp. en relación simbiótica con especies vegetales en base a su capacidad de fijación de nitrógeno", Revisión Sistemática.docx</b> Document "Beneficios ambientales y económicos de Rhizobium spp. en relación simbiótica con especies vegetales en base a su capacidad de fijación de nitrógeno", Revisión Sistemática.docx (D141774122)	 2
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / CHANGO ALEX_RHIZOBIUM_GUARANGUITO.docx</b> Document CHANGO ALEX_RHIZOBIUM_GUARANGUITO.docx (D133838273) Submitted by: giovana.parra@utc.edu.ec Receiver: giovana.parra.utc@analysis.orkund.com	 1
<b>SA</b>	<b>URKUN damian tesis.docx</b> Document URKUN damian tesis.docx (D19517406)	 1

<https://secure.orkund.com/view/151468772-677870-154127#/details/fulltext>

Anexo 3. Certificado del idioma ingles



CENTRO  
DE IDIOMAS

## *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: **“EVALUACIÓN DE DOS CEPAS DE *Bradyrhizobium* spp. EN TRES DIFERENTES DOSIS DENTRO DEL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*), EN LA ZONA DE LA MANA, PROVINCIA DE COTOPAXI”** presentado por: **Martínez Meza Alex Javier y Vega Tomalo Henry Javier**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Agronómica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

La Maná, febrero del 2023

Atentamente,

  
**Lic. Olga Samanta Abedrabbo Ramos Mg.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI:050351007-5**

**Anexo 4.** Hoja de vida del docente tutor



## **DATOS PERSONALES**

**Apellidos y nombres:** Quinatoa Lozada Eduardo Fabián

**Fecha de nacimiento:** 02 de febrero de 1985

**Estado civil:** soltero

**Cédula de ciudadanía:** 1804011839

**Ciudad de residencia:** Cevallos

**Dirección de domicilio actual:** Cantón Cevallos, Barrio San Fernando

**Celular:** 0996385776

**Correo electrónico:** [eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec](mailto:eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec)

## **INSTRUCCIÓN ACADÉMICA**

Máster Universitario en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

## **EXPERIENCIA LABORAL**

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Docente- Investigador.

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas IBMCP, Laboratorio de cultivo *in vitro*. Investigador.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Investigador

VitroPlantas, Empresa de Biotecnología. Gerente Propietario- Investigador.

## **CAPACITACIÓN O PARTICIPACIÓN EN EVENTOS CIENTÍFICOS:**

Formación de Tutores de Nivelación Especializados en Modalidad en Línea

I Ciclo de conferencias: Biología Molecular aplicado a las Ciencias Agropecuarias

## **PUBLICACIONES:**

Preliminary Phytochemical Screening of Some Andean Plants September- October 2014

<https://www.google.es/webhp?hl=es#hl=es&q=screening+eduardo+quinatoa+marco+cassillo+metabolitos>

Anexo 1. Hoja de vida de los estudiantes investigadores



## **CURRICULUM VITAE**

### **INFORMACIÓN PERSONAL**

**Apellidos y nombres:** Martinez Meza Alex Javier

**Fecha de nacimiento:** 22 de junio de 1997

**Cédula de ciudadanía:** 1208121572

**Ciudad de residencia:** La Mana– Cotopaxi

**Celular:** 0992760550

**Correo electrónico:** alex.martinez1572@utc.edu.ec

### **INFORMACIÓN ACADÉMICA**

**Primer Nivel:**

Escuela de Educación básica Patricia Pilar

**Segundo Nivel:**

Unidad Educativa José María Velaz

**Tercer Nivel:**

Universidad Técnica de Cotopaxi "Extensión La Maná"

### **TITULOS OBTENIDOS**

Bachillerato General

Unificado

### **IDIOMAS**

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma de Inglés

### **SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN**

**Seminario:** III JORNADAS AGRONÓMICAS

**Dictado:** Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná.

**Lugar y fecha:** La Maná 20, 21, 22 de Junio del 2018

**Tiempo:** 40 horas

**Seminario:** III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA

**Dictado:** Agrocalidad y Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Lugar y fecha:** La Maná 19, 20 y 21 de Junio del 2019

## **CURRICULUM VITAE**



### **INFORMACIÓN PERSONAL**

**Apellidos y nombres:** Vega Tomalo Henry Javier

**Fecha de nacimiento:** 02 de junio de 1997

**Cédula de ciudadanía:** 1205296187

**Ciudad de residencia:** La Mana–  
Cotopaxi

**Celular:** 0967296851

**Correo electrónico:** henry.vega6187@utc.edu.ec

### **INFORMACIÓN ACADÉMICA**

#### **Primer Nivel:**

Escuela de Educación básica Narciso Cerda Maldonado

#### **Segundo Nivel:**

Instituto Tecnológico Agropecuario "Ciudad de Valencia"

#### **Tercer Nivel:**

Universidad Técnica de Cotopaxi "Extensión La Maná"

### **TÍTULOS OBTENIDOS**

Bachillerato General

Unificado

### **IDIOMAS**

Español (nativo)

Suficiencia en el Idioma de Inglés

### **SEMINARIOS DE CAPACITACIÓN**

#### **Seminario: III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA**

**Dictado:** Agrocalidad y Universidad Técnica de Cotopaxi.

**Lugar y fecha:** La Maná 19, 20 y 21 de Junio del 2019

**Tiempo:** 40 horas

## Anexo 5. Evidencias fotográficas

**Fotografía 1.** Limpieza del terreno



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 2.** Recoleccion de muestras de suelo.



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 3.** Planta de soya en estado R2



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 4.** Registro de altura de planta.



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 5.** Emisión de flores



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 6.** Identificación de tratamientos



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 7.** Emisión de vainas



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 8.** Aplicación de inoculantes



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 9.** Conteo de número de nódulos



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 10.** Culminación de trabajo de campo



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 11.** Ingreso de muestras a laboratorio



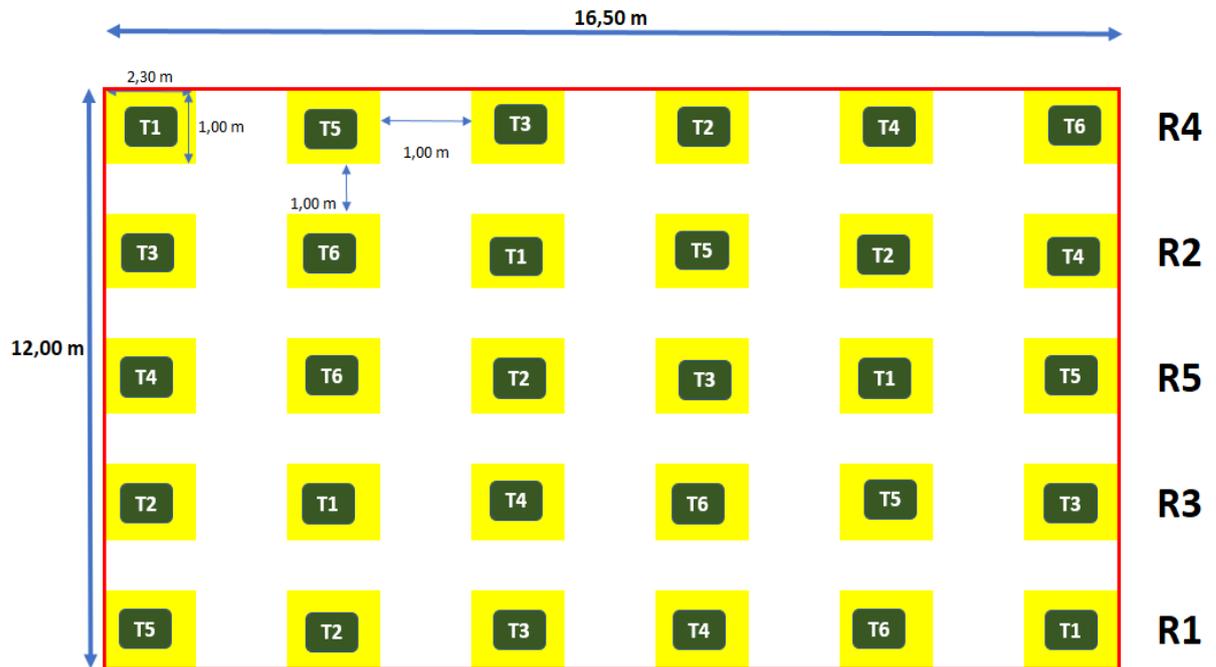
Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Fotografía 12.** Registro de datos en laboratorio



Fuente: Martínez y Vega (2023)

**Anexo 6.** Diseño de parcelas experimentales



**TRATAMIENTOS**

T1 = Bradyrhizobium elkani/10 ml.

T2 = Bradyrhizobium elkani/20 ml.

T3 = Bradyrhizobium japonicum/10 ml.

T4 = Bradyrhizobium japonicum/20 ml.

T5 = Testigo Covencional (Urea 46%N)

T6 = Testigo absoluto

Anexo 7. Análisis de suelo



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 3 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.entp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Hamilton Fajardo	Nombre :	Sachawima	Cultivo Actual :	Café
Dirección :		Provincia :	Cotacachi	N° Reporte :	5718
Ciudad :	La Maná	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo :	04/06/2019
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	04/06/2019
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	18/06/2019

N° Muestr. Laboral.	Datos del Lote		pH	ppm		mg/100ml					ppm											
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	F	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B								
95290	Muestra 1		5,4	Ar	RC	13	0	9	0,45	3	0	0,6	18	M	1,8	0	4,0	300	4,7	0	0,27	0

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES			
<b>pH</b>				<b>Elementos de N y B</b>		<b>pH</b>		<b>Urea Modificada</b>	
1,0-3,5 = Muy Acido	3,6-5,0 = Liger. Acido	5,1-6,5 = Liger. Alcalino	6,6-8,0 = Regimen Cal	B = Bajo					
3,6 = Acido	5,1 = Paso. Neutro	6,6 = Media. Alcalino		M = Medio					
5,0-6,5 = Media. Acido	6,6 = Medio	8,1 = Alcalino		A = Alto					
						<b>N,P,K</b>		<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Pb,Mn,Zn</b>	
						= Suelo agua (1:2,5)		= Carbón activo	
						= Carbón activo		= Tartarato	
						= Tartarato		= Absorción aniónica	
						K,Ca,Mg,Cu,Pb,Mn,Zn		= Absorción aniónica	
								= Absorción aniónica	
								B,O	

*[Signature]*  
**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS**

*[Signature]*  
**RESPONSABLE LABORATORIO**