



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agronómica

**Evaluación de estrategias integradas para el control de la
antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn)
Scribner en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sector
La Argelia**

Trabajo de Integración
Curricular, previo a la obtención
del título de Ingeniera Agrónoma

AUTORA:

Liliana Elizabeth Ordoñez Medina

DIRECTOR:

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo PhD.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 15 de agosto de 2023

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo

PhD. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de estrategias integradas para el control de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn) Scribner en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sector La Argelia** previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónoma**, de autoría de la estudiante **Liliana Elizabeth Ordoñez Medina**, con **cédula de identidad Nro. 1105155731**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Dr. Tulio Fernando Solano Castillo PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Liliana Elizabeth Ordoñez Medina**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

A handwritten signature in blue ink that reads "Liliana Ordoñez". The signature is written in a cursive style with some loops and a horizontal line underneath the name.

Cédula de identidad: 1105155731

Fecha: 27 de noviembre del 2023

Correo electrónico: liliana.ordonez@unl.edu.ec

Teléfono: 0968598747

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Liliana Elizabeth Ordoñez Medina**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Evaluación de estrategias integradas para el control de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn) Scribner en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sector La Argelia**, como requisito para optar por el título de Ingeniera Agrónoma, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este Trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veintisiete días del mes de noviembre del dos mil veintitrés.

Firma:



Autora: Liliana Elizabeth Ordoñez Medina

Cédula: 1105155731

Dirección: Loja-Loja-La Banda

Correo electrónico: liliana.ordonez@unl.edu.ec

Teléfono: 0968598747

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Integración Curricular: Dr. Tulio Fernando Solano Castillo PhD

Dedicatoria

"Cree en ti mismo y en lo que eres. Sé consciente de que hay algo en tu interior que es más grande que cualquier obstáculo" (Christian D. Larson). El presente Trabajo de Integración Curricular va dedicado primeramente a Dios por darme valentía y fortaleza para poder culminar mis estudios universitarios.

A mi padre Manuel Ordoñez y a mi madre Maricela Medina por su apoyo incondicional a lo largo de todo el trayecto formativo, que han sido mi principal motivación para mi crecimiento personal y poder lograr esta meta tan anhela.

Además, esta meta se la dedico a mi esposo Jihpson Gueledel quién fue la persona que estuvo alentándome, motivándome y ayudándome en los momentos más duros de mi formación.

Liliana Elizabeth Ordoñez Medina

Agradecimiento

Agradezco, a la Universidad Nacional de Loja por permitirme formar parte de su alma mater, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y en especial a la Carrera de Agronomía y a todos sus docentes quienes supieron transmitir y compartir sus conocimientos de manera eficiente para mi formación profesional.

Asimismo, agradezco a mi director de tesis Dr. Tulio Solano ya que fue un pilar fundamental en la orientación y ejecución de este Trabajo de Investigación. Gracias por su guía y sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria de mi futuro profesional.

A mi familia abuelitos, papás, hermanos, esposo y compañeros por su apoyo incondicional ya que estuvieron siempre en las buenas y en las malas compartiendo momentos inolvidables en el transcurso de mi carrera.

Liliana Elizabeth Ordoñez Medina

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos.....	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción.....	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
4. Marco teórico.....	6
4.1. Generalidades del cultivo de fréjol	6
4.2. Clasificación taxonómica del fréjol	6
4.3. Antracnosis en el cultivo de fréjol	6
4.3.1. Agente causal	6
4.3.2. Importancia económica de la antracnosis.....	7
4.3.3. Condiciones climáticas de la antracnosis	7
4.3.4. Ciclo infeccioso de la antracnosis	7
4.3.5. Distribución geográfica	8
4.3.6. Síntomas y daños.....	9

4.3.7. Rango hospedero	9
4.3.8. Umbral económico	10
4.3.9. Nivel de daño	10
4.3.10. Incidencia.....	10
4.3.11. Severidad	10
4.3.12. Métodos para el control de la antracnosis	10
4.4. Costos de producción	14
4.4.1. Costo en Recursos Humanos.....	14
4.4.2. Costo de insumos y materiales	14
4.4.3. Rentabilidad	14
5. Metodología.....	15
5.1. Ubicación del área de estudio	15
5.2. Metodología general	16
5.2.1. Métodos de Investigación.....	16
5.2.2. Preparación del terreno y delimitación de bloques y parcelas	16
5.2.3. Diseño Experimental	19
5.2.4. Análisis estadístico	20
5.3. Metodología para el primer objetivo.....	20
5.4. Metodología para el segundo objetivo	23
5.4.1. Preparación y aplicación del control biológico en el ensayo de campo.....	23
5.4.2. Preparación y aplicación del extracto de verbena (<i>Verbena officinalis</i>).....	24
5.4.3. Preparación y aplicación del químico	25
5.4.4. Eficiencia de los tratamientos	25
5.4.5. Muestreo y evaluaciones de la antracnosis	26
5.5. Metodología para el tercer objetivo	26
6. Resultados	28
6.1. Diagnóstico de la distribución, incidencia y severidad de la antracnosis en plantaciones	

de fréjol en el cantón Loja.....	28
6.2. Evaluación de los ensayos de manejo integrado para el control de la antracnosis en el cultivo de fréjol.	29
6.2.1. Índice de incidencia.....	29
6.2.2. Índice de severidad (%).....	30
6.2.3. Variables evaluadas en la planta	31
6.3. Costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción.....	31
7. Discusión	34
7.1. Diagnóstico de la distribución de incidencia y severidad de la antracnosis en plantaciones de fréjol en el cantón Loja.....	34
7.2. Evaluación de los ensayos de manejo integrado para el control de la antracnosis en el cultivo de fréjol	35
7.2.1. Índice de incidencia de la antracnosis	35
7.2.2. Índice de severidad de la antracnosis	36
7.2.3. Variables agronómicas	37
7.3. Costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción.....	38
8. Conclusiones	40
9. Recomendaciones	41
10. Bibliografía	42
11. Anexos	53

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la antracnosis	7
Tabla 2. Codificación y especificaciones técnicas de los productos	19
Tabla 3. Unidades de producción de fréjol muestreadas en el cantón Loja, marzo – abril 2023	21
Tabla 4. Escala utilizada para la evaluación de la antracnosis (<i>C. lindemuthianum</i>).....	22
Tabla 5. Diferentes dimensiones y segmentación de los Costos de Producción	27
Tabla 6. Medias para el índice de incidencia (%) de <i>C. lindemuthianum</i> entre bloques en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.....	29
Tabla 7. Medias para el índice de incidencia (%) de <i>C. lindemuthianum</i> entre tratamientos (TTO) en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.....	29
Tabla 8. Medias para el índice de severidad (%) de <i>C. lindemuthianum</i> entre bloques en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.....	30
Tabla 9. Medias para el índice de incidencia (%) de <i>C. lindemuthianum</i> entre tratamientos (TTO) en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.....	30
Tabla 10. Medias para las diferentes variables agronómicas del cultivo de fréjol.....	31
Tabla 11. Costos generales de producción del ensayo (480 m ²).....	32
Tabla 12. Costos de producción por tratamiento (TTO) en dólares USD.....	32
Tabla 13. Valor de producción, Relación Beneficio/Costo y rentabilidad de los tratamientos (TTO) por ha.....	33

Índice de figuras

Figura 1. Ciclo reproductivo asexual de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	8
Figura 2. Síntomas característicos de <i>C. lindemuthianum</i> en hoja (A), vainas (B y C) y semilla (D) de fréjol.	9
Figura 3. Ubicación del área de estudio	15
Figura 4. Esquema del diseño experimental en campo sobre las estrategias integradas para el control de <i>C. lindemuthianum</i> en el cultivo de fréjol en el sector La Argelia.....	20
Figura 5. Porcentaje de índice de incidencia y severidad de la <i>C. lindemuthianum</i> en los diferentes sectores productivos de fréjol. Letras asignadas acorde a prueba de Tukey (95 %).	28

Índice de anexos

Anexo 1.	Preparación del terreno y delimitación del área experimental	53
Anexo 2.	Resultados del análisis de suelo del sector Moraspamba perteneciente a la Quinta Experimental La Argelia.	53
Anexo 3.	Cálculo para la corrección del pH del suelo	54
Anexo 4.	Cálculos de fertilización para el cultivo de fréjol.....	55
Anexo 5.	Siembra del fréjol mantequilla	56
Anexo 6.	Germinación de fréjol a los 8 días después de la siembra.....	56
Anexo 7.	Deshierbe de las plantas de fréjol.....	56
Anexo 8.	Identificación de los tratamientos e implementación del tutorado en el cultivo de fréjol	57
Anexo 9.	Control fitosanitario	57
Anexo 10.	Evaluación diagnóstica de la antracnosis en los diferentes sectores productores de fréjol	57
Anexo 11.	Escala ilustrativa de severidad en vainas de fréjol para evaluar la reacción del patógeno <i>C. lindemuthianum</i>	58
Anexo 12.	Aplicación de los respectivos tratamientos para el control de la antracnosis	58
Anexo 13.	Toma de datos de las variables agronómicas	59
Anexo 14.	Vainas infestadas por <i>C. lindemuthianum</i> el ensayo.....	59
Anexo 15.	Resultado del análisis de varianza para el diagnóstico de <i>C. lindemuthianum</i> en los diferentes sectores productivos de fréjol de los índices de incidencia % y severidad %.....	59
Anexo 16.	Resultados de ANOVA para el índice de incidencia % de la antracnosis	60
Anexo 17.	Resultados de ANOVA para el índice de severidad % de la antracnosis.....	60
Anexo 18.	Resultados de ANOVA para las variables agronómicas	61
Anexo 19.	Certificación de traducción del resumen.	62

1. Título

Evaluación de estrategias integradas para el control de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn) Scribner en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sector “La Argelia”.

2. Resumen

La presente investigación consistió en realizar un diagnóstico de la antracnosis del fréjol (*Colletotrichum lindemuthianum*) a nivel de fincas productoras y evaluar en condiciones de campo tres estrategias para el control de la antracnosis en la Quinta Experimental La Argelia de la Universidad Nacional de Loja, el ensayo se desarrolló bajo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, además se determinaron los costos de aplicación de los tratamientos y la rentabilidad de la producción. Las variables evaluadas fueron índices de incidencia, severidad y las variables agronómicas altura de la planta, número de hojas, número de flores, número de vainas, longitud de vaina y rendimiento. El efecto de los tratamientos sobre las variables dependientes se evaluó mediante un Análisis de Varianza Simple (ANOVA) complementado con las Pruebas de Comparación Múltiple (Tukey al 0,05 %). En la evaluación diagnóstica se determinaron porcentajes elevados de incidencia entre 44,50 % a 73,89 % y un índice de severidad entre 19,29 % a 43,54 %. Los resultados de los bioensayos en todas las variables presentaron diferencias significativas entre tratamientos, de los cuales el tratamiento químico alcanzó los mayores niveles de efectividad expresados en la reducción de la incidencia al 17,24 % y la severidad de 6,79 %, seguido del biológico que redujo la incidencia al 25,49 % y la severidad al 8,63 % y el extracto botánico con valores inferiores. El análisis para los costos de los tratamientos en relación con los niveles de efectividad y los rendimientos alcanzados determinó que todos los tratamientos obtuvieron rendimientos superiores al testigo y relaciones B/C superiores a 1,0; los cuales incidieron positivamente en la rentabilidad, destacando el control químico con una relación B/C de 1,78 y rentabilidad de 2 439,85 USD/ha, seguido del biológico con una Relación B/C de 1,43 y rentabilidad de 1 436,82 USD/ha.

Palabras claves: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaseolus vulgaris* L, Control biológico, Extracto botánico, Control químico, Costo de tratamiento.

Abstract

The present research consisted of carrying out a diagnosis of bean anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) at the level of producing farms and evaluating under field conditions three strategies for the control of anthracnose at the Quinta Experimental La Argelia of the National University of Loja, the trial was developed under the Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and four replications, and the costs of applying the treatments and the profitability of production were also determined. The variables evaluated were incidence indexes, severity and the agronomic variables plant height, number of leaves, number of flowers, number of pods, pod length and yield. The effect of the treatments on the dependent variables was evaluated by means of a Simple Analysis of Variance (ANOVA) complemented with Multiple Comparison Tests (Tukey at 0,05 %). In the diagnostic evaluation, high percentages of incidence between 44,50 % and 73,89 % and a severity index between 19,29 % and 43,54 % were determined. The results of the bioassays in all variables showed significant differences between treatments, of which the chemical treatment reached the highest levels of effectiveness expressed in the reduction of incidence to 17,24 % and severity of 6,79 %, followed by the biological treatment that reduced incidence to 25,49 % and severity to 8,63%, and the botanical extract with lower values. The analysis of the costs of the treatments in relation to the levels of effectiveness and the yields achieved determined that all treatments obtained higher yields than the control and B/C ratios higher than 1,0, which had a positive impact on profitability, highlighting the chemical control with a B/C ratio of 1,78 and a profitability of 2 439,85 USD/ha, followed by the biological control with a B/C ratio of 1,43 and a profitability of 1 436,82 USD/ha.

Key words: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaseolus vulgaris* L, Biological control, Botanical extract, Chemical control, Treatment cost.

3. Introducción

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) se considera una de las leguminosas más importantes en la alimentación humana (Cruz et al., 2018) y constituye una fuente esencial de proteína vegetal, carbohidrato y hierro que puede incluso sustituir al consumo de carne (Cruz et al., 2018; Navarrete et al., 2013 y Vinces, 2020), además, genera ingresos económicos en los pequeños y medianos productores entre un 40 % a 70 % de rentabilidad (Vinces, 2020). Los principales productores de esta leguminosa a nivel mundial son la India (3,40 millones t), Brasil (3,36 millones t), Myanmar (2,50 millones t), China (1,60 millones t) y México (1,17 millones t) (Chávez & Vásquez, 2021).

En Ecuador la producción es de 35 394 t de los cuales 17 717 t corresponde a grano seco y 17 677 t de grano tierno (INEC - ESPAC, 2021) y se considera baja en relación con la producción mundial debido a que existe diferentes factores que afectan directamente en la producción, tales como semillas de mala calidad, incidencia de plagas y enfermedades, manejo inadecuado del cultivo y escasa disponibilidad de variedades mejoradas (Campos & Nicola, 2022). Entre las enfermedades principales está la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magnus) que puede ocasionar pérdidas de hasta un 90 % al 100 % en el rendimiento en variedades susceptibles y condiciones ambientales favorables para el patógeno (Menegassi et al., 2017; Antunes et al., 2014 y Rodríguez et al., 2018).

En la provincia de Loja el cultivo de fréjol está ampliamente distribuido en todos los cantones y zonas ecológicas desde los 200 msnm (Zapotillo) hasta los 2 600 msnm aproximadamente (Peralta et al., 2013). Sin embargo, las estadísticas de producción son similares a la producción nacional debido a las causas antes indicadas, entre las cuales se destaca la antracnosis (Chávez & Vásquez, 2021) con registros de producción de 327 t en monocultivo y de forma asociada 755 t (INEC - ESPAC, 2021).

Para el control de la antracnosis del fréjol hasta ahora se ha trabajado mayoritariamente con productos fúngicos de variados ingredientes activos tales como: tebuconazole, N-(triclorometiltio), Propiconazole, ftalimida (folpet 80 WDG), mancozeb, Azoxystrobin y Trifloxystrobin, sin embargo esta alternativa tiene un impacto negativo en la salud debido a sus efectos crónicos, envenenamiento a nivel mundial y alta contaminación ambiental, así lo señalaron López et al. (2022).

Por esta razón se busca implementar sistemas de producción sostenible, con otras alternativas como el control biológico a base de microorganismos antagonistas como *Trichoderma asperellum* y *Bacillus subtilis* (Murillo et al., 2022; Cruz et al., 2018). Otra estrategia utilizada actualmente es el uso de extractos botánicos con acción fungicida como *Verbena officinalis*, *Moringa oleifera*, *Anadenanthera peregrina*, *Lantana cámara*, *Calendula officinalis* y otras especies (García et al., 2016).

Por las consideraciones indicadas, la presente investigación tuvo como finalidad evaluar alternativas de control químico, biológico y extractos de *Verbena officinalis* para contribuir a la determinación de estrategias adecuadas para el control de esta enfermedad en las condiciones edafoclimáticas de la hoya de Loja, con el fin de disminuir los niveles de pérdidas de producción y garantizar así mejores niveles de rentabilidad a nivel de pequeños y medianos productores de la zona.

Este proyecto de tesis se relaciona con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Objetivo 2 “Poner fin al hambre” con el fin de lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promover la agricultura sostenible. Además, este se relaciona con el Objetivo 12 “Producción y Consumo Responsable” ya que, permite garantizar modalidades de producción sostenible; además está relacionado con la línea de investigación institucional “Sistemas Agropecuarios Sostenibles para la Soberanía Alimentaria” y la sublínea de investigación de la carrera de Agronomía “Sanidad Vegetal y Manejo Integrado de Plagas en Diferentes Sistemas Productivos”.

Para dar respuesta a la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar estrategias integradas para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en el sector “La Argelia”.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la distribución de incidencia y severidad de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en diferentes plantaciones de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Loja.
- Ejecutar una propuesta de manejo integrado para el control de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L).
- Establecer los costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción.

4. Marco teórico

4.1. Generalidades del cultivo de fréjol

El fréjol (*P. vulgaris* L.) es la leguminosa de grano de mayor importancia en el mundo. Es una fuente de calorías, proteínas, fibras, minerales, y vitaminas para millones de personas en países desarrollados y en desarrollo alrededor del mundo (García, 2014).

Según Álvarez et al. (2015), de acuerdo con la distribución geográfica de la mayoría de especies que pertenecen al género *Phaseolus* son consideradas de origen mesoamericano. Delgado-Salinas et al. (1999) clasificaron el género *Phaseolus* en 50 especies, mientras que Freytag & Debouck (2002) en 70 especies. De todas ellas, solo cinco han sido domesticadas: *P. acutifolius* A. Gray, *P. vulgaris* L., *P. coccineus* L., *P. lunatus* L., y *P. dumosus* Macfad., siendo *P. vulgaris* L la de mayor importancia económica.

El fréjol común es proveniente de América Central, posiblemente de México originándose de la especie *P. aboriginus*. A partir de material fósil se sabe que se iniciaron los cultivos de leguminosas hace más de 7 000 años en México y Perú, estableciéndose como un alimento básico en la dieta de los aborígenes (Cordero, 2022).

En Ecuador la producción es de 35 394 t, es decir, 0,2 % de la producción mundial, actualmente para fréjol seco se cosechan 89 789 ha de 105 127 ha sembradas y a su vez se cosecha en verde 15 241 ha de 16 464 ha. En comparación con los rendimientos potenciales de cultivos de más de 2,000 kg/ha, Ecuador ha registrado rendimientos promedio de leguminosas más bajos de 430 kg/ha en monocultivo y 110 kg/ha cuando se relaciona con maíz (INEC - ESPAC, 2021). Las zonas que se dedican a la producción de fréjol en el país se encuentran en las provincias: Carchi, Imbabura, Cotopaxi, Tungurahua, Cañar, Pichincha, Loja y Bolívar (Vinces, 2020).

4.2. Clasificación taxonómica del fréjol

Valladares (2010) clasifica al fréjol con la siguiente taxonomía: Reino Plantae, División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Subclase Rosidae, Orden Fabales, Familia Fabaceae, Subfamilia Faboideae, Tribu Phaseoleae, Subtribu Phaseolinae, Género *Phaseolus* y Especie *P. vulgaris*.

4.3. Antracnosis en el cultivo de fréjol

4.3.1. Agente causal

El agente causal de la antracnosis del fréjol referenciado por León (2009), es el hongo fitopatógeno *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Mag.) Scrib., en su fase asexual o estado imperfecto. Su clasificación taxonómica corresponde a los taxones de la tabla 1.

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la antracnosis

Reino:	Fungi
Clase:	Deuteromicetos
Orden:	Melanconiales
Género:	<i>Colletotrichum</i>
Especie:	<i>C. lindemuthianum</i>

4.3.2. Importancia económica de la antracnosis

La antracnosis es considerada como la enfermedad más limitante en el cultivo de fréjol (Menegassi et al., 2017). Esta enfermedad causa pérdidas que oscilan en un 35 % a 95 % según la susceptibilidad del cultivar y afecta principalmente la calidad de la vaina y a su semilla (García, 2014).

La antracnosis del fréjol es uno de los principales factores que contribuyen a esta baja productividad por su embestida inicial en la etapa joven reduciendo el vigor de la planta y posteriormente el rendimiento de la vaina (Manjunath et al., 2016).

Esta enfermedad está extendida en casi todas las regiones frijoleras del mundo y a menudo causa daños severos que afectan en el rendimiento, la calidad de la semilla por el manchado de la misma debido a que, la semilla puede quedar infectada hasta un 50 % y a la comerciabilidad (Mohammed et al., 2013 y DGSV-CNRF, 2020).

4.3.3. Condiciones climáticas de la antracnosis

Esta enfermedad se manifiesta con mayor frecuencia en zonas con altitudes superiores a 1 000 msnm, alta humedad relativa > 92 %, temperaturas moderadas de 13 °C a 26 °C y lluvias frecuentes para que los conidios entren en contacto con la parte aérea de la planta para germinar o producir un anclaje y penetración del hongo en el tejido de la planta (García, 2014).

4.3.4. Ciclo infeccioso de la antracnosis

Cuando existe penetración del hongo en los tejidos vegetales de la planta, se empieza a desarrollarse las hifas y forman un micelio consistente que se alimenta de las células huésped (planta de fréjol) dando paso al apareamiento de lesiones características. Los principales ataques ocurren en las zonas de baja exposición a la radiación solar, como en áreas próximas al suelo, en el envés de las hojas. Con el pasar del tiempo se desarrollan masas de color salmón en el centro de las lesiones, cuyo interior se forman las conidioesporas (acérvulos o cuerpo fructífero asexual) (Pérez et al., 2010).

En el momento que se rompen los acérvulos, se dispersan los conidios con la ayuda del viento y gotas de agua figura 1. De esta manera se producen nuevas infecciones a las plantas colindantes y facilita la conservación en el medio a la espera de una oportunidad para germinar,

debido a que conidios pueden sobrevivir por varios años en el suelo, en los restos de cosecha (tallos infectados, vainas y hojas) y en los materiales usados para el tutorado del cultivo. También, las ninfas logran sobrevivir de forma latente en la parte inferior de la testa de las semillas, siendo así el mecanismo constituyente para la propagación de la enfermedad en el espacio y tiempo (Pérez et al., 2010).

Por tanto, el ciclo infeccioso de la enfermedad tiene una duración de 12 días a 14 días para que liberen miles de esporas (Rodríguez-Ortega et al., 2018).

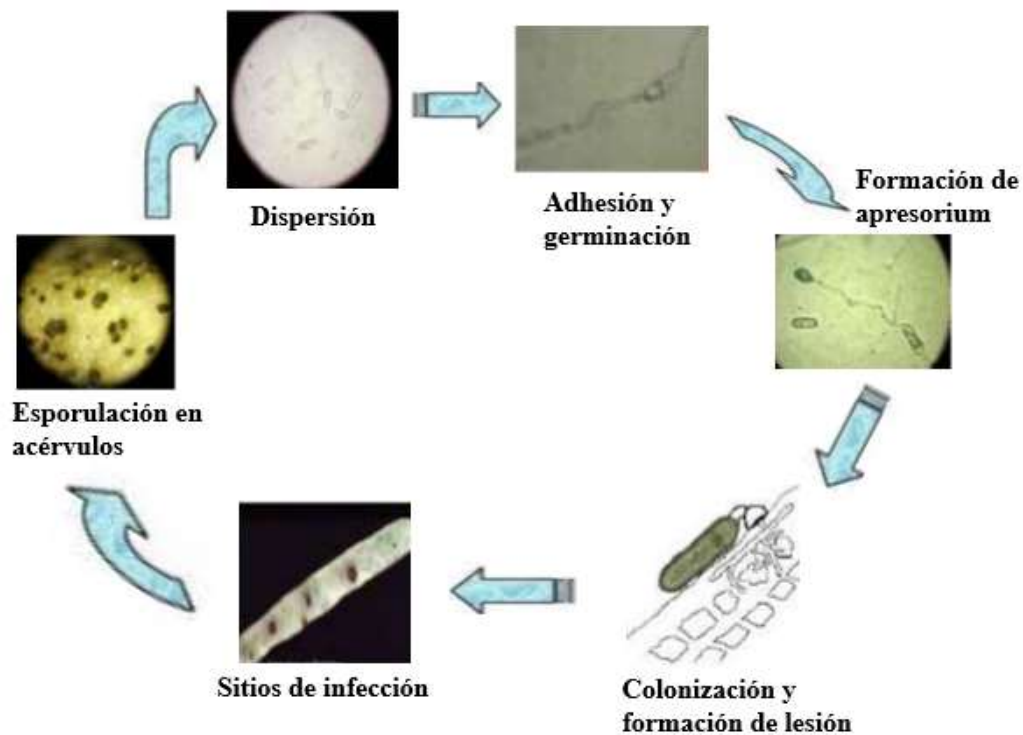


Figura 1. Ciclo reproductivo asexual de *Colletotrichum lindemuthianum*
Créditos: García, 2014.

4.3.5. Distribución geográfica

Su distribución es alrededor de todo el mundo, aunque las mayores pérdidas se ocasionan en las zonas templadas y subtropicales que en los trópicos. En América Latina ha causado daños severos en tres países como Brasil, Argentina y México (León, 2009).

4.3.6. Síntomas y daños

Los síntomas de esta enfermedad se sitúan en la parte aérea de las plantas de fréjol. Además, se caracteriza por poseer lesiones bien específicas de color pardo oscuro sobre los principales órganos de la planta como tallos, hojas cotiledonales, hojas trifoliadas, vainas o semillas Figura 2. Sin embargo, en estado más avanzados estas lesiones cambian a chancros cóncavos delimitados por un borde rojizo cuyo interior puede surgir una masa gelatinosas de color rojizo o salmón que puede contener conidias o conidiesporas. Si el hongo ataca a las plántulas ocasiona la muerte, si el ataque es en las hojas ocasiona una defoliación de la planta y cuando afecta a las vainas existe la posibilidad de llegar a la semilla causando el deterioro y en casos muy severos provoca la caída de vainas (Pérez et al., 2010).

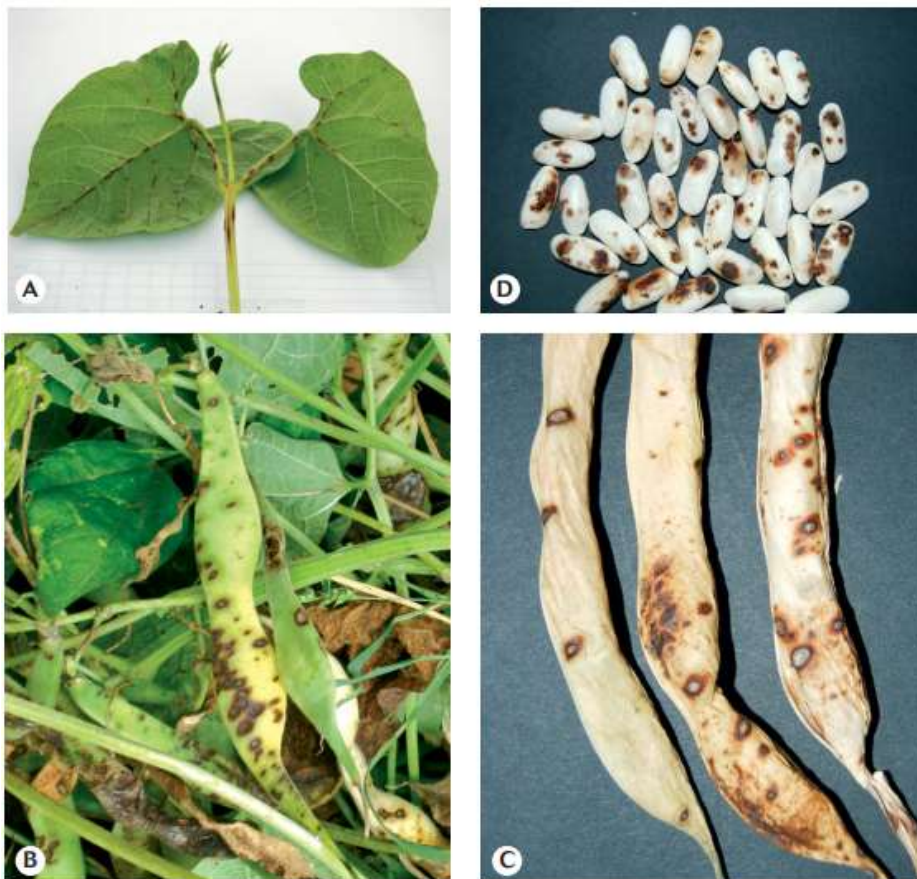


Figura 2. Síntomas característicos de *C. lindemuthianum* en hoja (A), vainas (B y C) y semilla (D) de fréjol.

4.3.7. Rango hospedero

El hongo *C. lindemuthianum* puede infectar a muchas especies del género *Phaseolus*, pero *P. vulgaris* es su hospedante principal. Además, puede atacar a las siguientes especies: *P. acutifolius* variedad *latifolius*, *P. coccineus*, *P. lunatus*, *P. aureus*, *Vigna unguiculata* y *Vicia faba* (Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1981).

4.3.8. Umbral económico

El umbral de acción de la enfermedad debe superar la incidencia el 10 % para realizar un control, para ello se deben iniciar monitoreos desde el desarrollo del primer nudo (V1) hasta la formación de la vaina (R3) (Cervantes, 2022).

4.3.9. Nivel de daño

Dentro de un programa de control, primero se debe identificar correctamente la enfermedad, definir época de evaluación y medir la cantidad de daño causada por la enfermedad. Para la evaluación o cuantificación del nivel de daño de la enfermedad se deben utilizar las escalas de incidencia y severidad (Tamayo, 1995).

4.3.10. Incidencia

Se refiere a la cantidad de unidades vegetales (plantas, hojas, vainas) que estén afectados por la enfermedad dentro de una población cualquiera ya sea plantas, hojas o vainas. Se debe expresar en porcentaje de la población total evaluada (Roncal, 2004).

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas por la enfermedad}}{\text{Total de plantas evaluadas}} * 100 \quad \text{Ec 1}$$

4.3.11. Severidad

Se refiere a la cantidad de tejido vegetal (planta, hoja, vaina) que estén afectado por la enfermedad y se expresa como porcentaje de la cantidad total del tejido de la planta, hoja o vaina evaluada (Roncal, 2004).

$$\% \text{ AFA (Severidad)} = \left(\frac{\sum(\text{Número vaina} * \text{Grados})}{\text{Total de vainas evaluadas} * \text{Grado mayor}} \right) * 100 \quad \text{Ec 2}$$

4.3.12. Métodos para el control de la antracnosis

4.3.12.1. Fungicidas y biológicos para el control de la antracnosis

Según el Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de México (DGSV-CNRF, 2020) la antracnosis causada por *C. lindemuthianum* se controla en el campo por medio de aplicaciones fúngicas en forma de aspersiones foliares, ya sea para prevenir la infección o de acciones curativas por medio de fungicidas sistémicos. Sin embargo, se busca implementar nuevas alternativas como son el uso de hongos entomopatógenos de origen natural ya que puede tener un efecto negativo en el crecimiento de *C. lindemuthianum*.

A continuación, se presenta estudios realizado con controles biológicos y químicos:

Mohammed et al. (2013) evaluaron el efecto del manejo integrado de la antracnosis del fréjol a través de la solarización del suelo y la aplicación de fungicidas sobre el desarrollo de enfermedades y la sanidad de las semillas de fréjol común variedad Mexican-142. Obtuvieron una diferencia significativa en la incidencia de antracnosis, la gravedad, las vainas infectadas por plantas, las semillas infectadas y el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (AUDPC) entre los tratamientos.

Por otro lado, Aguilar et al. (2021) realizaron su trabajo con el fin de describir la sintomatología, identificar cultural y morfológica al agente causal y evaluar la eficiencia de fungicidas in vitro. Obtuvieron resultados según los síntomas y las características culturales y morfométricas descritas, los aislamientos se identificaron como *C. lindemuthianum*, *C. truncatum* y *Ascochyta pisi*, donde se confirmó con los postulados de Koch. El fungicida más efectivo fue trifloxystrobin+tebuconazole, seguido de tebuconazole, procloraz y mancozeb que inhibieron completamente el crecimiento micelial (100 %) de los hongos identificados.

En un estudio realizado por Cruz et al. (2015) evaluaron el efecto biocontrolador de aislamientos de *Trichoderma asperellum* sobre enfermedades causadas por hongos en los cultivos de arroz, fréjol y soya en condiciones de campo. Lograron comprobar que la cepa Ta.78 *T. asperellum* en el cultivo de arroz disminuyó con respecto al tratamiento de control, en 48 % el índice de ataque del hongo *Rhizoctonia solani* y la distribución en 76,2 %, mientras que redujo el 100 % de las afectaciones por *Pyricularia grisea*. Por otro lado, al evaluar el hongo *Fusarium solani* en el fréjol lograron diferenciar que con la aplicación de la cepa Ta. 13 de *T. asperellum* al suelo y a los 10 días después de la germinación (ddg) redujo el índice de ataque en el 91,5 % y la distribución en el 82 %, no obstante, a los 80 ddg el fréjol, con la aplicación Ta.13 en tres momentos (suelo, 10 ddg y 70 ddg) el hongo *Uromyces appendiculatus*, agente causante de la roya del fréjol, tuvo un índice de ataque y una distribución de 88,6 % y 74,5 % respectivamente, menor que en el control. Así mismo con la aplicación en tres momentos de *T. asperellum* en soya se disminuyó la distribución de los hongos *Fusarium* spp, *P. pachyrhizi* y *Cercospora kikuchii* en 18 %, 37 % y 69 %, respectivamente y el índice de ataque de *P. pachyrhizi* en 43 %.

Cruz et al. (2018) realizaron su trabajo con el fin de evaluar, en condiciones de campo, el comportamiento del cultivar Tomeguín 93 de fréjol común (*P. vulgaris* L.) ante las enfermedades causadas por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* [Burkholder] Snyder & Hansen) y *Uromyces appendiculatus* (Pers.), donde aplicaron SevetriC, cuyo producto activo proviene de

la cepa Ta. 13 de *T. asperellum*. Evaluaron la presencia de síntomas de las enfermedades y se determinó la incidencia y severidad en las plantas. Con estas aplicaciones de SevetriC disminuyeron significativamente la incidencia y severidad de las enfermedades. Por tanto, las plantas tratadas con el producto biológico tuvieron un mayor número de legumbres con respecto al tratamiento sin aplicación existiendo correlaciones negativas entre el índice de ataque de *U. appendiculatus* con respecto a la masa de 100 granos.

Sileshi et al. (2014) evaluaron la eficiencia de fungicidas alternativos en la aspersión foliar y bioagentes para el tratamiento de semillas para el manejo de la antracnosis del fréjol común, donde utilizaron tres fungicidas: mancozeb, folpan y mancolaxy, complementariamente aplicaron bioagentes como tratamientos de semillas con formulaciones de *T. viride*, *T. harzianum* y *P. fluorescens*. Resultó que el fungicida más eficiente para el control *C. lindemuthianum* fue el folpan, ya que presentó un mayor rendimiento por kg/ha. El bioagente *P. fluorescens* mostró resultados prometedores para el control de dicha enfermedad.

Otro estudio es el realizado por Mohammed et al. (2014) de manejo de campo de antracnosis en fréjol común a través de fungicidas y bioagentes para determinar si existe una reducción de los síntomas de la antracnosis con el uso de aerosoles foliares de mancozeb, folpan y mancolaxyl o bioagentes antagónicos: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride* y *Pseudomonas fluorescens* y en consecuencia aumentar el rendimiento. Obtuvo un alto porcentaje de vainas infectadas de 78,9 % y 55,0 % registrado en las parcelas de control y rociadas con mancozeb respectivamente. El mayor valor AUDPC dio como resultado el rendimiento más bajo de 1,01 t/ha en las parcelas de control en comparación con el rendimiento más alto de 3,3 t/ha de las parcelas rociadas con folpan y 1,8 t/ha de parcelas tratadas con *Pseudomonas fluorescens*. Sin embargo, el uso de tratamientos de aspersión foliar con folpan y semillas de *Pseudomonas fluorescens* es una alternativa novedosa, ya que presentó mejores resultados para disminuir los síntomas de antracnosis en fréjol común y consecuentemente lograr un mayor rendimiento.

4.3.12.2. Extractos botánicos para el control de la antracnosis

Los extractos permiten llevar una agricultura ecológica, dando un buen aprovechamiento a las especies vegetales existentes en la comunidad, las cuales deben obtener componentes activos minerales que ayuden a un buen desarrollo de las plantas, libre de plagas y enfermedades. A continuación, se presentan algunos estudios realizados con extractos botánicos:

García et al. (2016) evaluaron la efectividad biológica de extractos acuosos de cuatro especies de plantas sobre hongos patógenos en semillas de habichuela (*Vigna unguiculata* L.) Walp,

para lo cual utilizaron tres concentraciones de extracto vegetal (25 %, 50 % y 75 %) de las especies *Moringa oleífera* Lam. (Moringa), *Morinda citrifolia* L. (noni), *Azadirachta indica* A. Juss (nim) y *Melia azedarach* L. (paraíso). Estos extractos resultaron ser buenos candidatos para el control de *M. phaseolina*, sin embargo, noni, nim y paraíso en todas las concentraciones demostraron una excelente efectividad contra *C. cucurbitarum*, excepto noni al 25 % para los hongos *Fusarium* spp y *A. alternata*. Los extractos vegetales de nim y noni a la concentración de 50 % resultan ser efectivos para el control de *Fusarium* spp., mientras que el extracto de paraíso a partir del 25 % resultó eficiente para el control de *Cladosporium* sp. y a partir del 50 % para *Alternaria alternata*.

Fonseca y López (2018) plantearon alternativas menos nocivas para el control de agentes causales de enfermedades que interfieren en la productividad de las plantas cultivadas, este trabajo lo realizaron con la finalidad de determinar si los extractos vegetales que contienen metabolitos secundarios, se podrían convertir en sustancias para el control de hongos de las semillas de soya en almacenamiento, para lo cual identificaron microorganismos presentes durante la aplicación de los tratamientos. Los extractos de plantas evaluados fueron: T1: verbena (*Verbena officinalis*), T2: yopo (*Anadenanthera peregrina*), T3: cámara (*Lantana camara*) y T4: caléndula (*Calendula officinalis*), comparadas con un testigo sin tratamiento T5. Donde el extracto de *Verbena officinalis* presentó 94,33 % de control sobre los hongos y el tratamiento con *Anadenanthera peregrina* presentó un 91 %, con estos dos extractos observaron el mayor porcentaje de germinación a los cinco y ocho días.

Silva et al. (2022) realizaron su estudio sobre la actividad antifúngica de los extractos fenólicos de orégano y romero para el control de la antracnosis en fréjol común. El objetivo fue investigar la composición química de ambos extractos por LC-HRMS y sus actividades inhibitorias in vitro e in vivo contra los aislados de *C. lindemuthianum*. Para ello, evaluaron la inhibición del crecimiento micelial, la inhibición de la germinación de conidios, la fitotoxicidad de los extractos en las hojas desprendidas de fréjol y la reducción de la severidad de la antracnosis en condiciones de invernadero. Resultando la inhibición completa del crecimiento del micelio de *C. lindemuthianum* por ambos extractos al 2 % (orégano) y 3 % (romero), la inhibición de la germinación de esporas fue para romero el 100 % y para orégano 85 % a una concentración de 3 % del extracto y no observaron síntomas de fitotoxicidad en las hojas de fréjol tratadas con los extractos. Ambos extractos fueron eficientes en la reducción de la severidad de la antracnosis ya sea de modo preventivo y curativo en prácticas de agricultura sostenible.

4.4. Costos de producción

Los costos de producción según Villalba et al. (2021) son los que determinan el valor del bien o servicio al final de la producción, una correcta gestión de los tres elementos podrá reducir los gastos innecesarios en la producción. Por otra parte Chiliquinga & Vallejos (2017) definen costos de producción como aquellos costos que se aplican con el propósito de transformar de forma o de fondo la materia prima en productos terminados o semielaborados utilizando fuerza de trabajo, maquinaria, equipos y otros. Además, está compuesto por la combinación de tres elementos: materia prima directa, mano de obra directa y gastos de fabricación.

4.4.1. Costo en Recursos Humanos

Este cálculo se basa en las necesidades planteadas por el tamaño y las tecnologías especificadas para el proyecto y en la parte de organización del estudio técnico se detallan los mismos.

4.4.2. Costo de insumos y materiales

Zúniga (2011) señala que materiales que se requieren para la operación de un proyecto, varían en gran medida dependiendo del tipo del proyecto y del proceso; además, alude que los elementos técnicos permiten definir los insumos necesarios para la producción de bienes y servicios, tales como los materiales complementarios requeridos para que un proyecto se encamine adecuadamente. En cuanto a la información sobre todos los materiales necesarios para la operación del proyecto debe constar el rubro, la cantidad requerida, la unidad de medida utilizada y el costo unitario referido a la unidad de medida, de esta forma se podrá calcular el costo total para cada tipo de material y así mismo el costo total del rubro para un determinado volumen de producción o de atención.

4.4.3. Rentabilidad

De acuerdo con Torres et al. (2013), la rentabilidad se determina en base a la Relación Beneficio/Costo debido a que es un método para contrarrestar los beneficios obtenidos con los gastos generados durante el proceso de producción. La fórmula más utilizada para obtener la rentabilidad según Ayala-Garay et al. (2013) indican la siguiente:

$$R = IT - CT \quad Ec 3$$

Donde:

IT: Ingreso total/ha

CT: Costo total de producción/ha

5. Metodología

5.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la Estación Experimental Docente “La Argelia” de la Universidad Nacional de Loja, sector La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón y provincia de Loja (Figura 3). Geográficamente se encuentra ubicada al sur de la hoya de Loja, en las siguientes coordenadas: Longitud 79°12'47'' W, Latitud 03°57'20'' S y a una altitud de 2 138 m.s.n.m.

El suelo de la estación presenta una textura franca, con un rango medio de contenido de materia orgánica (1,5 %), densidad aparente (1,5 g/cm³) y un pH de 5 a 6 (Calva, 2019). Según Holdridge (1967), ecológicamente la Estación Experimental “La Argelia-Loja”, corresponde a una zona de vida Bosque seco montano bajo (bs-Mb). Presenta las siguientes condiciones climáticas: precipitación anual de 1 848,1 mm, temperatura media anual de 16,4 °C, temperatura máxima de 21,3 °C, temperatura mínima 12,4 °C, humedad relativa media 78 % y una velocidad del viento media 3 km/h (INAMHI, 2020).

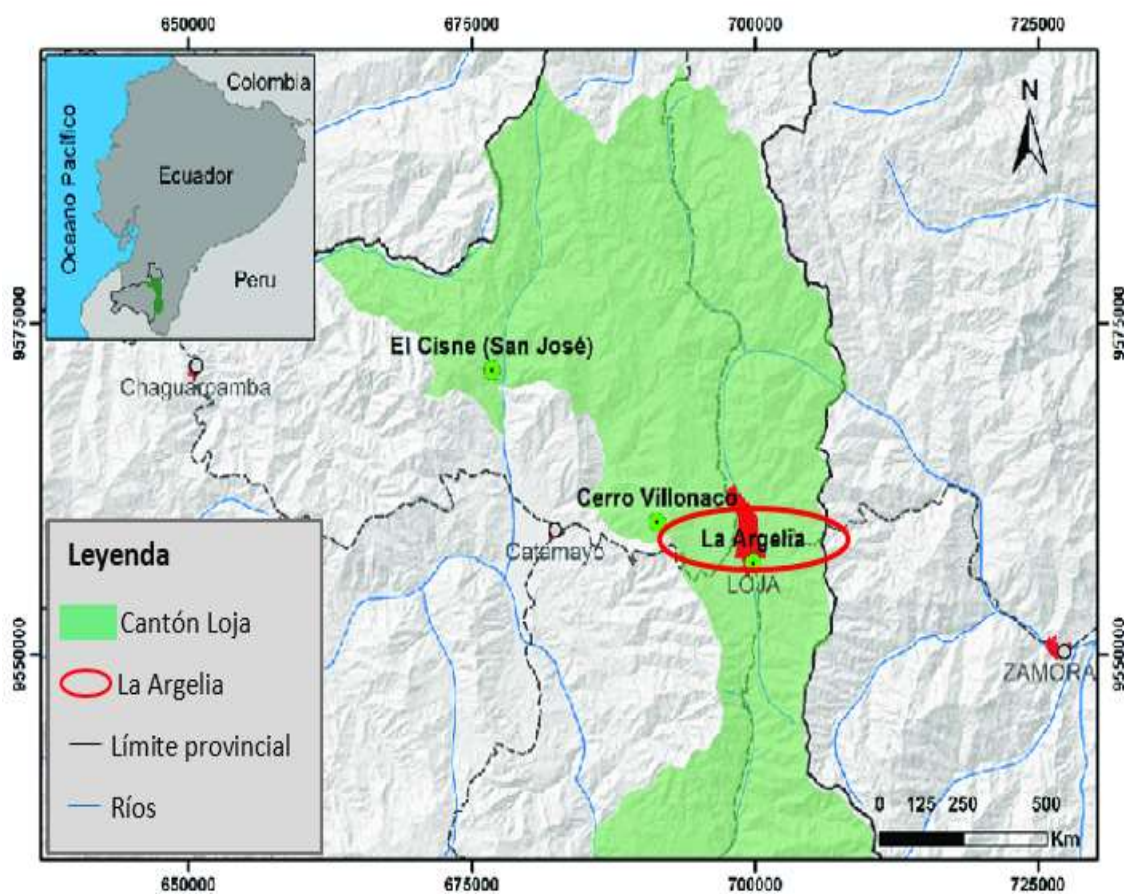


Figura 3. Ubicación del área de estudio

5.2. Metodología general

5.2.1. Métodos de Investigación

La investigación se ejecutó bajo el enfoque conceptual del método de investigación explicativa, apoyándose en los métodos Inductivo - Deductivo y el método científico mediante bioensayos experimentales en una plantación de fréjol establecida en el sector “La Argelia” en el cantón Loja, en la cual se evaluaron cuatro estrategias para el control de la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*. Los tratamientos evaluados fueron control químico, un biológico, extractos botánicos y un testigo absoluto, durante un período de cuatro meses aproximadamente.

5.2.2. Preparación del terreno y delimitación de bloques y parcelas

Para la preparación del terreno se utilizó un tractor agrícola con discos de vertedera y luego de una semana se realizó el rastrillado del suelo por tres veces, utilizando una rastra acoplada al tractor. A continuación, se procedió a la delimitación del área experimental consistente en 4 bloques y 4 parcelas por cada bloque que corresponde a los tratamientos de los ensayos respectivos Anexo 1.

5.2.2.1. Análisis de suelo

En el suelo preparado se tomaron muestras utilizando el método de zig-zag propuesto por Bazán (2017). Para ello, se tomaron 15 submuestras de la superficie delimitada con una profundidad de 15 cm a 30 cm, luego estas submuestras se homogeneizaron y se constituyó una muestra de 1 000 g. El análisis de suelo realizado corresponde a la determinación de las propiedades físicas y químicas (del tipo de suelo 4) en el laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, (INIAP) Estación Experimental Litoral Sur en el Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas, cuyos resultados se adjuntan en el Anexo 2.

5.2.2.2. Corrección de pH

Con los resultados del análisis de suelo se calculó la cantidad requerida de carbonato de calcio para corregir un grado de pH en una proporción de 1 t/ha por lo cual, se determinó la cantidad de 48 kg en 480 m² del área del ensayo (Anexo 3), incorporada en chorro continuo sobre surcos de un metro de ancho tres semanas antes de la siembra.

5.2.2.3. Fertilización orgánica y mineral

Al momento de la siembra, se incorporó un fertilizante orgánico de nombre comercial (BIOABOR BBO) que contenía Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Zinc, Manganeso, Boro y Materia orgánica. Se aplicó en una dosis de 1,4 t/ha distribuida en una proporción de 67,2 kg en 480 m² (Anexo 4), incorporado a chorro continuo al fondo de los

surcos. Después de la siembra se realizaron dos aplicaciones adicionales del mismo fertilizante en las mismas dosis a los 24 días después de la siembra (DDS) y 41 DDS en forma localizada, sumando un total de 201 kg.

5.2.2.4. Siembra

Se consiguió la semilla de fréjol de la variedad mantequilla semi-guiador en una cantidad de 2 268 g, luego se procedió a separar en dos componentes, una de semillas puras (PI) y otra de material inerte (impurezas, IM) donde se verificó la pureza de las semillas utilizando la fórmula indicada por León et al. (2019):

$$\% \text{ Pureza} = \frac{PI-IM}{PI} \times 100 \quad Ec 4$$

$$\% \text{ Pureza} = \frac{2\,268-544,31}{2\,268} \times 100$$

$$\% \text{ Pureza} = 76$$

Luego se desinfectó la semilla con un producto comercial llamado Vitavax 300 que contiene los ingredientes activos carboxin 200 g/kg y captan 200 g/kg. Se aplicó en una dosis de 62,5 g del producto/ha más 104 mL de agua/ha distribuida en 3 g de producto y 5 mL de agua en 480 m². Luego en una bolsa plástica se introdujo la semilla + solución, en el cual se removió hasta que se integrara bien el producto y se dejó en reposo por 2 horas antes de la utilización de la semilla.

La siembra del fréjol se realizó el 8 de abril del 2023 con una distancia entre surco de 100 cm y de 30 cm entre planta, con la ayuda de un espeque, donde se depositaron 3 semillas, de las cuales luego de germinadas se seleccionó la más vigorosa por sitio dando un total de 1600 de plantas (Anexo 5).

➤ Germinación

La germinación se registró a los 8 días después de la siembra considerando como semilla germinada cuando la radícula presentó alrededor de 1 mm de longitud, considerando el número de semillas sembradas (Anexo 6), para ello se utilizó la fórmula propuesta por Ramírez et al. (2021):

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número de semillas sembradas}} \times 100 \quad Ec 5$$

$$\% \text{ Germinación} = \frac{4701}{4\,752} \times 100$$

$$\% \text{ Germinación} = 98,93$$

5.2.2.5. Deshierbe

Esta actividad se ejecutó en tres tiempos, donde el primer deshierbe se llevó a cabo a los 10 DDS, el segundo deshierbe a los 35 DDS y el tercer deshierbe a los 51 DDS esto se realizó de forma manual con la ayuda de machetes, barretones, lampas y guadaña (Anexo 7).

5.2.2.6. Etiquetado y tutorado

Se realizó el etiquetado para cada tratamiento y bloque respectivamente con la finalidad de identificar de forma correcta dichos tratamientos. Además, se realizó la implementación del tutorado del cultivo de fréjol como se muestra en anexo 8.

5.2.2.7. Riego

Se utilizó un sistema de riego por gravedad por surcos, el cual se aplicó en relación con los periodos de estiaje en la zona con intervalos de tres días por tratarse de un suelo de textura franco.

5.2.2.8. Controles fitosanitarios (Anexo 9)

- **Tortuguilla *Diabrotica balteata***

A los 9 DDS se presentó *Diabrotica balteata* superando el umbral de 3 adultos hasta 4 adultos por planta. Para el control de dicha plaga se realizaron aplicaciones de productos comerciales que tenga el ingrediente activo de Profenofos o Diazinon en una dosis de 1,5 mL/L según la ficha técnica de los productos, debido que estos productos son de acción de contacto e ingestión en los insectos y acción sistémica baja en plantas.

- **Moho blanco *Sclerotinia sclerotiorum***

Esta enfermedad se presentó a los 30 DDS la cual fue controlado con un fungicida a base de Azoxystrobin y Difenconazole en una dosis de 1,5 mL/L según las recomendaciones de la ficha técnica del producto.

5.2.2.9. Cosecha

Se realizó la cosecha de forma manual en la etapa del cultivo de fréjol R9 (maduración) es decir, cuando la vaina perdió su pigmentación, la cosecha se realizó por cada tratamiento con el objetivo de evaluar la rentabilidad neta. Esta actividad se efectuó el 5 de agosto del 2023.

5.2.2.10. Aplicación de los tratamientos para la antracnosis

Los tratamientos se aplicaron en la fase fenológica de crecimiento vegetativo después del surgimiento de las primeras vainas, con el apareamiento de los primeros síntomas de la enfermedad, según el código y especificaciones técnicas de productos utilizados tabla 2.

Tabla 2: Codificación y especificaciones técnicas de los productos

Código	Tratamiento	Dosis	Descripción de tratamientos
T1CQ1	Control químico	0,5 L/ha	Tebuconazole (Triazol) 20 % + Trifloxystrobin (Estrobilurina) 10 % NATIVO SC 300
T2CB2	Control biológico	2,0 L/ha	<i>Bacillus subtilis</i> (1x10 ⁸) UFC/cc + <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (1x10 ⁸) UFC/cc + <i>Agrobacterium radiobacter</i> K84 (1x10 ⁸) UFC/cc + <i>Bacillus pumilus</i> (5x10 ⁷) UFC/cc BACTRIAL SC
T3EB3	Extracto botánico	64,72 mL/L	<i>Verbena officinalis</i>
T4TA4	Testigo absoluto	Testigo absoluto	Testigo absoluto

5.2.3. Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA) con estructura factorial de tratamientos cuyo modelo matemático que se implementó es:

$$Y_{ijk} = \mu + \varpi_i + P_k + \epsilon_{ijk} \quad Ec 6$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable respuesta

μ = Media poblacional

ϖ_i = Efecto del factor tratamiento (i = 1,2,3,4)

P_k = Efecto bloque

ϵ_{ijk} = Error experimental

El Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA) estuvo constituido por cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, sumando un total de 16 tratamientos incluido el testigo absoluto. Los tratamientos que se establecieron son control biológico, uno a base de extractos botánicos, un químico y un testigo absoluto como se muestra en la figura 4.

Se realizaron cuatro bloques en un área de terreno de 950 m² distribuidos equidistantemente dentro del área de terreno, el distanciamiento entre bloques fue de 2 m y entre parcelas de 1 m. Cada unidad experimental está compuesta por 99 plantas, dando un total de 396 plantas por bloque y 1 584 plantas en todo el ensayo. El diseño experimental se adaptó a la topografía y la forma geométrica del área del terreno.

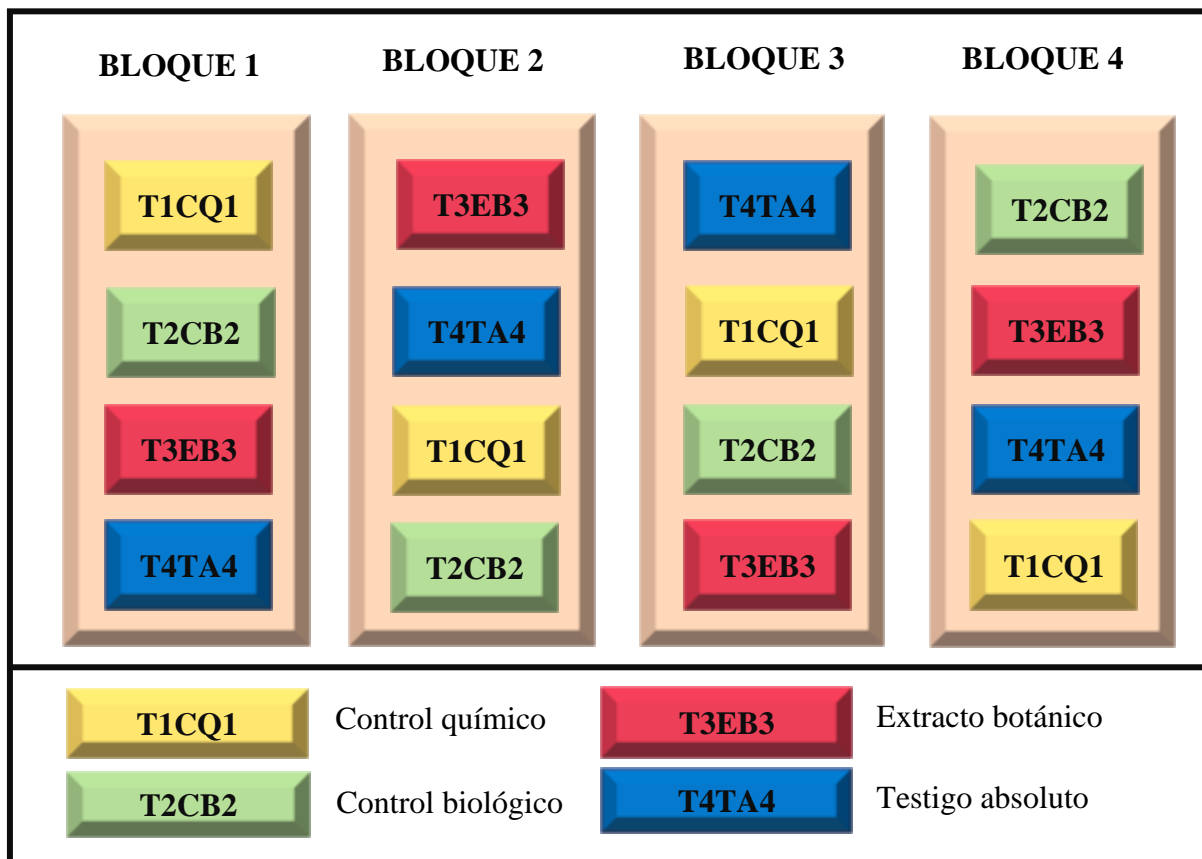


Figura 4. Esquema del diseño experimental en campo sobre las estrategias integradas para el control de *C. lindemuthianum* en el cultivo de fréjol en el sector La Argelia.

5.2.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en las diferentes variables y momentos de evaluaciones fueron analizados mediante un análisis de varianza simple (ANOVA) complementado con pruebas de comparación múltiple mediante Tukey al 0,05 % en el que se determinó el mejor tratamiento sobre el control de la antracnosis causada por el hongo *C. lindemuthianum* en el cultivo de fréjol.

5.3. Metodología para el primer objetivo

Realizar un diagnóstico de la distribución de incidencia y severidad de la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en diferentes plantaciones de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) establecidas en el cantón Loja.

Para dar cumplimiento a este objetivo se realizó el diagnóstico exploratorio de la enfermedad en los sectores La Argelia, Latillo, Tres Leguas, Carigan y Bolonia pertenecientes al cantón Loja durante los meses de marzo y abril del 2023, con la finalidad de verificar la presencia de la enfermedad y los niveles de incidencia y severidad (Anexo 10). Para determinar el número de plantaciones a muestrear se utilizó la fórmula propuesta por Torres et al. (2013):

$$n = \frac{(N)\left(\frac{Z^2_{\infty}}{2}\right)(pn)(qn)}{(N-1)(d^2) + \left(\frac{Z^2_{\infty}}{2}\right)(pn)(qn)} \quad Ec 7$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población de productores de fréjol (90 productores en total)

d = Precisión (0,3)

$Z^2_{\infty}/2$ = 1,69 (Coeficiente de confianza o confiabilidad)

pn = 0,5 (Probabilidad de éxito o aceptación)

qn = 0,5 (Probabilidad de fracaso o rechazo)

Dando como resultado 5 unidades de producción seleccionadas para el muestreo.

Para determinar el número de plantas a muestrear se estimó un tamaño de muestra equivalente al 1 % de la población de plantas en cada unidad de producción, para lo cual se utilizó el formato de la Tabla 3.

Tabla 3: Unidades de producción Agropecuaria (UPA) de fréjol muestreadas en el cantón Loja, marzo - abril 2023

N° UPA	Nombre del agricultor	Ubicación Geopolítica	Variiedad	Fase fenológica del cultivo	Población de plantas	N° de plantas muestreadas
1	Quinche Silvo	Sector Carigan, Parroquia Carigan.	Mantequilla arbustivo	Maduración	2400	24
2	Universidad Nacional de Loja	Quinta Experimental La Argelia, Parroquia San Sebastián.	Mantequilla semi-guiador	Maduración	3200	32
3	Ruiz Francisco	Sector Latillo Parroquia Quinara.	Mantequilla arbustivo	Maduración	1500	15
4	Campoverde Rosa	Sector Tres Leguas, Parroquia de Malacatos.	Mantequilla semi-guiador	Maduración	1500	15
5	Sánchez Manuel	Sector Bolonia, Parroquia Carigan	Mantequilla semi-guiador	Maduración	2000	20

Para el registro de datos de incidencia y severidad en las plantaciones muestreadas se utilizó la siguiente fórmula y escala:

- **La incidencia:** Se evaluó utilizando la fórmula:

$$II (\%) = \frac{\text{Total de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100 \quad Ec 8$$

- **La severidad:** Se evaluó utilizando la escala cuali-cuantitativa que describa el porcentaje de área afectada a nivel foliar y vainas. Se utilizó la escala de 5 grados (niveles 1, 3, 5, 7 y 9) referenciada por el CIAT (1987), la escala descriptiva se presenta en la tabla 4 y la escala ilustrada para la evaluación en vainas se presenta en el anexo 11.

Tabla 4: Escala utilizada para la evaluación de la antracnosis (*C. lindemuthianum*)

Grados	Descripción	
	Hojas	Vainas
0	Sin síntomas visibles de la enfermedad.	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
1	Presencia de lesiones ya sean pequeñas o pocas que se generan en la vena primaria de la hoja del envés de la hoja, las cuales cubren aproximadamente el 1 % del área foliar	Presencia de muy pocas y pequeñas lesiones, generalmente en la vaina, las cuales cubren aproximadamente el 1 % del área.
2	Presencia de varias lesiones pequeñas en el pecíolo o en las venas primarias y secundarias del envés de las hojas.	En las vainas, las lesiones redondas y pequeñas color café (menos de 2 mm de diámetro, cubren aproximadamente el 5 % de la superficie de la vaina
3	Presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja con lesiones necróticas en el haz de las hojas y en los pecíolos.	En las vainas, presencia de lesiones de tamaño grande, mediano y pequeño, generalmente con esporulación, que cubren aproximadamente el 10 % de la superficie de las vainas.
4	Necrosis severa evidente en el 25 % o más del tejido de la planta como consecuencia de lesiones en hojas, pecíolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento.	La presencia de chancros cóncavos y con esporulación puede ocasionar la deformación de las vainas, un bajo número de semillas, y posteriormente la muerte de las vainas.

Fuente: CIAT 1987. Modificada por Ordoñez y Solano (2023).

Finalmente se determinó el Índice de Severidad Externa (ISE), referido por Ramírez et al. (2011):

$$\text{I. S. E (\%)} = \frac{(\text{n de granos x } 0) + \dots + (\text{n de granos x } 2) + \dots + (\text{n de granos x } 4)}{\text{N de granos evaluados} * (\text{grado mayor})} * 100 \quad \text{Ec 9}$$

Donde:

0 – 4 = Grados de severidad respectivos.

n = Número de granos infectados por el grado indicado.

N = Número de granos evaluadas (sanos + enfermos)

5.4. Metodología para el segundo objetivo

Ejecutar una propuesta de manejo integrado para el control de la antracosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L).

Para el cumplimiento de este objetivo se procedió a la preparación y aplicación de los diferentes tratamientos de control para *C. lindemuthianum* Anexo 12, como se muestra a continuación:

5.4.1. Preparación y aplicación del control biológico en el ensayo de campo

Se utilizó una formulación comercial conocido como BACTRIAL SC en concentraciones de esporas referenciadas, dosis, frecuencia de aplicación y formas de aplicación según las características técnicas del producto.

El micofungicida que se utilizó es un producto comercial que contiene una cepa natural y selectiva de las bacterias *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Agrobacterium radiobacter* K84 y *Bacillus pumilus*. Producto referido por Dimopoulou et al. (2021) para el control biológico de una amplia variedad de enfermedades causadas por hongos patógenos como *Botrytis*, *Oídio*, *Mycosphaerella fijiensis*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Colletotrichum lindemuthianum*, entre otros. Contiene $1,0 \times 10^8$ Unidades Formadoras de Colonias (UFC/cc), con un porcentaje de pureza microbiológica del 95 % mínimo y se lo encuentra en diferentes presentaciones comerciales.

Se aplicó el producto en una dosis media de 1,5 mL/L de agua, en el momento que se presentó los síntomas de la enfermedad, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron 3 aplicaciones cada 7 días y las evaluaciones se realizaron cada 7 días después de aplicar los tratamientos para determinar los índices de incidencia y severidad de *C. lindemuthianum*.

5.4.2. Preparación y aplicación del extracto de verbena (*Verbena officinalis*)

Para la obtención y aplicación del extracto vegetal de la verbena, se utilizaron las metodologías y protocolos referidas por (Rodríguez, 2004) descrita a continuación:

5.4.2.1. Recolección y secado

- Recolección del material vegetal fresco de tallos y hojas sanas en estado inicial de la floración en una cantidad de 3000 g.
- Posteriormente lavar el material con agua y detergente dejar de 2 min a 3 min y enjuagar.
- Dejar por 24 horas escurrir el agua presente.
- Separar el tallo principal (duro) las hojas, flores y talos blandos.
- Pesar el material vegetal útil antes de colocar a la estufa (1 779,9 g).
- Secar el material a temperatura de 40 °C por un lapso de 52 horas o hasta que el material vegetal pierda más del 80 % de agua.
- Pesar el material seco obtenido, en este caso fue de 340,5 g.
- Triturado del material seco (licuadora) para obtener una consistencia en polvo.
- Tamizar el polvo obtenido con la finalidad retener material grueso.
- Pesar de nuevo el material puro que fue de 317,5 g.

5.4.2.2. Maceración

- Colocar el polvo en un recipiente y adicionar alcohol al 70 % grados hasta superar el nivel del material seco, para ello, se utilizó 1 350 mL de alcohol.
- Cerrar por un lapso de 3 días.

5.4.2.3. Obtención del extracto

- Filtrar el producto utilizando una tela fina, para separar el líquido del material vegetal.
- Realizar un enjuague con agua el material quedo en la tela utilizando la misma cantidad de alcohol empleado.
- Calcular la concentración, para ello, se pesa la caja Petri en una balanza analítica y luego en la misma caja Petri colocar 20 mL de solución madre.
- Secar la solución en la estufa a una temperatura de 40 °C por un lapso de 267 horas aproximadamente.
- Pesar las cajas Petri para estimar el promedio de la concentración final por la diferencia de los pesos iniciales.
- Determinar o calcular el volumen del extracto diluido al 0,3 % con la siguiente fórmula:

$$V_1C_1=V_2C_2 \quad Ec 10$$

$$V_2 = \frac{V_1C_1}{C_2}$$

Donde:

V_1 = Volumen inicial (1 460)

C_1 = Concentración inicial (199,9)

V_2 = Volumen final

C_2 = Concentración final (0,3 %)

- Conservar el extracto obtenido en frascos ámbar.

Todos los procesos del protocolo utilizado, se realizó en el laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Nacional de Loja.

Las aplicaciones se realizaron en las plantas del respectivo tratamiento, con una dosis de 323,6 mL del extracto vegetal en 5000 mL de agua, volumen suficiente para asperjar las 400 plantas del tratamiento, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron 3 aplicaciones cada 7 días y las evaluaciones se realizaron cada 7 días después de aplicar los tratamientos para determinar los índices de incidencia y severidad de *C. lindemuthianum*.

5.4.3. Preparación y aplicación del químico

El fungicida químico utilizado en este tratamiento es un producto comercial (NATIVO SC 300) que contiene Tebuconazole (Triazol) 20 %: 200 g/L + Trifloxystrobin (Estrobilurina) 10 %: 100 g/L referenciado por Aguilar et al. (2021). La frecuencia de aplicación, dosis y forma de aplicación se realizó en base la ficha técnica de producto referida por el fabricante (Bayer, 2021). Este producto actúa como inhibidor de la síntesis del esterol (ergosterol) de la respiración mitocondrial y la germinación de las esporas del patógeno.

La aplicación del producto se realizó en una dosis de 0,5 L/ha, utilizando una bomba de presión con boquilla de volumen medio. Se realizaron 3 aplicaciones cada 7 días y las evaluaciones se realizaron cada 7 días después de aplicar los tratamientos para determinar los índices de incidencia y severidad de *C. lindemuthianum*.

5.4.4. Eficiencia de los tratamientos

Para determinar la eficiencia de los tratamientos, se evaluaron 10 plantas por parcela al azar (40 plantas por tratamiento) de los surcos intermedios. Los datos de las variables registradas fueron analizados mediante análisis de varianza simple y prueba de significancia, utilizando el software InfoStat 2020.

5.4.5. Muestreo y evaluaciones de la antracnosis

La evaluación de los tratamientos se realizó cada 7 días durante el periodo infeccioso comprendido desde el aparecimiento de la enfermedad en la fase de floración hasta la fase de vainas maduras (R9) (Anexo 14). Se evaluaron en cada parcela el índice de incidencia y severidad utilizando la misma fórmula y escala indicada en el objetivo 1.

Variables agronómicas (Anexo 13)

- **Altura de la planta (cm):** La toma de datos de altura se realizó utilizando una cinta métrica, desde el nivel del suelo hasta la yema terminal de la planta.
- **Número de hojas:** Se contabilizó el número de hojas por planta en la etapa R6 (Momento de la floración).
- **Número de flores:** Se contabilizó el número de flores por planta cuando existe la presencia de más del 50 % de botones florales.
- **Número de vainas:** Se evaluó el número de vainas por planta en la etapa R8 (llenado de vainas).
- **Longitud de vaina (cm):** La medición de esta variable se realizó en la etapa Madurez Fisiológica, es decir, en vaina seca.
- **Rendimiento (g):** Se consideró el peso final de los granos de 10 plantas por cada tratamiento.

5.5. Metodología para el tercer objetivo

Establecer los costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción

Para dar cumplimiento a este objetivo se determinaron los costos generales para lo cual, se consideraron los rubros de insumos, preparación del terreno, labores culturales, cosecha y los costos específicos para cada tratamiento, para ello, se consideró la matriz (Tabla 5) referida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019).

Tabla 5. Diferentes dimensiones y segmentación de los Costos de Producción

Costos totales = Costos variables + Costos fijos	
Costos en efectivo	Costos asociados al capital
Semillas compradas, alimentos, abonos, etc.	Costos de depreciación y de oportunidad del capital sobre la maquinaria propia, las edificaciones y los equipos agrícolas
Mano de obra remunerada	
Servicios personalizados (maquinaria, etc.)	
Costos distintos al efectivo	Costos generales de la granja
	Costos fijos no asignados
	Impuestos a nivel de explotaciones agrícolas, licencias, permisos, etc.
Mano de obra familiar no remunerada	Costos de terreno
Insumos producidos por la explotación agrícola	Arrendamiento del terreno y alquileres imputados, impuestos relacionados con los terrenos
Animales y maquinaria propia	

Con los costos de producción por hectárea y los beneficios por hectárea de producción de fréjol se estableció la Relación Beneficio/Costo para cada tratamiento; por lo tanto, se utilizó la fórmula referida por Márquez & Castro (2015):

$$RB/C = \frac{IB}{CP} \quad Ec 11$$

Donde:

RBC= Relación Beneficio/Costo

IB = Índice de Beneficios (valor de la producción)

CP =Costos de producción

Y para calcular la rentabilidad neta por tratamiento se tomaron en consideración los beneficios de la producción por hectárea y los costos de producción por hectárea utilizando la ecuación propuesta por Ayala-Garay et al. (2013):

$$R = IB - CP \quad Ec 12$$

Donde:

R= Rentabilidad

IB= Índice de Beneficios (valor de producción)

CP= Costos de producción

6. Resultados

6.1. Diagnóstico de la distribución, incidencia y severidad de la antracnosis en plantaciones de fréjol en el cantón Loja

La evaluación diagnóstica de la enfermedad en los cinco sectores del cantón Loja, permitió estimar niveles de incidencia y severidad que superan el umbral económico, conforme se demuestra en la figura 5 y anexo 16. El análisis para los datos de la incidencia permite determinar que no existe diferencias significativas entre plantaciones de los sectores de Carigan y Bolonia con porcentajes de 46,06 % y 44,50 % respectivamente, como tampoco se observa diferencias significativas en las plantaciones de los sectores La Argelia, Latillo y Tres leguas con porcentajes elevados de 69,79 %; 72,00 % y 73,79 % respectivamente.

En cuanto al índice de severidad, se observa que los porcentajes tienen una tendencia en relación con los índices de incidencia con diferencias significativas entre las plantaciones evaluadas. Por lo tanto, se observa que las plantaciones de los sectores Bolonia y Carigan presentan niveles de severidad relativamente bajos de 19,29 % y 22,74 % con presencia de muy pocas y pequeñas lesiones, generalmente en la vaina, las cuales cubren aproximadamente el 1 %; mientras que, se observaron porcentajes elevados en los sectores La Argelia, Latillo y Tres Leguas con valores de 43,54 %; 28,13 % y 30,11 % respectivamente, en las cuales se observaron varias lesiones redondas y pequeñas de color café con menos de 2 mm de diámetro que cubren aproximadamente el 5 % de la superficie de la vaina.

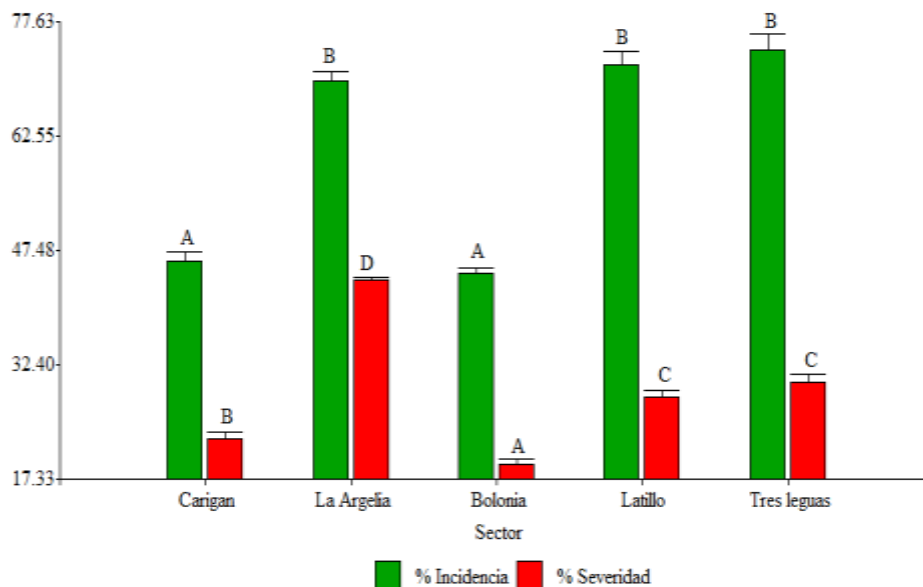


Figura 5. Porcentaje de índice de incidencia y severidad de la *C. lindemuthianum* en los diferentes sectores productivos de fréjol. Letras asignadas acorde a prueba de Tukey (95 %).

6.2. Evaluación de los ensayos de manejo integrado para el control de la antracnosis en el cultivo de fréjol.

6.2.1. Índice de incidencia

En la tabla 6 y anexo 17, se presenta el análisis de varianza simple realizado para bloques en el que no se observan diferencias significativas en las diferentes evaluaciones con excepción del bloque IV en la evaluación 4 probablemente atribuible al efecto de tratamiento testigo.

Tabla 6: Medias para el índice de incidencia (%) de *C. lindemuthianum* entre bloques en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.

BLOQUE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
I	0	9,29 A	17,81 A	47,42 A	42,90 A	33,55 A	32,21 A
II	0	8,53 A	22,49 A	48,65 A	44,94 A	38,00 A	35,41 A
III	0	8,67 A	21,55 A	50,65 A	48,40 A	41,92 A	37,57 A
IV	0	8,99 A	22,19 A	57,16 B	51,37 A	42,43 A	38,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($P > 0,05$).

En la tabla 7, se presentan los resultados del análisis de varianza simple para la incidencia de la enfermedad en las siete evaluaciones, las cuales muestran diferencias significativas entre los tratamientos (TTO) de control en las dos últimas evaluaciones, mientras que en el tratamiento testigo se puede apreciar diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos desde la evaluación 3 hasta la evaluación 7. De manera general los índices de incidencia en los tres tratamientos control describen una curva ascendente desde la evaluación 2 hasta la evaluación 4 y luego descienden sostenidamente hasta la última evaluación, destacando el tratamiento químico que logró reducir la incidencia a 17, 24 % seguido del tratamiento extractos con 23,78 % y el tratamiento biológico con 25, 49 %, mientras que el tratamiento testigo absoluto muestra un crecimiento lineal desde la evaluación 2 con 9,12 % hasta la evaluación 7 con 77,26 %. Finalmente, se puede apreciar que en la evaluación uno no se registró la incidencia en ninguno de los tratamientos.

Tabla 7. Medias para el índice de incidencia (%) de *C. lindemutianum* entre tratamientos (TTO) en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.

TTO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Control biológico	0	8,83 A	20,78 A	47,88 A	44,72 A	33,99 B	25,49 B
Extracto botánico	0	9,35 A	20,12 A	48,97 A	43,12 A	31,71 AB	23,78 AB
Control químico	0	8,18 A	16,44 A	44,05 A	36,87 A	22,98 A	17,24 A
Testigo absoluto	0	9,12 A	26,69 B	61,99 B	62,90 B	67,21 C	77,26 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($P > 0,05$).

6.2.2. Índice de severidad (%)

En la tabla 8 y anexo 18, se presenta el análisis de varianza simple de la severidad para bloques en el que no se observan diferencias significativas entre bloques en las diferentes evaluaciones.

Tabla 8: Medias para el índice de severidad (%) de *C. lindemuthianum* entre bloques en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.

BLOQUE	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
I	0	2,18 A	4,61 A	15,16 A	14,63 A	15,62 A	15,81 A
II	0	2,31 A	5,99 A	15,61 A	14,32 A	15,15 A	14,85 A
III	0	2,04 A	5,72 A	14,65 A	13,88 A	15,25 A	15,44 A
IV	0	2,19 A	6,36 A	15,83 A	15,29 A	14,23 A	14,42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($P > 0,05$).

En la tabla 9, se presentan los resultados del análisis de varianza simple para la severidad de la enfermedad en las siete evaluaciones, las cuales muestran diferencias significativas entre los tratamientos de control desde la evaluación 5 hasta evaluación 7 mientras que en el tratamiento testigo se puede apreciar diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos desde la evaluación 3 hasta la evaluación 7. De manera general los índices de severidad en los tratamientos control (biológico, extractos, químico) describen una curva ascendente desde la evaluación 2 hasta la evaluación 4 y luego descienden sostenidamente hasta la última evaluación, destacando el tratamiento químico que logró reducir la severidad a 6,79 % seguido del tratamiento biológico con 8,6 % y el tratamiento extractos con 10,51 %, mientras que el tratamiento testigo absoluto muestra un crecimiento lineal desde la evaluación 2 con 2,34 % hasta la evaluación 7 con 34,60 %. Además, se observa que en la evaluación uno se registró un 0 % de severidad en todos los tratamientos.

Tabla 9. Medias para el índice de incidencia (%) de *C. lindemutianum* entre tratamientos (TTO) en las diferentes evaluaciones (E) realizadas cada 7 días en el cultivo de fréjol en Loja – Ecuador.

TTO	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Control biológico	0	1,90 A	5,60 A	15,08 A	13,48 B	10,84 AB	8,63 AB
Extracto botánico	0	2,39 A	5,46 A	14,11 A	13,43 AB	12,67 B	10,51 B
Control químico	0	2,09 A	4,00 A	13,68 A	9,86 A	9,06 A	6,79 A
Testigo absoluto	0	2,34 A	7,62 B	18,37 B	21,34 C	27,68 C	34,60 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($P > 0,05$).

6.2.3. Variables evaluadas en la planta

En la tabla 10 y anexo 20, se presentan los datos promedios de las variables agronómicas evaluadas:

Altura de la planta (cm), Número de hojas, Número de flores, Número de vaina/planta, longitud de vaina (cm) y Rendimiento (g)/10 planta. Los datos analizados para Altura de la planta (cm), Número de hojas, Número de flores y Número de vaina/planta no existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo.

En cuanto a la variable longitud de vaina (cm) los datos analizados si presentaron diferencias significativas entre tratamiento con respecto al testigo, alcanzado una mayor Longitud el control químico con un 16,25 cm mientras que, en los tratamientos de extractos y biológicos no presentaron diferencias estadísticas ya que presentan valores que van desde los 15,90 cm a 16,05 cm.

Finalmente, los datos analizados para Rendimiento (g)/10 plantas no muestran diferencias significativas entre los tratamientos de extractos, biológicos y el testigo como también no existe diferencias significativas entre el control biológico y el químico debido a que presenta un rendimiento que desde 480,47 g/10 planta a 562,87 g/10 planta.

Tabla 10. Medias para las diferentes variables agronómicas del cultivo de fréjol.

TTO	Altura de pl (cm)	Nº de hojas	Nº de flores	Nº de vainas/pl	Long de vaina (cm)	Rendi (g)/10 pl	Rendi (kg)/ha/TTO
Control biológico	40,28 A	43,25 A	72,33 A	29,00 A	16,05 AB	480,47 AB	1601,55 AB
Extracto botánico	40,33 A	43,50 A	74,00 A	28,50 A	15,90 AB	440,85 A	1469,48A
Control químico	41,80 A	44,23 A	76,35 A	29,25 A	16,25 B	562,87 B	1876,22B
Testigo absoluto	37,58 A	41,48 A	72,55 A	26,00 A	15,20 A	379,28 A	1264,27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey ($P > 0,05$).

6.3. Costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción

En la tabla 11 se muestran los costos generales del ensayo, estimados por los costos unitarios de los diferentes materiales, insumos y manos de obra utilizados desde la preparación del terreno hasta la cosecha del cultivo, lo cuales ascienden a 145,06 USD.

Tabla 11. Costos generales de producción del ensayo (480 m²)

Insumos	Unidad	Cantidad utilizada	Costos unitarios USD	Costo parcial USD
Semilla	kg	2	2,00	4,00
Abono Bioabor BBO	kg	201	0,155	31,15
Carbonato de calcio	kg	48	0,088	4,22
Vitavax ® 300	g	3	0,003	0,01
Diazinon	mL	90	0,014	1,26
Relevation	mL	15	0,115	1,73
Curacron	mL	60	0,031	1,86
ALGA activ	mL	100	0,030	3,00
Creplus Fijador	mL	70	0,010	0,70
Raiz Plant	mL	100	0,012	1,20
Oxithane	g	90	0,007	0,63
Fuerza verde (engrose)	kg	90	0,007	0,63
Piola de toturaje	m	4024	0,001	4,82
Arado	h/tractor	1	15,00	15,00
Adecuación de parcelas y surcos	Jornal	1	15,00	15,00
Encalado, fertilización y siembra	Jornal	1	15,00	15,00
Deshierbe y aporque	Jornal	1	15,00	15,00
Tutorado	Jornal	1	15,00	15,00
Cosecha	Jornal	1	15,00	15,00
COSTO TOTAL				145,06
COSTO POR TRATAMIENTO (145,06/4 tratamientos)				36,27

En la tabla 12, se indican los costos específicos para cada tratamiento relacionados con los costos de los materiales e insumos utilizados, a los que se suma el costo general prorrateado para los cuatro tratamientos (36,27 USD).

Tabla 12. Costos de producción por tratamiento (TTO) en dólares USD

TTO	Costo general por TTO	Insumo por TTO	Cant Utilizada mL	Costo unitario	Costo parcial	Costo total por TTO (400 plantas)	Costo por ha (33333 plantas)
T1 Biológico	36,27	Bactrial	45,00	0,075	3,38	39,65	3303,77
T2 Extracto	36,27	Extracto	970,80	0,006	6,03	42,30	3524,60
T3 Químico	36,27	Nativo	18,00	0,061	1,10	37,37	3113,77
T4 Testigo	36,27	-----	0,00	0,00	0,00	36,27	3022,10

En la tabla 13, se muestra los datos de la Relación Beneficio/Costo de cada tratamiento donde se consideró los costos específicos por tratamiento, el beneficio de cada tratamiento, el cálculo de la Relación Beneficio/Costo y la rentabilidad.

Los tratamientos que presentaron una mayor rentabilidad fueron el químico con 2 439,85 USD, seguido del biológico y extractos con valores de 825,07 USD hasta 1 436,82 USD diferenciándose de testigo ya que presento valores de rentabilidad baja de 720,12 USD.

Tabla 13. Valor de producción, Relación Beneficio/Costo y rentabilidad de los tratamientos (TTO) por ha.

TTO	Rendi (g)/10 pl	Rendi kg/ha (33333 pl)	Valor de la producción (IB) por ha* (2,96 USD/kg)	Relación beneficio costo	Rentabilidad neta por TTO/ha en USD
Biológico	480,47	1601,55	4740,59	1,43	1436,82
Extracto	440,85	1469,48	4349,67	1,23	825,07
Químico	562,87	1876,22	5553,63	1,78	2439,85
Testigo	379,28	1264,27	3742,23	1,24	720,12

Precio referenciado por (Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2023).

7. Discusión

7.1. Diagnóstico de la distribución de incidencia y severidad de la antracnosis en plantaciones de fréjol en el cantón Loja

El diagnóstico de *C. lindemuthianum* realizado en las plantaciones de los productores de fréjol del cantón Loja permitió determinar altos porcentajes de incidencia y severidad conforme se demuestra en la figura 5, esto debido a que los agricultores no mantienen sus cultivos con criterios de manejo integrado que contribuya mejorar la producción de una forma sostenible. Los resultados obtenidos concuerdan con Montes et al. (2013) quienes obtuvieron altos índices de incidencia y severidad dentro de un manejo tradicional en comparación con el manejo integrado que presentaron menores valores, asimismo mencionan que las prácticas culturales o técnicas como desinfección del suelo, uso de semillas sanas, prácticas agronómicas que reduzcan la humedad del cultivo y densidades adecuadas de siembra ayudan a reducir la población de patógenos en el suelo. Por su parte, Mohammed et al. (2014) coinciden con los resultados obtenidos, ya que en sus ensayos registraron índices de incidencia que van desde los 74,4 % al 100 % y de severidad del 32,2 % al 96 % en el tratamiento testigo.

En relación a la presencia y desarrollo de antracnosis, Cruz et al. (2018) mencionan que los altos índices de incidencia y severidad se deben también a las condiciones edafoclimáticas que contribuyen al crecimiento de la enfermedad. Al respecto, se corrobora que las condiciones climáticas de zona durante el periodo evaluado, específicamente la temperatura y las precipitaciones están dentro de los rangos favorables a la enfermedad ya que, las temperaturas medias oscilaron entre 16,5 °C a 16,7 °C y las precipitaciones totales de 115,6 mm a 119,8 mm; sin embargo, en cuanto al factor humedad relativa (HR %) los valores registrados fueron medianamente favorables entre 83,0 % al 83,9 % según los datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2023), lo cual explica los porcentajes evaluados, datos similares son mencionados por García (2014), quién en su estudio realizado afirmó que el hongo se desarrolla a partir de temperaturas moderadas de 13 °C a 26 °C, humedad relativa mayor al 92 % y precipitaciones frecuentes para que los conidios ingresen en contacto con la parte aérea de la planta para producir un anclaje y penetración de hongo hacia el tejido de la planta.

7.2. Evaluación de los ensayos de manejo integrado para el control de la antracnosis en el cultivo de fréjol

Los resultados obtenidos con las diferentes estrategias integradas para el control de *C. lindemuthianum* en los índices de incidencia y severidad mostraron que todos los tratamientos fueron eficaces en la reducción progresiva de la enfermedad con respecto al tratamiento testigo.

7.2.1. Índice de incidencia de la antracnosis

De los análisis de varianza presentados en la tabla 7 se determinó que la incidencia máxima se presentó en el tratamiento testigo absoluto con una media de 77,26 % resultado que concuerda con Andrade & Canales (2021) quienes obtuvieron en el tratamiento testigo una incidencia media de 75 % de plantas infectadas. También coincide con el estudio realizado por Curay & Portilla (2021) sobre la actividad antifúngica de extractos vegetales para el control de roya en el cultivo de fréjol ya que mencionan que obtuvieron una incidencia del 74,44 % en el tratamiento testigo. A continuación, se presenta una discusión detallada para cada uno de los tratamientos.

El resultado obtenido en el ensayo con extracto de *Verbena officinalis* de 23,78 % supera sustancialmente los porcentajes de incidencia referidos por Curay & Portilla (2021) quienes realizaron 5 aplicaciones de extractos de manzanillas al 20 % y cola de caballo al 20 % con frecuencias de aplicaciones similares, desde que se presentó la enfermedad y obtuvieron resultados de incidencia del 56,11 % en los dos extractos. Por otra parte, los resultados de la incidencia obtenidos en el presente ensayo difieren con los referidos por Fonseca & López (2018) quienes con la aplicación del extracto de *Verbena officinalis* lograron reducir la incidencia de la antracnosis al 58 %.

En cuanto, a los resultados obtenidos en el control biológico con *Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Agrobacterium radiobacter* K84 + *Bacillus pumilus* (Bactrial) estos redujeron la incidencia al 25,49 % a las 4 semanas después del apareamiento de la enfermedad, resultado que difiere positivamente con los referidos por Yandún (2022) quien obtuvo una incidencia final de 49,87 % aplicando 10 g de *Bacillus subtilis*/L de agua. Por su parte Sileshi et al. (2014) con la aplicación los bioagentes *T. viride* y *P. fluorescens* lograron reducir la incidencia de la enfermedad al 38,5 % de manera progresiva desde los 39 DDS hasta 81 DDS, lo cual demuestra la efectividad de la combinación de cepas altamente efectivas contenidas en el producto comercial aplicado en el presente ensayo.

Finalmente, la incidencia para control químico evaluada en este ensayo registra el 17,24 % similar a los resultados obtenidos por Vanegas (2017) quien aplicó la molécula activa difenoconazol en una dosis de 2 mL/litro de agua con intervalos de 10 días a 14 días hasta reducir la incidencia final al 20 % en la fase de cosecha. Datos similares reporta Sileshi et al. (2014) quienes con la aplicación del ingrediente activo folpan 80WDG a razón de 2,6 kg/ha a una frecuencia de 7 días lograron reducir la incidencia al 12,8 %.

7.2.2. Índice de severidad de la antracnosis

De los análisis presentados en la Tabla 9, de manera general se observa que los tres tratamientos de control lograron reducir los índices de severidad de forma sostenida desde la evaluación 4 hasta la última evaluación, con diferencias significativas frente al tratamiento testigo, el cual muestra un crecimiento sostenido desde la evaluación 2 hasta la evaluación final con 34,60 %. En orden de efectividad destacan el tratamiento químico que logró reducir la severidad a 6,79 % seguido del tratamiento biológico con 8,63 % los cuales se ubican por debajo del umbral económico (10 %) referenciado por Cervantes (2022); mientras que el tratamiento con extractos no logró reducir el porcentajes de severidad el cual llegó al 10,51 %. Los resultados del tratamiento químico obtenido en este ensayo es similar al obtenido por McCreary et al. (2016) quienes con dos aplicaciones de Tiofanato-metilo lograron reducir la severidad al 10,9 %; mientras que difieren satisfactoriamente con valores superiores a los referidos por Mohammed et al. (2014) quienes luego de cuatro aplicaciones de folpan 80 WDG a razón de 2,6 kg/ha cada siete días, consiguieron reducir la severidad a 34,2 % lo cual se explica probablemente por el buen manejo de las dosificaciones y formas de aplicaciones en el presente ensayo.

La reducción de la severidad a 8,63 % obtenidos con el tratamiento biológico con mezcla de *Bacillus subtilis* + *Bacillus amyloliquefaciens* + *Agrobacterium radiobacter* K84 + *Bacillus pumilus* (Bactrial) son similares a los obtenidos por Yandún (2022) quien al aplicar *Bacillus subtilis* en diferentes concentraciones logró disminuir la severidad hasta 5,59 %, lo cual se confirma con lo aseverado por Morocho & Mora (2019) quienes afirman que el uso de *Bacillus subtilis* Cohn ayuda a mitigar la presencia de hongos fitopatógenos presentes en los cultivos, como también ayudan a incrementar el desarrollo, productividad y calidad de los mismos. Por otro lado, los resultados obtenidos en el ensayo no concuerdan con Mohammed et al. (2014) quienes evaluaron la eficacia de *P. fluorescens* para el control de la antracnosis de fréjol a razón de 10 g/kg de semilla y lograron una reducción de la severidad al 44,4 %; resultados que explican la baja efectividad antagonista de los agentes biológicos solos en comparación con la mezcla de controladores biológicos utilizados en el presente ensayo.

Los resultados para el tratamiento extracto a base de *Verbena officinalis*, lograron reducir al 10,51 % la severidad muy próximo al umbral económico de la enfermedad (10 %), lo cual difiere con los obtenidos Fonseca & López (2018) quienes aplicaron en semillas de soya previamente infectadas de *C. lindemuthinum* antes de la siembra, una dosis de 4 mL del extracto de *Verbena officinalis* en 10 mL de agua y lograron disminuir la severidad de la enfermedad al 5,67 % en el cultivo establecido, lo cual confirma lo referido por Awale et al. (2008) quienes manifiestan que esta enfermedad se transmite fundamentalmente por semillas y entre otros factores, por cuya razón es recomendable la desinfección previa a la siembra. Por su parte Andrade & Canales (2021) obtuvieron una severidad final del 13 % con aplicaciones de una maceración a base de *Ruta graveolens* al 50 %, la cual resulto efectiva frente al patógeno. Finalmente, los resultados analizados confirman que la antracnosis es una enfermedad destructiva y responsable de pérdidas significativas de rendimiento en varias especies de leguminosas y otros cultivos emparentados, según lo indicado por varios autores (Liu et al., 2016; Almaraz et al., 2019; He et al., 2016) debido a que el patógeno tiene un alta capacidad de sobrevivencia de 9 meses a 18 meses en el suelo como saprofito en tallos y vainas infectadas por *C. lindemuthianum* aproximadamente Conner et al. (2019).

7.2.3. Variables agronómicas

En la tabla 10 se presenta las medias de las variables de altura de plantas, número de hojas, número de flores, número de vainas, longitud de vaina y rendimiento evaluados para cada tratamiento. Se observó que no existe diferencias significativas entre los tratamientos de control con respecto al tratamiento testigo absoluto en las variables de altura de plantas, número de hojas, número de flores y número de vainas y, por lo tanto, no se observa una relación directa de estas variables con el rendimiento, debido a que todos los tratamientos recibieron el mismo manejo agrotécnico. Mientras que para las variables longitud de vaina y rendimiento si presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con relación al testigo absoluto, lo cual explica el efecto de los tratamientos en la reducción de la enfermedad sobre las vainas y por lo tanto el efecto directo en el rendimiento.

Longitud de vaina. Los resultados para la variable longitud de vaina (cm), presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento químico incidió en un mayor tamaño de vaina con 16,25 cm, resultado superior a los referenciados por Ayvar Serna et al. (2020) quienes obtuvieron valores de 11,54 cm con un ensayo de manejo integrado en genotipos ejoteros que corresponden al mismo grupo de fréjol arbustivo utilizado en este ensayo (Mantequilla); seguido del tratamiento biológico que presentó 16,05 cm cuyo valor difiere con

los informados por Chipana et al. (2017) quienes observaron longitudes 14,42 cm en su estudio realizado con agentes de control biológico en el cultivo de vainita; los resultados obtenidos para extractos también difieren a los mencionados por Silva et al., (2022) que alcanzaron una longitud de vaina de 11,65 cm aplicando extractos de orégano (*Origanum vulgare*) y romero (*Rosmarinus officinalis*); finalmente la longitud de vaina fue menor en el tratamiento testigo absoluto, datos que corroboran con León et al. (2013) para la evaluación agronómica y participativa de cultivares en Venezuela.

Rendimiento. De manera general, conforme se demuestra en la tabla 10, todos los tratamientos alcanzaron rendimientos superiores al testigo, sin embargo destaca el control químico que alcanzó rendimientos de 562,87 g/10 plantas en grano seco al 14 % de humedad, resultado superior a los obtenidos por Sileshi et al. (2014) quienes en su investigación de manejo de la antracnosis en el cultivo de fréjol común obtuvieron 132 g/10 plantas con aplicaciones de folpan 80 WDG a razón de 2,6 kg/ha cada siete días; seguido del tratamiento biológico con 480,47 g/10 planta, que resultó superior al obtenido por Yandún (2022) quien logró un rendimiento medio de 307,82 g/10 planta aplicando una dosis de *Bacillus subtilis* a razón de 10 g/litro de agua; en cuanto al tratamiento extracto botánico fue de 440,85 g/10 planta, rendimiento muy similar al informado por Andrade & Canales (2021), quienes obtuvieron un rendimiento de 436 g/10 plantas aplicando una maceración de *Ruta graveolens* del 75 % de concentración acuosa.

7.3. Costos de los tratamientos y la rentabilidad de la producción

Con respecto a los costos por tratamientos para control de la antracnosis se describió en las tablas 11, 12 y 13 en las que se demostró la variación de costos y rentabilidad entre los tratamientos que se discuten a continuación:

Costos generales. En la tabla 11 se presentan los costos generales para cada tratamiento en costo/ha de 3 022,10 USD, resultado similar al costo manifestado por Montes et al. (2013) quienes establecieron los costos/ha de 3 510 USD dentro de un manejo integrado de cultivo. Por su parte, los resultados obtenidos en este ensayo se consideran superiores a los costos referidos por Torres et al. (2013) sobre la caracterización de la producción de fréjol en la provincia de Cotopaxi lo cual estableció el costo/ha de 1 172 USD indicando que el mayor rubro de los costos producción corresponde a la mano de obra de las prácticas culturales con el 63 %, el mismo que constituye el aporte del productor y la familia y a su vez se convierte en costos de oportunidad en beneficio del productor. De igual manera los costos generales del presente estudio son superiores a los obtenidos por Yandún (2022) que determinó costos totales

de 897,34 USD en un sistema de cultivo similar; finalmente, los costos generales del presente ensayo resultaron superiores a los costos referidos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2021) de 660,13 USD/ha para fréjol de invierno y 847,22 USD/ha para fréjol de verano, costos que no incluyeron la semilla y los fertilizantes los que fueron donados por la institución.

Costos por tratamiento. En la tabla 12 se muestran los costos por tratamiento, los cuales se transformaron a costo/ha, observando que existen diferencias entre ellos. Los costos obtenidos para control biológico discrepan con Pluas (2020), ya que en su estudio realizado sobre control biológico de *Liriomyza* ssp en el cultivo de fréjol en la Parroquia Chongón – Guayas, utilizó *Beauveria bassiana* y sumó un costo/ha de 1 160 USD; de igual forma los costos obtenidos para el extracto difieren con Batista - Valcarcel et al. (2021) quienes en su estudio realizado en Cuba obtuvieron costo/ha de 2 182 USD aplicando extracto de *Tagetes erecta* L; finalmente el costo para el tratamiento químico resultó superior a los costos mencionados por Mateus (2020), quien obtuvo un costo/ha de 1 278 USD para producción del cultivo de fréjol dentro de un sistema de manejo integrado de plagas y enfermedades.

Rentabilidad por tratamientos. En el análisis de los rendimientos se obtuvo la Relación Beneficio/costo por cada tratamiento, donde se demuestra que todos los tratamientos poseen un índice de Relación Beneficio/costo superior a 1,0 destacando el tratamiento químico con el mayor valor B/C de 1,78, el cual obtuvo la mayor rentabilidad neta/ha de 2 439,85 USD en las condiciones experimentales evaluadas. Los resultados mencionados son similares a los referidos por Yandún (2022) quien en su ensayo obtuvo un B/C de 1,69 con una rentabilidad neta de 608,99 USD; además concuerda con Carrillo et al. (2019), debido a que en su estudio realizado de rentabilidad de la producción de fréjol obtuvo un B/C de 1,73. Resultados que demuestran rentabilidades alrededor del 80 % de la inversión, probablemente explicables por los altos costos de los insumos agrícolas y la mano de obra requeridos para este cultivo.

8. Conclusiones

El diagnóstico de la antracnosis (*C. lindemuthianum*) realizado en los cinco sectores del cantón Loja determinó índices de incidencia entre 44,50 % a 73,89 % y un índice de severidad entre 19,29 % a 43,54 % que superan el umbral económico referenciado para esta enfermedad (10 %), debido a las condiciones ambientales favorables de la zona en el periodo de muestreo, especialmente temperatura, precipitación y humedad relativa.

En general todos los tratamientos evaluados contribuyeron a la reducción de la enfermedad, los mayores porcentajes de efectividad se obtuvieron con el control químico Tebuconazole + Trifloxystrobin que logró reducir la incidencia al 17,24 % y la severidad al 6,79 %, seguido del biológico con agentes de biocontrol que redujo la incidencia al 25,49 % y la severidad al 8,63 % en tercer lugar, el extracto de *Verbena officinalis* con incidencia de 23,78 % y la severidad de 10,51 %.

Del análisis para los costos de los tratamientos en relación con los niveles de efectividad y los rendimientos alcanzados, determinó que todos los tratamientos obtuvieron rendimientos superiores al testigo y relaciones B/C superiores a 1,0; los cuales incidieron positivamente en la rentabilidad, destacando el control químico con una relación B/C de 1,78 y rentabilidad de 2 439,85 USD/ha, seguido del biológico con una Relación B/C de 1,43 y rentabilidad de 1436,82 USD/ha

9. Recomendaciones

Realizar un diagnóstico de la antracnosis (*C. lindemuthianum*) con un tamaño de muestra mayor, que involucre todas las zonas productoras de fréjol de cantón Loja, en periodos lluvioso y de verano, para establecer épocas adecuadas de siembra del cultivo, en relación con la probabilidad de infección de la enfermedad.

Realizar ensayos de manejo integrado de la antracnosis (*C. lindemuthianum*) para evaluar nuevos ingredientes activos químicos, biológicos y extractos botánicos, con el fin de determinar formulaciones con altos porcentajes de efectividad y costos accesibles para productores de la zona.

Implementar buenas prácticas de manejo del cultivo que incluyan la introducción semillas resistentes o tolerantes, densidades optimas de siembra, manejo adecuado del riego y la fertilidad, las cuales contribuyen a la reducción de los niveles de infección de la antracnosis.

10. Bibliografía

- Aguilar, R., Rafael-Rutte, R., Martínez-Santos, H., Apaza-Apaza, S., Aguilar, R., Rafael-Rutte, R., Martínez-Santos, H., & Apaza-Apaza, S. (2021). Agente causal de la antracnosis en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) en el norte de Perú: Sintomatología, aislamiento e identificación, patogenicidad y control. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 7-14. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.001>
- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.
- Almaraz Sánchez, A., Ayala Escobar, V., Landero Valenzuela, N., Tlatilpa Santamaría, I. F., & Nieto Angel, D. (2019). First Report of *Colletotrichum truncatum* of *Solanum lycopersicum* in Mexico. *Plant Disease*, 103(7), 1782-1782. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-18-1809-PDN>
- Álvarez, M. de la S. S., ESTRELLA, A. H. H., 3025081, 11188, m, & cvu. (2015). El frijol en la Era Genómica. *Revista Digital Universitaria (1607 - 6079)*. Vol. 16, No. 2 (2015). <https://www.ru.tic.unam.mx/xmlui/handle/123456789/2293>
- Andrade Alvarado, F. E., & Canales Vintimilla, E. I. (2021). *Efecto del extracto de Ruta graveolens, a tres dosis, mediante tres diferentes métodos de obtención, para la prevención de Colletotrichum lindemuthianum en dos variedades de Phaseolus vulgaris L* [bachelorThesis, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/37546>
- Ayvar-Serna, S., Barrios, M., Díaz-Nájera, J., Bahena, A., & Jair, A. (2020). Rendimiento de frijol ejotero con manejo químico, biológico y orgánico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- B. Manjunath, Neetha Jayaram, N. Mallikarjuna, G. K. Sudarshan, B. M. Ravikumara, & M. Byregowda. (2016). *Integrated Management of Anthracnose of Field Bean Caused by*

Colletotrichum lindemuthianum. 6.

- Batista-Valcarcel, R., Batista-Ricardo, E., & Almaguer-Hidalgo, S. N. (2021). Efecto de dosis de Extracto de Copetúa (*Tagetes erecta*) en el control de la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*), en el frijol común bat 304 (*Phaseolus vulgaris* (L.)). *Ciencia y Tecnología*.
- Bayer S.A.S. Bayer CropScience. (2021). *FICHA TÉCNICA*. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:raYplkEOnLcJ:https://www.agro.bayer.co/content/dam/regional-folders/latam/colombia/spanish/image/product-sheet/nativo-bayer-ficha-tecnica-colombia.pdf&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>
- Bazán Tapia Rubén. (2017). Manual de procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/504>
- Calva Suárez Jhuliana Maribel. (2019). *Evaluación y calibración del modelo de simulación de cultivo DSSAT cereas—Maize bajo condiciones andinas* [Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/22935>
- Campos Bajaña, L. M., & Nicola Sellan, M. L. (2022). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) en el Recinto Calope de Garrido Cantón Pangua Provincia de Cotopaxi* [bachelorThesis, Ecuador: La Maná Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8967>
- Carrillo-Martínez, C. J., Álvarez-Fuentes, G., Aguilar-Benítez, G., García-López, J. C., Contreras-Servín, C., Carrillo-Martínez, C. J., Álvarez-Fuentes, G., Aguilar-Benítez, G., García-López, J. C., & Contreras-Servín, C. (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annuum*.) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Acta universitaria*, 29. <https://doi.org/10.15174/au.2019.1984>

- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1981). *La antracnosis del frijol y su control*. CIAT.
- Cervantes Cano Yenni Carolina. (2022). El cultivo de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Cargamanto rojo, una alternativa de diversificación para los caficultores del municipio de Planadas, Tolima. *Universidad de La Salle*, 67.
- Chávez Rea, M. A., Vásquez-Guzmán, J. E., Chávez Rea, M. A., & Vásquez-Guzmán, J. E. (2021). Efecto de la aplicación de tres dosis de *Bacillus subtilis* en tres variedades de fréjol arbustivo. *Siembra*, 8(2). <https://doi.org/10.29166/siembra.v8i2.2657>
- Chiliquinga Jaramillo, M. P., & Vallejos Orbe, H. M. (2017). *COSTOS: Modalidad Órdenes de Producción*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7077>
- Chipana, V., Clavijo, C., Medina, P., & Castillo, D. (2017). Inoculación de vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes concentraciones de *Rhizobium etli* y su influencia sobre el rendimiento del cultivo. *Ecología Aplicada*, 16(2), 91-98. <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1012>
- CIAT. (1987). *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol*. CIAT.
- Conner, R. L., Gillard, C. L., Mcrae, K. B., Hwang, S.-F., Chen, Y.-Y., Hou, A., Penner, W. C., & Turnbull, G. D. (2019). Survival of the bean anthracnose fungus (*Colletotrichum lindemuthianum*) on crop debris in Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 41(2), 209-217. <https://doi.org/10.1080/07060661.2018.1563830>
- Cordero Leones Kimberly Pamela. (2022). *Comportamiento agronómico de variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L) bajo densidades poblacionales en Cantón el Triunfo, Provincia del Guayas* [bachelorThesis, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63675>
- Cruz Ariel, Rivero, D., Echevarría, A., Infante, D., & Martínez, B. (2015). Trichoderma

- asperellum en el manejo de hongos fitopatógenos en los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y soya (*Glycine max* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 30, 87-87.
- Cruz-Triana, A., Rivero-González, D., Infante-Martínez, D., Echevarría-Hernández, A., Martínez-Coca, B., Cruz-Triana, A., Rivero-González, D., Infante-Martínez, D., Echevarría-Hernández, A., & Martínez-Coca, B. (2018). Manejo de hongos fitopatógenos en *Phaseolus vulgaris* L. con la aplicación de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg. *Revista de Protección Vegetal*, 33(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522018000300004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Curay Quispe, Segundo Euclides & Portilla Centeno, Fredy Alexander. (2021). *Evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales para el control de roya (Uromyces appendiculatus P.) en el cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32264>
- Delgado-Salinas, A., Turley, T., Richman, A., & Lavin, M. (1999). Phylogenetic Analysis of the Cultivated and Wild Species of *Phaseolus* (Fabaceae). *Systematic Botany*, 24(3), 438-460. <https://doi.org/10.2307/2419699>
- DGSV-CNRF. (2020). *Colletotrichum lindemuthianum*. Sader-Senasica. En *Ficha técnica* (p. 17). Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria.
- Dimopoulou, A., Theologidis, I., Varympopi, A., Papafotis, D., Mermigka, G., Tzima, A., Panopoulos, N. J., & Skandalis, N. (2021). Shifting Perspectives of Translational Research in Bio-Bactericides: Reviewing the *Bacillus amyloliquefaciens* Paradigm. *Biology*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/biology10111202>
- Escalante-Estrada, Y. I., Escalante-Estrada, J. A. S., & Samper-Escalante, L. D. (2022).

- Antracnosis en cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *FORO DE ESTUDIOS SOBRE GUERRERO*, 9(2), Article 2.
- Fonseca Rozo Ruth Viviana & López Harold Bastidas. (2018). Efecto de extractos vegetales sobre la incidencia de hongos y germinación de semillas de soya (*Glycine max*). *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 9(1), 35-52. <https://doi.org/10.22579/22484817.709>
- Freytag, G. F., & Debouck, D. G. (2002). *Taxonomy, distribution, and ecology of the genus phaseolus (Leguminosae-papilionoideae) in North America, Mexico and Central America*. Botanical Research Institute of Texas. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54291>
- García, I. V. G., Nicao, Ms. M. E. L., González, D. C. L. C., & Carbonel, Ms. R. J. (2016). Efectividad técnica in vitro de cuatro extractos vegetales contra hongos patógenos en semillas de habichuelas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 4(2), Article 2.
- García Trujillo, J. C. (2014). Métodos de control más eficiente para la antracnosis (*Colletotrichum Lindemuthianum*) en la producción de cultivo de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L). *reponame:Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/2663>
- He, Y., Chen, Q., Shu, C., Yang, M., & Zhou, E. (2016). *Colletotrichum truncatum*, a new cause of anthracnose on Chinese flowering cabbage (*Brassica parachinensis*) in China. *Tropical Plant Pathology*, 41(3), 183-192. <https://doi.org/10.1007/s40858-016-0086-4>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. *Life Zone Ecology.*, (rev. ed.). <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19670604180>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) -ESPAC. (2021). *INFORMACIÓN PRODUCTIVA TERRITORIAL* [Cifras productivas]. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI.* (2023).
<https://www.inamhi.gob.ec/>
- Instituto Nacional de Meteorología y Hidrología (INAMHI). (2020). *RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS.* Instituto Nacional d.
<https://inamhi.wixsite.com/inamhi/novedades>
- León Brito, O., Torrealba, G. T., Higuera Moros, A., Reina, Y., & Sáez, T. (2013). Evaluación agronómica y participativa de cultivares de frijol [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] en Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 13(1), 25-31.
- León, E. B., Soria, L. G., Ortíz, C. E., Rodríguez, L., León, E. B., Soria, L. G., Ortíz, C. E., & Rodríguez, L. (2019). Caracterización morfológica de frutos y calidad de semillas de árboles semilleros seleccionados de *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 24(1), 36-47. <https://doi.org/10.32480/rscp.2019-24-1.36-47>
- León Saavedra Ileana. (2009). La antracnosis y la mancha angular del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Instituto de Investigaciones Hortícolas*, 10.
- Liu, N., Xu, S., Yao, X., Zhang, G., Mao, W., Hu, Q., Feng, Z., & Gong, Y. (2016). Studies on the Control of Ascochyta Blight in Field Peas (*Pisum sativum* L.) Caused by Ascochyta pinodes in Zhejiang Province, China. *Frontiers in Microbiology*, 7, 481. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00481>
- López Agüero, J., & Zeledón León, W. (2011). *Efecto de la combinación fungicida protectante y variedad sobre el tizón tardío [Phytophthora Infestas (Montagne) De Bary] en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en época de primera localidad La Tejera, San Nicolás, Estelí, 2008* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/2168/>
- López Dávila Edelbis, Martínez Castro Yenima, & Romero Romero Osvaldo. (2022).

- Características y consecuencias adversas a la salud humana de agroquímicos usados en la agricultura cubana. *Revista Cubana de Salud Pública*, 48(0), Article 0. <https://revsaludpublica.sld.cu/index.php/spu/article/view/2810>
- Márquez Díaz, C. L., & Castro M, J. F. (2015). Uso del Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y Relación Beneficio-Costo en la Evaluación Financiera de un Programa de Vacunación de Fiebre Aftosa en el estado Yaracuy, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 56(1), 052-057.
- Mateus García, J. (2020). El cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L) como un modelo de producción agrícola en la vereda Mercadillo del municipio de Guavatá. *Ingeniería Agronómica*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/169
- Menegassi Tainara, Maciel Ribas, Beatriz Aparecida, Daiane Leite Carla, Duarte Rios Faria Cacilda Márcia, & José Maia Aline. (2017). Extrato de *Lentinula edodes* no controle da antracnose do feijoeiro. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, 10, 7. <https://doi.org/10.5935/PAeT.V10.N3.08>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS AGRÍCOLAS 2018-2019*. 47.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2021). *Costos de producción de cultivos agrícolas 2020-2021*. <https://www.mag.gob.sv/wp-content/uploads/2021/09/INFORME-DE-COSTOS-DE-PRODUCCION-2020-2021.pdf>
- Mohammed, A., Ayalew, A., & Dechassa, N. (2013). Effect of Integrated Management of Bean Anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. And Magn.) Through Soil Solarization and Fungicide Applications on Epidemics of the Disease and Seed Health in Hararghe Highlands, Ethiopia. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 4(6), 1-7. <https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000182>
- Mohammed Amin, Sileshi Fitsum, Thangavel Selvaraj, & Negeri Mulugeta. (2014). Field

- Management of Anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) in Common Bean through Fungicides and Bioagents. *Advances in Crop Science and Technology*, 02(02).
<https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000124>
- Montes, C., Ibagón, A., & Perafán, F. (2013). MANEJO INTEGRADO VS. MANEJO TRADICIONAL DE ANTRACNOSIS EN CULTIVOS DE FRÍJOL EN TIMBIO CAUCA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10.
- Morocho, M. T., & Mora, M. L. (2019). *Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas*. <http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-46-2019/no-2-abr-jun-2019/1155-microorganismos-eficientes-propiedades-funcionales-y-aplicaciones-agricolas>
- Murillo Lobo, J., Tariane Alves, M.-R., & Alaerson Maia, G. (2022). *Uso de Trichoderma en el cultivo de frijol común*. 14.
- Peralta I., E., Mazón, N., Minchala G., L., & Guamán I., M. (2013). *Frejol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) y arveja (Pisum sativum L.) en las provincias de Cañar, Azuay y Loja: Cultivo, variedades y costos de producción*.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2722>
- Pérez Vega, E., Campa Negrillo, A., & Ferreira Fernández, J. J. (2010). *Control de la antracnosis en el cultivo de faba granja asturiana*.
<https://ria.asturias.es/RIA/handle/123456789/530>
- Pluas Almeida Johanna Gabriela. (2020). *CONTROL BIOLÓGICO DE Liriomyza spp. EN EL CULTIVO DE Phaseolus vulgaris L. CHONGÓN – GUAYAS*.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PLUAS%20ALMEIDA%20JOHANNA%20GABRIELA.pdf>
- Ramírez Rodríguez, S. C., Ortega Ortiz, H., Fortis Hernández, M., Nava Santos, J. M., Orozco Vidal, J. A., Preciado Rangel, P., Ramírez Rodríguez, S. C., Ortega Ortiz, H., Fortis

- Hernández, M., Nava Santos, J. M., Orozco Vidal, J. A., & Preciado Rangel, P. (2021). Nanopartículas de quitosano mejoran la calidad nutracéutica de germinados de triticale. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(4), 579-589. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i4.2929>
- Rodríguez Ortega, D. G., Vega Jiménez, L. E., Murillo I., A., Peralta I., E., & Rosas Sotomayor, J. C. (2018). Variabilidad patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* y resistencia en germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. de Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4805>
- Rodríguez Pérez, D. A. (2004). Ensayo de cinco (5) extractos vegetales en el control de *Colletotrichum* sp inductor de la antracnosis en el cultivo de *Capsicum annuum*, «ají dulce»—Iquitos. *Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4724>
- Rodríguez-Ortega, D., Vega-Jiménez, L., Murillo-Ilbay, Á., Peralta-Idrovo, E., & Rosas-Sotomayor, J. C. (2018). Variabilidad patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* y resistencia en germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. de Ecuador1. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 19-28.
- Roncal Ordóñez Manuel Salomón. (2004). *Principios de fitopatología andina*. Oficina General de Investigación, UNC.
- Sileshi, F., Mohammed, A., Selvaraj, T., & Negeri, M. (2014). Field Management of Anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) in Common Bean through Foliar Spray Fungicides and Seed Treatment Bioagents. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.4314/star.v3i2.3>
- Silva, P. D. V., Souza, W. R. N. de, Wendland, A., Paz, A. T. S., Cortes, M. V. C. B., & Bara, M. T. F. (2022). Antifungal activity of *Origanum vulgare* and *Rosmarinus officinalis* phenolics-containing extracts against *Colletotrichum lindemuthianum* and in the

- suppression of anthracnose in common beans. *Research, Society and Development*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32145>
- Sistema de Información Pública Agropecuaria. (2023). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/sipa/>
- Tamayo M. Pablo J. (1995). *MANEJO Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DEL FRIJOL VOLUBLE (Phaseolus vulgaris L.)*.
- Torres, E. D. N., Laiño, A. S., Briones, A. C., Chong, A. H., Navarrete, A. T., Osorio, B. G., Caiza, D. Q., & Bermeo, M. R. (2013). CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI ECUADOR: CASO COMUNA PANYATUG. *Ciencia y Tecnología*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.18779/cyt.v6i1.126>
- Valladares César Augusto. (2010). Taxonomía y Botánica de los Cultivos de Grano. *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DEL LITORAL ATLANTICO (CURLA)*, 28.
- Vanegas, J. A. (2017). *Establecimiento de una hectárea de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad cargamanto rojo en el municipio de Rioblanco Tolima para la comercialización en grano seco*.
- Vera-Zambrano, R. A., & Torres-Rodríguez, R. (2021). Pautas de un programa de mantenimiento y su importancia en el proceso agroindustrial. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 4(8), Article 8. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0025>
- Villalba, C. I. C., Liberio, R. V. N., Zambrano, C. M. N., & González, E. A. P. (2021). Gestión y costos de producción: Balances y perspectivas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 302-314.
- Vinces Granda, R. A. (2020). *Comportamiento morfo-agroproductivo de diferentes cultivares*

de fréjol común (phaseolus vulgaris) en las condiciones edafoclimáticas de la granja Santa Inés. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16153>

Yandún Montenegro, A. J. (2022). *Efecto de bacillus subtilis cohn. En el control de enfermedades fungosas foliares en el cultivo de fréjol (phaseolus vulgaris l.), variedad Iniap 484 Centenario, Ibarra, Imbabura* [bachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12511>

Zúniga, D. C. A., González. (2011). *Texto Básico de Economía Agrícola: Su importancia para el desarrollo local sostenible.* Editorial Universitaria, UNAN León.

11. Anexos

Anexo 1. Preparación del terreno y delimitación del área experimental



Anexo 2. Resultados del análisis de suelo del sector Moraspamba perteneciente a la Quinta Experimental La Argelia.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

CLIENTE Nombre: LILIANA CUSABATTI CHOCORNEZ MEDINA Dirección: SECTOR MORASPAMBA Ciudad: LOJA Teléfono: N/A Fax: N/A	LABORATORIO Nombre: ESTACION EXPERIMENTAL ARGIA Provincia: LOJA Cantón: LOJA Parroquia: LOJA Ubicación: SECTOR MORASPAMBA	DETALLE DE LA MUESTRA Informe No.: 00065 Fecha No.: 0012 Responsable Muestra: Cibeles Fecha Análisis: 27/03/2023 Fecha Muestreo: 27/03/2023 Fecha Emisión: 27/03/2023 Fecha Ingreso: 20/03/2023 Fecha Impresión: 20/03/2023 Condiciones Ambientales: T°C: 24.8 %H: 57.1 Cultivo Actual: VACÍO
---	---	--

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	LIGEROS											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
77641	LOTE 1 SECTOR MORASPAMBA	6.4	12	29	74	1819	169	11	3.1	5.8	208	14.0	0.75	

ANEXOS

- ANEXO 1: Mapa de ubicación del lote.
- ANEXO 2: Mapa de delimitación del área experimental.
- ANEXO 3: Mapa de ubicación del laboratorio.

Responsable Técnico del Laboratorio: *[Firma]*
Vga. Diana Acosta J.

Página 1 de 3

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

CLIENTE Nombre: LILIANA CUSABATTI CHOCORNEZ MEDINA Dirección: SECTOR MORASPAMBA Ciudad: LOJA Teléfono: N/A Fax: N/A	LABORATORIO Nombre: ESTACION EXPERIMENTAL ARGIA Provincia: LOJA Cantón: LOJA Parroquia: LOJA Ubicación: SECTOR MORASPAMBA	DETALLE DE LA MUESTRA Informe No.: 00065 Fecha No.: 0012 Responsable Muestra: Cibeles Fecha Análisis: 27/03/2023 Fecha Muestreo: 27/03/2023 Fecha Emisión: 27/03/2023 Fecha Ingreso: 20/03/2023 Fecha Impresión: 20/03/2023 Condiciones Ambientales: T°C: 24.8 %H: 57.1 Cultivo Actual: VACÍO
---	---	--

N° Laborat.	Identificación del Lote	* Textura (%)			Clase Textural	* macromol. (mg/100ml)			* macromol. (%)			* macromol. (mg/100ml)				
		arena	limo	arcilla		* AHH	* AI	* Na	C.E.	* RR ₀	K	* Ce	* Mg	* S bases	Ca	Mg
77641	LOTE 1 SECTOR MORASPAMBA	32	48	20	franco				1.92	0.18	0.10	1.39	10.68	6.4	7.33	55.26

ANEXOS

- ANEXO 1: Mapa de ubicación del lote.
- ANEXO 2: Mapa de delimitación del área experimental.
- ANEXO 3: Mapa de ubicación del laboratorio.

Responsable Técnico del Laboratorio: *[Firma]*
Vga. Diana Acosta J.

Página 2 de 3

ANEXO INFORME DE ANALISIS DE SUELOS 00065

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	LILIANA ELIZABETH ORDOÑEZ MEDINA	Nombre :	ESTACION EXPERIMENTAL ARGELIA	Informe No. :	0000
Dirección :	SECTOR MORASPAMBA	Provincia :	LOJA	Responsible Muestra :	Cliente
Ciudad :	LOJA	Cantón :	LOJA	Fecha Muestreo :	17/03/2023
Teléfono :	NE	Parroquia :	LOJA	Fecha Ingreso :	20/03/2023
Fax :	NE	Ubicación :	SECTOR MORASPAMBA	Condiciones ambientales :	TC: 24.5 %H: 57.1
				Fecha Emisión :	27/03/2023
				Fecha Impresión :	29/03/2023
				Cultivo Actual :	MAIZ

PROCEDIMIENTO DE ENSAYOS EN ANALISIS DE SUELOS				
Determinación	U (k=2)	Procedimiento de Ensayo	Método de Referencia	Técnica
pH	± 0,1	PEE-LS-07	Método EPA 150.2 (1982)	Electrométrica
Potasio	± 14% rango < 20 µg/ml ± 4% rango ≥ 20 µg/ml	PEE-LS-08	EPA 258.1 (1974) Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001	Absorción Atómica
Cobre	± 6%	PEE-LS-09	Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001	

NOTA: La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente cuando así lo requiera.

ABREVIATURAS		
pH= Potencial de Hidrógeno	S = Azufre	Cl = Cloro
N = Nitrógeno	Zn = Zinc	Al+H = Acidez Libre
P = Fósforo	Cu = Cobre	Al = Aluminio
K = Potasio	Fe = Hierro	Na = Sodio
Ca = Calcio	Mn = Manganeso	C.E = Conductividad Eléctrica
Mg = Magnesio	B = Boro	M.O = Materia Orgánica

- Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo, tal como fueron recibidas en el Laboratorio.
- Las Opiniones e interpretaciones se encuentran basadas en la Metodología Unificada, Red de Laboratorios de Suelos del Ecuador, Catálogo Iniap 1, 2001
- El laboratorio no realiza la toma de muestra. La información relacionada con la toma de la muestra fue proporcionada por el cliente.
- El Laboratorio no se responsabiliza de la veracidad de la información que ha sido proporcionada por el cliente y que puede afectar directamente a la validez de los resultados del presente informe.
- El laboratorio no se responsabiliza por el mal uso que le puedan dar al presente documento.

Anexo 3. Cálculo para la corrección del pH del suelo

Encalado

- **Cálculo para la dosis de aplicación de la cal**

1. Cálculo del área

Área = (40m*12 surcos)

Área = 480 m²

- **Luego se considero la formula referida por Toledo (2007):**

$$t/ha CaCO_3 = [(Aluminio\ en\ suelo - 0,75) / aluminio\ en\ suelo]^2 * 10$$

Donde:

pH = 6,4

Bases intercambiables: (Calcio = 3), (Magnesio = 1) y (Potasio = 0,40)

Acidez intercambiable: (Aluminio = 0,50) y (Hidrogeno = 0,1)

$$t/ha CaCO_3 = \left(\frac{0,5-0,75}{0,50}\right)^2 * 10$$

$$t/ha CaCO_3 = \left(\frac{-0,25}{0,50}\right)^2 * 10$$

$$t/ha CaCO_3 = (-0,5)^2 * 10$$

$$t/ha CaCO_3 = 0,25 * 10$$

t/ha CaCO₃ = 2,5

- **Después se considero que el cultivo de fréjol ocupa el 40 % de área efectiva:**

$$2,5\ t/ha\ CaCO_3 * 0,4 = \mathbf{1\ t/ha\ CaCO_3}$$

- **Finalmente, se realizó la relación para el área del ensayo:**

1 t : 1 000 kg

10 000 m² —————> 1 000 kg

480 m² —————> x

X = 48 Kg

Anexo 4. Cálculos de fertilización para el cultivo de fréjol

Cálculo de la fertilización para el fréjol

DATOS

Análisis de suelo		Requerimientos del cultivo		% de nutrientes del abono			
M.O	1,92 %	N	136	Mg	18	N	1,63
K	0,19 meq/100g	P	18	S	25	P ₂ O	3,19
P	29 ug/mL	K	114			Ca	4,89
Ca	1819 ug/mL	Ca	54			M.O	40,68

Densidad aparente = 1,5
 Área = 10 000 m²
 Profundidad = 0,3 m

CÁLCULO
 Para ello, primero debemos calcular el peso de la tierra
 Peso del suelo = (Área)(Profundidad)(Densidad)
 Peso del suelo = (10 000 m²)(0,3 m)(1 500 kg/m³)
Peso del suelo = 4 500 000 kg/ha

N (Nitrógeno)

1. Cálculo para hallar el nitrógeno con 1,92 % de Materia Orgánica
 - a. 100 kg de suelo → 1,92 kg M.O
 4 500 000 kg de suelo → x
x = 86 400 kg M.O en el suelo/ha
 - b. Existe el 5% de N en la M.O
 100 kg de M.O → 5 kg de N total
 86 400 kg de M.O → x
x = 4320 kg N total
 - c. Seguido se calcula el nitrógeno disponible
 100 kg N total → 2 kg de N disponible
 4 320 kg N total → x
x = 86,4 kg N disponible
 - d. El requerimiento del cultivo es de 136 kg de N
 136 de N requerido - 86,4 kg N disponible = 49,6 kg N

P (Potasio)

2. Cálculo para hallar el potasio si tengo un resultado de 0,19 meq/100 g
 - a. 1 equivalente K = 39/1 = 39 g
 1 meq K = 39/1000 = 0,039 g
 0,039 g K → 100 g suelo → 0,1 kg suelo
 x ← 4 500 000 kg de suelo
x = 1 755 000 g/ha
x = 1755 kg/ha de K

Luego se realizó la relación de:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ meq K} \longrightarrow 1755 \text{ kg/ha K} \\ 0,19 \text{ meq K} \longrightarrow x \\ \mathbf{x = 333,45 \text{ kg/ha K}} \end{array}$$

A los 333,45 kg/ha de K se multiplica por el factor de conversión 1,205128
 333,45 kg/ha K * 1,205128 = **401,85 kg de K₂O** que tiene el suelo

O también se puede realizar de la siguiente manera:

- b. $\text{K}_2\text{O} \left\{ \begin{array}{l} \text{K} = 39 * 2 = 78 \\ \text{O} = 16 * 1 = 16 \\ 94 \text{ kg} \end{array} \right.$

$$\begin{array}{l} 94 \text{ kg K}_2\text{O} \longrightarrow 78 \text{ kg K} \\ x \longrightarrow 333,45 \text{ kg/ha K} \\ \mathbf{x = 401,85 \text{ kg de K}_2\text{O}} \text{ (Sin el factor de conversión)} \end{array}$$

Comentario: el cultivo requiere 114 Kg de K (potasio), lo cual significa que no se requiere aplicar Potasio.

- Cuanto se debe aplicar de abono orgánico si contiene el 1,63 % de N

$$\begin{array}{l} 1,63 \text{ kg N} \longrightarrow 100 \text{ kg de abono orgánico} \\ 49,6 \text{ kg N} \longrightarrow x \\ \mathbf{x = 3043 \text{ kg/ha}} \\ \mathbf{x = 3,04 \text{ t/ha}} \end{array}$$

Comentario: En el ensayo se aplicó una relación 1,4 t/ha de abono orgánico. Siendo la cantidad en Kilogramos de 1 400 por hectárea de abono, luego se realizó una relación de cuanto para el área de estudio de 480 m² resultando de 67,2 Kg.
- Finalmente, se calculó la cantidad aportada de N

$$\begin{array}{l} 1,63 \text{ kg N} \longrightarrow 100 \text{ kg de abono orgánico} \\ x \longrightarrow 1400 \text{ kg de abono orgánico} \\ \mathbf{x = 22,82 \text{ kg/ha}} \end{array}$$

Anexo 5. Siembra del fréjol mantequilla



Anexo 6. Germinación de fréjol a los 8 días después de la siembra



Anexo 7. Deshierbe de las plantas de fréjol



Anexo 8. Identificación de los tratamientos e implementación del tutorado en el cultivo de fréjol



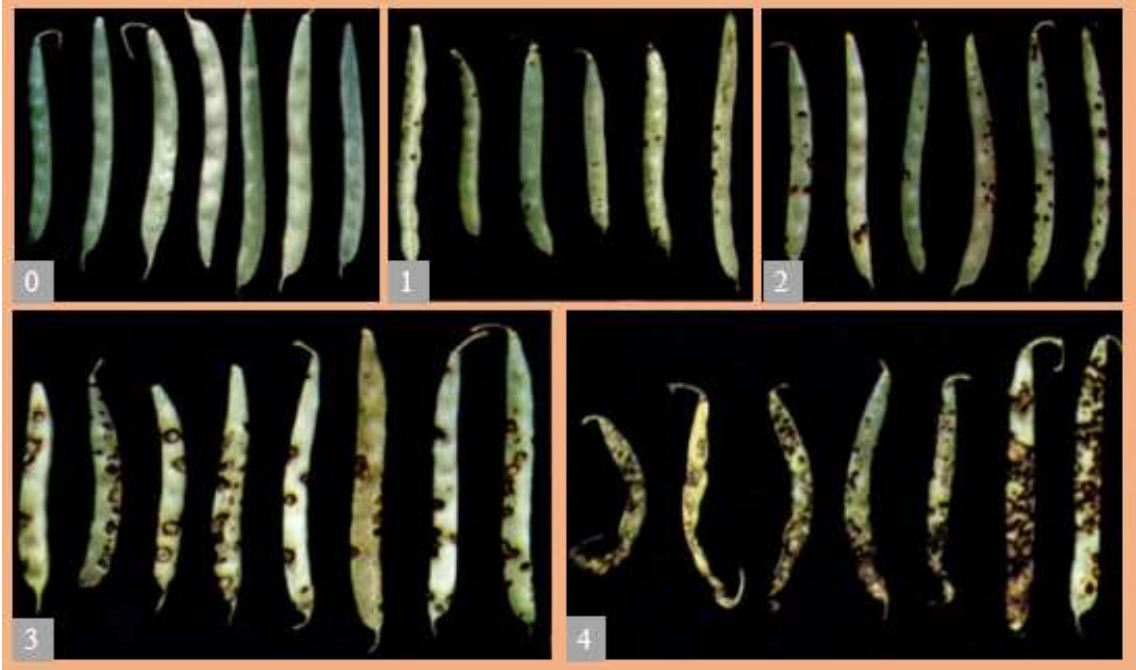
Anexo 9. Control fitosanitario



Anexo 10. Evaluación diagnóstica de la antracnosis en los diferentes sectores productores de fréjol



Anexo 11. Escala ilustrativa de severidad en vainas de fréjol para evaluar la reacción del patógeno *C. lindemuthianum*.



Anexo 12. Aplicación de los respectivos tratamientos para el control de la antracnosis



Anexo 13. Toma de datos de las variables agronómicas



Anexo 14. Vainas infestadas por *C. lindemuthianum* el ensayo



Anexo 15. Resultado del análisis de varianza para el diagnóstico de *C. lindemuthianum* en los diferentes sectores productivos de fréjol de los índices de incidencia % y severidad %.

% Incidencia						% Severidad					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% Incidencia	106	0.80	0.79	10.86		% Severidad	106	0.90	0.89	10.98	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17587.50	4	4396.87	101.66	<0.0001	Modelo	9478.58	4	2369.64	215.84	<0.0001
Sector	17587.50	4	4396.87	101.66	<0.0001	Sector	9478.58	4	2369.64	215.84	<0.0001
Error	4368.26	101	43.25			Error	1108.84	101	10.98		
Total	21955.76	105				Total	10587.42	105			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.84839						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.94658					
Error: 43.2501 gl: 101						Error: 10.9787 gl: 101					
Sector	Medias	n	E.E.			Sector	Medias	n	E.E.		
Bolonia	44.50	20	1.47	A		Bolonia	19.29	20	0.74	A	
Carigan	46.02	24	1.34	A		Carigan	22.74	24	0.68	B	
La Argelia	69.79	32	1.16	B		Latillo	28.13	15	0.86	C	
Latillo	72.00	15	1.70	B		Tres leguas	30.11	15	0.86	C	
Tres leguas	73.89	15	1.70	B		La Argelia	43.54	32	0.59	D	
Medias con una letra común no son significativamente d						Medias con una letra común no son significativamente d					

Anexo 16. Resultados de ANOVA para el índice de incidencia % de la antracnosis

E1					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
E1	16	sd	sd	sd	sd
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	6	0.00	sd	sd
Bloque	0.00	3	0.00	sd	sd
Tratamiento	0.00	3	0.00	sd	sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	15			

E2						E3						E4					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
E2	16	0.43	0.38	6.11		E3	16	0.32	0.69	12.43		E4	16	0.93	0.88	3.97	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.43	6	0.74	2.83	0.1032	Modelo	272.48	6	45.41	6.66	0.0063	Modelo	860.48	6	143.41	18.88	0.0001
Bloque	1.36	3	0.45	1.64	0.2700	Bloque	86.40	3	28.80	2.76	0.1040	Bloque	225.59	3	75.19	9.34	0.0040
Tratamiento	3.08	3	1.03	3.49	0.0433	Tratamiento	216.08	3	72.03	10.56	0.0026	Tratamiento	734.89	3	244.96	30.43	<0.0001
Error	2.64	9	0.29			Error	61.37	9	6.82			Error	72.46	9	8.05		
Total	7.08	15				Total	333.85	15				Total	1032.94	15			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19642 Error: 0.2938 gl: 9 Bloque Medias n E.E. II 6.83 4 0.27 A III 6.67 4 0.27 A IV 6.99 4 0.27 A I 6.29 4 0.27 A Medias con una letra común no son significativas						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.76413 Error: 6.9185 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 17.51 4 1.31 A III 21.58 4 1.31 A IV 22.19 4 1.31 A II 22.49 4 1.31 A Medias con una letra común no son significativas						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.26339 Error: 8.0500 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 47.42 4 1.42 A II 49.65 4 1.42 A III 50.65 4 1.42 A IV 57.16 4 1.42 B Medias con una letra común no son significativas					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.19642 Error: 0.2938 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 8.18 4 0.27 A Control biológico 8.83 4 0.27 A Testigo absoluto 9.12 4 0.27 A Extracto botánico 9.38 4 0.27 A						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.76413 Error: 6.9185 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 16.44 4 1.31 A Extracto botánico 20.12 4 1.31 A Control biológico 20.78 4 1.31 A Testigo absoluto 26.69 4 1.31 B						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.26339 Error: 8.0500 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 49.89 4 1.42 A Control biológico 48.76 4 1.42 A Extracto botánico 49.20 4 1.42 A Testigo absoluto 62.12 4 1.42 B					

E5						E6						E7					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV	Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
E5	16	0.91	0.84	9.32		E6	16	0.94	0.93	12.71		E7	16	0.95	0.98	5.03	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1470.88	6	245.14	14.86	0.0004	Modelo	4725.19	6	787.53	32.12	<0.0001	Modelo	9380.39	6	1563.40	147.83	<0.0001
Bloque	169.22	3	56.07	2.93	0.0920	Bloque	203.90	3	67.97	3.77	0.1029	Bloque	95.47	3	31.82	3.02	0.0866
Tratamiento	1502.67	3	500.89	26.19	0.0001	Tratamiento	4521.25	3	1507.10	61.47	<0.0001	Tratamiento	9284.91	3	3094.97	292.63	<0.0001
Error	172.14	9	19.13			Error	230.66	9	25.62			Error	94.88	9	10.54		
Total	1843.04	15				Total	4945.05	15				Total	9445.27	15			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.65410 Error: 19.1269 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 42.90 4 2.19 A II 44.94 4 2.19 A III 48.40 4 2.19 A IV 61.37 4 2.19 A Medias con una letra común no son significativas						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.93019 Error: 24.5175 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 39.55 4 2.45 A II 38.00 4 2.45 A III 41.82 4 2.45 A IV 42.43 4 2.45 A Medias con una letra común no son significativas						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.16727 Error: 10.5421 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 32.21 4 1.62 A II 35.41 4 1.62 A III 37.27 4 1.62 A IV 38.58 4 1.62 A Medias con una letra común no son significativas					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=9.65410 Error: 19.1269 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 36.87 4 2.19 A Extracto botánico 43.12 4 2.19 A Control biológico 44.72 4 2.19 A Testigo absoluto 62.90 4 2.19 B						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.93019 Error: 24.5175 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 22.98 4 2.45 A Extracto botánico 31.71 4 2.45 B Control biológico 33.99 4 2.45 B Testigo absoluto 67.21 4 2.45 C						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.16727 Error: 10.5421 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 17.24 4 1.62 A Extracto botánico 23.78 4 1.62 B Control biológico 25.49 4 1.62 B Testigo absoluto 77.26 4 1.62 C					

Anexo 17. Resultados de ANOVA para el índice de severidad % de la antracnosis

E1					
Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
E1	16	sd	sd	sd	sd
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	6	0.00	sd	sd
Bloque	0.00	3	0.00	sd	sd
Tratamiento	0.00	3	0.00	sd	sd
Error	0.00	9	0.00		
Total	0.00	15			

E2	E3	E4
<p>Variable H R² R² A_j CV E2 16 0.28 0.00 21.87</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 0.75 6 0.13 0.58 0.7416 Bloque 0.15 3 0.05 0.21 0.8339 Tratamiento 0.64 3 0.21 0.94 0.4619 Error 2.05 9 0.23 Total 2.83 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.05264 Error: 0.2274 gl: 9 Bloque Medias n E.E. III 2.04 4 0.24 A I 2.18 4 0.24 A IV 2.19 4 0.24 A II 2.31 4 0.24 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.05264 Error: 0.2274 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control biológico 1.90 4 0.24 A Control químico 2.09 4 0.24 A Testigo absoluto 2.34 4 0.24 A Extracto botánico 2.39 4 0.24 A</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV E3 16 0.98 0.75 14.37</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 33.31 6 5.55 8.36 0.0029 Bloque 4.83 3 2.28 3.43 0.0659 Tratamiento 26.48 3 8.83 13.29 0.0012 Error 5.98 9 0.66 Total 39.29 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.79883 Error: 0.6641 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 4.61 4 0.41 A III 5.72 4 0.41 A II 5.99 4 0.41 A IV 6.38 4 0.41 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.79883 Error: 0.6641 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 4.00 4 0.41 A Extracto botánico 5.46 4 0.41 A Control biológico 5.60 4 0.41 A Testigo absoluto 7.62 4 0.41 B</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV E4 16 0.81 0.68 8.07</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 57.29 6 9.55 6.23 0.0078 Bloque 3.30 3 1.10 0.72 0.5650 Tratamiento 53.99 3 18.00 11.79 0.0018 Error 13.74 9 1.53 Total 71.03 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.72788 Error: 1.5271 gl: 9 Bloque Medias n E.E. III 14.65 4 0.62 A I 15.16 4 0.62 A II 15.61 4 0.62 A IV 15.83 4 0.62 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.72788 Error: 1.5271 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 13.68 4 0.62 A Extracto botánico 14.11 4 0.62 A Control biológico 15.08 4 0.62 A Testigo absoluto 16.37 4 0.62 B</p>
<p>Variable H R² R² A_j CV E5 16 0.92 0.87 11.27</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 286.35 6 47.73 17.82 0.0002 Bloque 4.23 3 1.41 0.53 0.6747 Tratamiento 282.15 3 94.05 35.12 <0.0001 Error 24.10 9 2.68 Total 310.49 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.61245 Error: 2.6781 gl: 9 Bloque Medias n E.E. III 13.88 4 0.82 A II 14.32 4 0.82 A I 14.43 4 0.82 A IV 15.29 4 0.82 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.61245 Error: 2.6781 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 9.86 4 0.82 A Extracto botánico 13.43 4 0.82 B Control biológico 13.48 4 0.82 B Testigo absoluto 21.34 4 0.82 C</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV E6 16 0.97 0.96 10.70</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 379.77 6 146.63 26.47 <0.0001 Bloque 4.16 3 1.39 0.59 0.6702 Tratamiento 375.61 3 125.21 112.40 <0.0001 Error 23.37 9 2.60 Total 393.14 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.55715 Error: 2.5968 gl: 9 Bloque Medias n E.E. IV 13.23 4 0.81 A II 15.15 4 0.81 A III 15.39 4 0.81 A I 15.62 4 0.81 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.55715 Error: 2.5968 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 9.06 4 0.81 A Control biológico 10.04 4 0.81 B Extracto botánico 12.67 4 0.81 B Testigo absoluto 27.65 4 0.81 C</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV E7 16 0.99 0.98 10.38</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 2094.17 6 342.36 138.53 <0.0001 Bloque 4.53 3 1.51 0.62 0.6212 Tratamiento 2049.65 3 683.20 276.44 <0.0001 Error 22.24 9 2.47 Total 2076.41 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.47024 Error: 2.4714 gl: 9 Bloque Medias n E.E. IV 14.42 4 0.79 A II 14.65 4 0.79 A III 15.44 4 0.79 A I 15.81 4 0.79 A Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.47024 Error: 2.4714 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control químico 6.79 4 0.79 A Control biológico 8.63 4 0.79 B Extracto botánico 10.51 4 0.79 B Testigo absoluto 34.65 4 0.79 C</p>

Anexo 18. Resultados de ANOVA para las variables agronómicas

Altura de la planta (cm)	Número de hojas	Número de flores
<p>Variable H R² R² A_j CV Altura de la planta (cm) 16 0.78 0.63 6.52</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 214.98 6 35.83 5.27 0.0136 Bloque 177.77 3 59.26 8.71 0.0050 Tratamiento 37.21 3 12.40 1.82 0.2130 Error 61.21 9 6.80 Total 276.19 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.75681 Error: 6.8912 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 34.43 4 1.30 A 2 40.75 4 1.30 B 3 41.60 4 1.30 B 4 43.20 4 1.30 B Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.75681 Error: 6.8912 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Testigo absoluto 37.58 4 1.30 A Control biológico 40.28 4 1.30 A Extracto botánico 40.33 4 1.30 A Control químico 41.00 4 1.30 A</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV Número de hojas 16 0.87 0.79 6.50</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 533.22 6 88.87 10.34 0.0013 Bloque 516.56 3 172.29 20.04 0.0003 Tratamiento 16.35 3 5.45 0.63 0.6118 Error 77.36 9 8.60 Total 610.58 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.47193 Error: 8.5958 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 33.53 4 1.47 A 2 44.25 4 1.47 B 3 46.95 4 1.47 B 4 47.73 4 1.47 B Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.47193 Error: 8.5958 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Testigo absoluto 41.45 4 1.47 A Control biológico 43.25 4 1.47 A Extracto botánico 43.50 4 1.47 A Control químico 44.23 4 1.47 A</p>	<p>Variable H R² R² A_j CV Número de flores 16 0.82 0.70 11.02</p> <p>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) F.V. SC gl CM F p-valor Modelo 2716.96 6 452.81 6.84 0.0058 Bloque 2675.74 3 891.91 13.48 0.0011 Tratamiento 41.12 3 13.71 0.21 0.8889 Error 395.41 9 43.93 Total 3312.27 15</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.95465 Error: 43.93 gl: 9 Bloque Medias n E.E. I 51.88 4 4.07 A 2 76.83 4 4.07 B 3 83.25 4 4.07 B 4 83.28 4 4.07 B Medias con una letra común no son significativas</p> <p>Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=17.95465 Error: 43.93 gl: 9 Tratamiento Medias n E.E. Control biológico 72.33 4 4.07 A Testigo absoluto 72.55 4 4.07 A Extracto botánico 74.00 4 4.07 A Control químico 76.35 4 4.07 A</p>

Número de vainas/planta						Longitud de vaina (cm)					
Variable	N	R*	R* A _j	CV		Variable	N	R*	R* A _j	CV	
Número de vainas/planta 16 0.61 0.35 8.58						Longitud de vaina (cm) 16 0.68 0.47 2.96					
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo)						Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81.34	4	20.34	2.32	0.1334	Modelo	4.01	4	0.07	3.24	0.0557
Bloque	54.95	3	18.32	3.14	0.0799	Bloque	1.51	3	0.50	2.43	0.1319
Tratamiento	26.39	3	8.80	1.01	0.2701	Tratamiento	2.50	3	0.83	4.04	0.0448
Error	52.56	9	5.84			Error	1.84	9	0.21		
Total	133.90	15				Total	5.86	15			
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.35441						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.00217					
Error: 5.8997 gl: 9						Error: 0.2061 gl: 9					
Bloque Medias n E.E.						Bloque Medias n E.E.					
3	26.10	4	1.31	A		2	15.48	4	0.33	A	
2	26.50	4	1.31	A		4	15.63	4	0.33	A	
1	29.70	4	1.31	A		1	16.10	4	0.33	A	
4	30.25	4	1.31	A		3	16.20	4	0.33	A	
Medias con una letra común no son significativas						Medias con una letra común no son significativas					
Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.35441						Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.00217					
Error: 5.8997 gl: 9						Error: 0.2061 gl: 9					
Tratamiento Medias n E.E.						Tratamiento Medias n E.E.					
Testigo absoluto	25.98	4	1.31	A		Testigo absoluto	15.20	4	0.33	A	
Extracto botánico	29.45	4	1.31	A		Extracto botánico	15.90	4	0.33	A	B
Control biológico	29.83	4	1.31	A		Control biológico	16.05	4	0.33	A	B
Control químico	29.30	4	1.31	A		Control químico	16.25	4	0.33	A	B

Anexo 19. Certificación de traducción del resumen.

Mgs. Mónica Jimbo Galarza

CERTIFICO:

Haber realizado la traducción de Español – Inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma titulado “Evaluación de estrategias integradas para el control de la antracnosis *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn) Scribner en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el sector La Argelia” de autoría de Liliana Elizabeth Ordoñez Medina con CI: 1105155731.

Se autoriza a la interesada hacer uso de la misma para los trámites que crea conveniente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Emitida en Loja, a los 27 días del mes de noviembre 2023.



Mgs. Mónica Jimbo Galarza

MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA

REGISTRO EN LA SENECYT N° 1021-2018-1999861