



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE
CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN
COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA
(*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN
EL CAMPUS SALACHE 2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:

Almache Sangucho Daniela Estefania

Tutor:

Torres Miño Carlos Javier

Co Tutora:

López Guerrero Victoria Alicia

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Almache Sangucho Daniela Estefania con cédula de ciudadanía No. 0503667859, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”**, siendo el Ingeniero, Ph.D. Torres Miño Carlos Javier, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 21 de Febrero del 2025



Daniela Estefania Almache Sangucho

C.C: 0503667859

ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ALMACHE SANGUCHO DANIELA ESTEFANIA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503667859** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Octubre 2024 – Marzo 2025

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de diciembre del 2024

Tutor: Ing. Torres Miño Carlos Javier, Ph.D.

Tema: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”**

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

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

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

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

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

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

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

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

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

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

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 21 días del mes de febrero del 2025



Daniela Estefanía Almache Sangucho
LA CEDENTE


Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”, de Almache Sangucho Daniela Estefania, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa

Latacunga, 21 de Febrero del 2025




Ing. Torres Mino Carlos Javier, Ph.D.
C.C: 0502673924
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Almache Sangucho Daniela Estefania, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 21 de Febrero del 2025


Ing. Emerson Jácome Mogro, Ph.D.
C.C 0501974703
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.
C.C: 0502672934
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
CC: 0502409725
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Con profundo agradecimiento y respeto quiero agradecer en primer lugar, a mis padres y hermanos, A mi mejor amiga Nathaly Córdova, por su apoyo incondicional, su confianza y por estar siempre presente en cada paso de este camino, por estar siempre a mi lado, en los buenos y malos momentos, dándome su apoyo incondicional y consejos, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba. A mi tutor, el Ing. Ph.D, Carlos Torres, por su invaluable guía, paciencia y compromiso durante todo el proceso, brindándome la confianza y el apoyo. A la Ing. Mg, Karina Marín, por su orientación, confianza y sobre todo por sus consejos valiosos. A los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, quienes con su trabajo ha sido una base esencial para esta investigación. A mis amigos Evelin, Nataly, Joel y Camilo con quienes compartí risas y momentos inolvidables a lo largo de esta etapa. Gracias por su compañía incondicional, por ser mi apoyo en los momentos difíciles. Mis más sinceros agradecimientos al tribunal revisor: Ing. Ph.D. Emerson Jácome, Ing. Mg, Karina Marín y al Ing. Mg. Paolo Chasi por el tiempo empleado para la revisión, orientación, sugerencias, recomendaciones y paciencia lo cual ha sido fundamental para la mejora del presente investigación.

Daniela Estefania Almache Sangucho

DEDICATORIA

Con todo mi amor y gratitud, quiero dedicar este trabajo a las personas más importantes de mi vida, aquellos que han estado a mi lado en cada momento, brindándome su apoyo incondicional,

su amor infinito y su confianza en mí. A mis padres, Magdalena y Ángel, quienes han sido mi mayor inspiración y mi fortaleza en este camino. Gracias por su esfuerzo, por cada sacrificio que han hecho para darme la oportunidad de alcanzar mis sueños, por sus palabras de aliento en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño logro. Su amor, paciencia y enseñanzas me han formado como la persona que soy hoy. No hay palabras suficientes para expresar lo agradecida que estoy por todo lo que han hecho por mí. Este logro es tanto mío como suyo, porque sin su guía, nada de esto habría sido posible. A mis hermanos, Walter y Paúl, por estar ahí en cada paso de este camino, por motivarme a seguir adelante cuando las cosas parecían difíciles y por recordarme siempre que no estoy sola. Y a mí fiel compañero, Junior, mi mascota y mi amigo incondicional. Aunque no pueda entender mis palabras, su presencia ha sido un refugio en los días de estrés y cansancio. Su cariño incondicional y su compañía han sido una fuente de paz y felicidad a lo largo de este proceso.

Daniela Estefania Almache Sangucho

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”

Autora:

Almache Sangucho Daniela Estefania

RESUMEN

La investigación titulada “Evaluación del efecto de un biofertilizante con diferentes dosis y frecuencias en dos sistemas de producción de cobertura y sin cobertura plástico en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) de la variedad INIAP - 342 LOJANITA en el Campus Salache 2024” presenta un análisis detallado del impacto del uso de biofertilizantes en el desarrollo y rendimiento de la arveja bajo diferentes condiciones de cobertura. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Técnica de Cotopaxi, en respuesta a la necesidad de mejorar la producción

agrícola de arvejas mediante prácticas sostenibles y efectivas. La investigación se estructuró en varios capítulos, iniciando con la justificación del proyecto, que resalta la importancia de la biofertilización en el manejo agroecológico y la necesidad de optimizar el uso de recursos en la agricultura. Entre los objetivos planteados, se destaca la evaluación del efecto del biofertilizante en diferentes dosis y frecuencias, así como el análisis comparativo entre sistemas de cultivo con y sin acolchado plástico. Los resultados obtenidos indican un efecto positivo del uso de acolchado plástico, que no solo mejoró el crecimiento y desarrollo de las plantas, sino que también incrementó significativamente el rendimiento y calidad de los granos. Los datos resaltan que el peso promedio de 100 granos fue superior en las plantas cultivadas con acolchado (35.42 g) en comparación con aquellas sin acolchado (28.63 g). Además, la investigación demuestra que la aplicación adecuada del biofertilizante, en combinación con el acolchado, influye de manera favorable en los parámetros biométricos de la arveja, como el número de hojas, altura de las plantas, y en aspectos de producción como el rendimiento total. Las conclusiones del estudio establecen que el uso de acolchado plástico en cultivos de arveja, complementado con biofertilizantes, resulta en un aumento significativo en el rendimiento y calidad del grano, presentándose como una técnica efectiva para mitigar el estrés hídrico y mejorar las condiciones del suelo. Se recomienda a los agricultores aplicar la dosis óptima de biofertilizante para maximizar la producción, asegurando al mismo tiempo la viabilidad económica y ambiental de estas prácticas para pequeños y medianos productores.

Palabras clave: Biofertilizante, Acolchado plástico, *Pisum sativum*, Rendimiento, Calidad, Sostenibilidad, Agricultura, Optimización de recursos, Variedad INIAP - 342 LOJANITA.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

THEME: “EVALUATION OF THE EFFECT OF A BIOFERTILIZER WITH DIFFERENT DOSES AND FREQUENCIES IN TWO PRODUCTION SYSTEMS WITH AND WITHOUT PLASTIC MULCH IN THE CULTIVATION OF PEAS (*Pisum Sativum*) OF THE INIAP - 342 LOJANITA VARIETY AT THE SALACHE 2024 CAMPUS”

Author:
Almache Sangucho Daniela Estefania

ABSTRACT

The research entitled “Evaluation of the effect of a biofertilizer with different doses and frequencies in two production systems with and without plastic mulch in the cultivation of peas

(*Pisum sativum*) of the INIAP - 342 LOJANITA variety at the Salache 2024 Campus” presents a detailed analysis of the impact of the use of biofertilizers on the development and yield of peas under different mulching conditions. The study was carried out at the Technical University of Cotopaxi, in response to the need to improve agricultural production of peas through sustainable and effective practices. The research was structured in several chapters, starting with the justification of the project, which highlights the importance of biofertilization in agroecological management and the need to optimize the use of resources in agriculture. Among the objectives, the evaluation of the effect of biofertilizer at different doses and frequencies is highlighted, as well as the comparative analysis between cultivation systems with and without plastic mulch. The results obtained indicate a positive effect of the use of plastic mulch, which not only improved plant growth and development, but also significantly increased grain yield and quality. The data highlight that the average weight of 100 grains was higher in plants grown with mulch (35.42 g) compared to those without mulch (28.63 g). Furthermore, the research shows that the proper application of biofertilizer, in combination with mulching, has a favorable influence on the biometric parameters of peas, such as the number of leaves, plant height, and production aspects such as total yield. The conclusions of the study establish that the use of plastic mulch on pea crops, supplemented with biofertilizers, results in a significant increase in grain yield and quality, presenting itself as an effective technique to mitigate water stress and improve soil conditions. Farmers are advised to apply the optimal dose of biofertilizer to maximize production, while ensuring the economic and environmental viability of these practices for small and medium producers.

KEYWORDS: Biofertilizer, Plastic mulch, *Pisum sativum*, Yield, Quality, Sustainability, Agriculture, Resource optimization, Variety INIAP - 342 LOJANITA.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	III
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	V
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE IMÁGENES	XVII
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2

3.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	4
3.1.	BENEFICIARIOS DIRECTOS	4
3.2.	BENEFICIARIOS INDIRECTOS	4
4.	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
5.	OBJETIVOS	5
5.1.	OBJETIVO GENERAL	5
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
6.	ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA	7
7.1.	CULTIVO DE LA ARVEJA (<i>PISUM SATIVUM</i> L.)	7
7.1.1.	Antecedentes	7
7.1.2.	Características botánicas.....	7
7.1.3.	Clasificación taxonómica	8
7.2.	REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DE CULTIVO	9
7.2.1.	Plagas y enfermedades.....	9
7.2.2.	Manejo de malezas	10
7.3.	VARIEDADES	10
7.4.	ARVEJA INIAP – 432 LOJANITA	11
7.5.	CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA ARVEJA (<i>PISUM SATIVUM</i> L.)	11

7.6.	COBERTURA PLÁSTICA.....	12
7.7.	VENTAJAS DEL USO DE COBERTURA PLÁSTICA EN HORTICULTURA	13
7.8.	DESVENTAJAS DEL USO DE COBERTURA PLÁSTICA	13
7.9.	BIOFERTILIZANTES	13
7.10.	TIPOS DE BIOFERTILIZANTES	14
7.11.	BIOFERTILIZANTES ENRIQUECIDOS CON MICROORGANISMOS	15
7.12.	<i>BACILLUS SUBTILIS</i>	16
7.13.	<i>PSEUDOMONAS FLUORESCENS</i>	17
8.	VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS	18
8.1.	HIPÓTESIS ALTERNATIVA	18
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	19
9.1.1.	Modalidad básica de investigación	19
9.1.2.	Experimental	19
9.1.3.	Descriptiva	19
9.3.1.	Fuentes de información	20
9.3.2.	Observación Directa	20
9.3.3.	Análisis estadístico	20
9.5.	MATERIALES Y EQUIPOS	21
9.6.1.	Factores en estudio	22
10.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27

10.1. FASE	DE	CAMPO
.....	.....	27
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	57
11.1. CONCLUSIONES	.....	57
11.2. RECOMENDACIONES	.....	58
12. BIBLIOGRAFÍA	.....	59
ÍNDICE DE TABLAS		
Tabla 1. Actividades por objetivo.....	¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la arveja	.....	8
Tabla 3. Principales Plagas y enfermedades de la arveja	.....	9
Tabla 4. Contenido nutricional de la arveja (Pisum Sativum L.)	.....	11
Tabla 5. Clasificación de los biofertilizantes	.....	14
Tabla 6. Composición de Fertibacter Maíz	.....	15
Tabla 7. Operacionalización de las variables	.....	18
Tabla 8. Frecuencia de aplicación de biofertilizante Fertibacter	.....	21
Tabla 9. Dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter	.....	21
Tabla 10. Cobertura de suelo para cultivo de arveja	.....	22
Tabla 11. Descripción de los Tratamientos	.....	22
Tabla 12. Esquema del Análisis de Varianza para campo	.....	23
Tabla 13. Características de la unidad experimental	.....	23
Tabla 14. ADEVA para días a la floración en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	.....	27
Tabla 15. Fisher al 5% para coberturas de suelo en días a la floración en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	.....	27
Tabla 16. Prueba de medias para la frecuencia no significativas a los días de floración por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad INIAP- 342 Lojanita	.....	28
Tabla 17. Prueba de medias para Dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (Pisum sativum) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	.....	29

Tabla 18. ADEVA para altura de planta en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	30
Tabla 19. Promedios y Fisher al 5% de altura de planta por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024	31
Tabla 20. Promedios y Tukey 5% para altura de planta por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	31
Tabla 21. Promedios y Fisher al 5% de altura de planta por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	32
Tabla 22. ADEVA para número de ramas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	33
Tabla 23. Promedios y Fisher al 5% de número de ramas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	34
Tabla 24. Promedios y Tukey 5% para número de ramas por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	35
Tabla 25. Promedios y Fisher 5% para número de ramas por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	36
Tabla 26. ADEVA para número de hojas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	38
Tabla 27. Promedios y Fisher al 5% de número de hojas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	39
Tabla 28. Promedios y Tukey 5% para número de hojas por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	39

Tabla 29. Promedios y Fisher al 5% para número de hojas por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	40
Tabla 30. ADEVA para número de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	42
Tabla 31. Promedios y Fisher al 5% número de vainas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024	42
Tabla 32. Prueba de medias para número de vainas por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache	43
Tabla 33. Fisher al 5% para coberturas de suelo en número de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	44
Tabla 34. ADEVA para largo de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	44
Tabla 35. Prueba de medias para largo de la vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	45
Tabla 36. Prueba de medias largo de vaina por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	46
Tabla 37. Fisher al 5% para coberturas de suelo en largo de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	46
Tabla 38. ADEVA para ancho de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	47
Tabla 39. Prueba de medias de ancho de la vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	48

Tabla 40. Prueba de medias ancho de la vaina por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en	48
el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.	48
Tabla 41. Fisher al 5% para coberturas de suelo en ancho de la vaina en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	49
Tabla 42. ADEVA para peso de vaina en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	49
Tabla 43. Prueba de medias para peso de vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	50
Tabla 44. Prueba de medias para ancho de hoja por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en	51
el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.	51
Tabla 45. Fisher al 5% para coberturas de suelo en peso de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	51
Tabla 46. ADEVA para número de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024	52
Tabla 47. Promedios y Fisher al 5% de número de granos por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024	52
Tabla 48. Prueba de medias para número de granos por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache	53
Tabla 49. Fisher al 5% para coberturas de suelo en número de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	54

Tabla 50. ADEVA para peso de 100 de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP-342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	54
Tabla 51. Prueba de medias de peso de 100 granos por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.....	55
Tabla 52. Prueba de medias para peso de 100 granos por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.	56
Tabla 53. Fisher al 5% para coberturas de suelo en peso de 100 granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (<i>Pisum sativum</i>) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.....	56

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Ubicación del área de investigación.....	21
Figura 2. Distribución de los tratamientos de la investigación en campo	24
Figura 3. Distribución de la parcela experimental.....	24

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título

“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE CON DIFERENTES DOSIS Y FRECUENCIAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON COBERTURA Y SIN COBERTURA PLÁSTICA EN EL CULTIVO DE ARVERJA (*Pisum sativum*) DE LA VARIEDAD INIAP - 342 LOJANITA EN EL CAMPUS SALACHE 2024”

Fecha de inicio: Agosto 2024.

Fecha de finalización: Marzo 2025.

Lugar de ejecución.

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Campus Salache.

Institución que auspicia.

Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad académica que auspicia.

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia.

Carrera de Ingeniería Agronómica.

Equipo de trabajo.

Responsable del proyecto: Almache Sangucho Daniela Estefania **Tutor:**

Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.

Lector 1: Ing. Emerson Javier Jácome Mogro, Ph.D.

Lector 2: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Lector 3: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizueté, Mg.

Coordinador del proyecto.

Nombre: Almache Sangucho Daniela Estefania

CC. 0503667859

Correo electrónico: daniela.almache7859@utc.edu.ec

Área de conocimiento

Agricultura, Silvicultura y Pesca – Producción agropecuaria

Línea de investigación

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Sublínea de investigación

Producción Agrícola sostenible.

Línea de vinculación de la carrera:

Gestión de los recursos naturales, biodiversidad tecnológica y gestión para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El cultivo de arveja (*Pisum sativum*) es un cultivo de gran importancia y demanda para el mercado nacional e internacional, Minchala y Guaman (2004) mencionan que en la Sierra Sur (Cañar, Azuay y Loja), alrededor del 24.2 % del área sembrada se pierde por situaciones climáticas adversas, enfermedades y economía sin rentabilidad; los productores usan semilla común para la siembra (92,3 %) y solamente el 6.2 % de los productores usan semilla certificada.

La producción agrícola enfrenta desafíos constantes, especialmente en cultivos de alto valor nutricional y económico como la arveja (*Pisum sativum*) (Osorio y Méndez, 2023). A nivel global, las leguminosas tienen gran reconocimiento por sus propiedades alimenticias, siendo una fuente rica en proteínas, hierro, zinc y vitaminas, además de fibra, calcio y magnesio entre otros (Carrancio, 2023).

Carrancio (2023) también menciona que a nivel mundial, el consumo de arveja está alrededor a los 8 kg per cápita. Sin embargo, el consumo de legumbres continúa siendo modesta, registrando uno de los niveles de consumo más bajos del mundo, con alrededor de 800 g per cápita de los cuales el 18 % corresponde a arvejas. Es decir, que el consumo de arvejas secas se resume a 145 g per cápita anuales.

Actualmente, el efecto ambiental y económico por el uso incorrecto de fertilizantes inorgánicos y del agua, sin perjudicar el rendimiento y calidad de los cultivos, por ello, se han sugerido métodos de fertilización sustentable y técnicas que optimizan el uso de agua y nutrientes; en este contexto, los biofertilizantes y la utilización de sustratos son una alternativa (Luna et al., 2023).

Castiglione et al, (2021) menciona que el continuo crecimiento de la población a nivel mundial, la reducción de la superficie cultivable y el agotamiento del potencial genético de los cultivos, existe la demanda para la aplicación de nuevas tecnologías agrícolas. Las soluciones agronómicas deben generar un bajo impacto ambiental, además; deben ser destinadas a mejorar la resiliencia de las plantas a las condiciones desfavorables del suelo, se están tomando imprescindibles para garantizar la alta demanda de alimentos con altos valores nutricionales. Estas tecnologías están relacionadas en la conservación de suelos y su microbiología con el uso de microorganismos en forma de biofertilizantes, controladores biológicos para el control de

plagas, hongos entomopatógenos para el control de enfermedades fúngicas, bioestimulantes a base de algas marinas, etc.

El uso del mulching o acolchados para la cobertura del suelo es una técnica muy utilizada en horticultura, protegiendo el sistema radicular de las bajas temperaturas, sequía, exceso de humedad, malezas y plagas; mejorando la productividad y el uso de agua (Chávez et al., 2022). Singh et al, (2021) anuncian que el biofertilizante es un producto orgánico que contiene células vivas de varios tipos de microorganismos, que son capaces de convertir elementos nutricionalmente importantes de forma no disponible a forma disponible a través de varios procesos biológicos. Todos los biofertilizantes son seguros de usar y tienen un bajo costo. La aplicación de biofertilizantes ha mostrado resultados brillantes en el caso del guisante. La tasa de fijación de nitrógeno por *Rhizobium* anualmente en el guisante varía de 31 a 107 kg N/ha. El biofertilizante Fertibacter es un biofertilizante a base de microorganismos de los géneros *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens*, consideradas de gran importancia en la agricultura, donde *B. subtilis* presenta efectividad como promotor del crecimiento y desarrollo vegetal y como inductor de resistencia a diferentes tipos de estrés en plantas (González et al., 2022), mientras que *P. fluorescens* también es considerado como bacteria promotora de crecimiento vegetal, además pueden producir antibióticos inhibiendo el crecimiento de patógenos, mejora la nutrición vegetal al solubilizar nutrientes, etc. (Zambrano et al., 2022). Para Le Mire et al, (2016), la investigación agrícola se encamina en la aplicación de principios amigables con el medio ambiente para minimizar el uso de recursos químicos que suelen ser dañinos para las interacciones ecológicas y la diversidad agrobiológica. Últimamente, se han desarrollado instrumentos tecnológicos destinados a fomentar agroecosistemas sustentables con el incremento en la tolerancia de las plantas a variados estreses abióticos donde el uso de productos bioestimulantes se presentan como opciones favoritas frente a los abonos químicos. Se utilizan bioestimulantes con el objetivo de seleccionar y estimular microorganismos beneficiosos del suelo para mantener de manera indirecta el crecimiento y la productividad de las plantas. Los bioestimulantes se caracterizan como productos de origen biológico cuyo propósito, al ser aplicados a las plantas o al suelo, es impulsar los procesos ecológicos naturales para potenciar la absorción de nutrientes y la tolerancia (Hellequin et al., 2020).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del proyecto fue la comunidad académica de la Universidad Técnica de Cotopaxi constituida por docentes, estudiantes e investigadores.

3.2. Beneficiarios indirectos.

Los beneficiarios indirectos de este proyecto investigativo fueron los productores dedicados al cultivo de arveja ubicados en las cercanías del campus Salache y los productores de la provincia de Cotopaxi y de todo el país, donde la información científica resultante será una herramienta importante para la generación de tecnología más amigable con el medio ambiente.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La arveja es una leguminosa perteneciente a la familia Fabácea, del orden de las Fabales. Es un cultivo de gran importancia en Ecuador, se consume en verde y en estado seco. En grano tierno es un producto de consumo masivo, tanto que en el año 2011, la producción de arveja fue de 639 toneladas métricas de grano seco y 11 769 toneladas métricas en vaina verde, lo cual colocó a este rubro en el tercer lugar dentro del grupo de leguminosas de grano, después del fréjol y el haba (Basantes, 2015).

Los cinco principales productores de arveja en el mundo son Canadá (31.3 %), Rusia (18,7 %), China (9,8 %), EEUU (6,7 %) e India (5,4 %) conformando el 71,9 % de la producción total en el mundo.

La evolución del volumen de las exportaciones de las arvejas desde el año 2017 hasta el 2021 muestra un decrecimiento del 12,09% entre puntas. Los tres principales países exportadores son Canadá, Rusia y Estados Unidos. En el caso puntal del año 2021, Canadá representó el 45,39% de las exportaciones, le sigue Rusia con el 19,29% y Estados Unidos con el 6,17% (Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, 2023).

Vlahova (2020) menciona que es crucial llevar a cabo la transición de la agricultura tradicional a tecnologías más sostenibles como la agricultura orgánica para combatir la polución ambiental. La aplicación de biofertilizantes en las cosechas representa una opción dentro de la seguridad y autonomía alimentaria, respaldando el balance ecológico.

El cultivo de la arveja (*Pisum sativum* L.) en el Ecuador tiene un espacio productivo muy acogedor pues el país posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo, sembrándose en especial en la Sierra en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua, cultivándose tanto para cosecharlo en grano tierno así como en seco, siendo las mayores siembras realizadas en los meses de marzo, abril, mayo y junio (Pinto, 2013)

La variedad de arveja INIAP-432 Lojanita, desarrollada por el INIAP, requiere un manejo agronómico adecuado para expresar su máximo potencial. Por ello, evaluar diferentes dosis de Fertibacter con y sin acolchado plástico es fundamental para identificar prácticas que mejoren

la productividad del cultivo en el Campus Salache, contribuyendo al desarrollo de la agricultura sostenible en la región.

Últimamente a nivel mundial se ha generado desafíos significativos para garantizar la soberanía alimentaria en el planeta debido a la sobrepoblación y al avance de la urbanización, la producción de alimentos se han vuelto dependientes del uso excesivo de fertilizantes artificiales y plaguicidas para mantener la producción y calidad de los alimentos, por lo tanto, se debe adoptar prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y que mantengan la inocuidad alimentaria proponiendo un enfoque agroecológico para cambiar el paradigma de continuar practicando la agricultura convencional (Mejía y Ávila, 2024).

En el suelo existen numerosos microorganismos que poseen características que benefician los cultivos, la estructura del suelo y la calidad del medio ambiente. La relevancia de estos microorganismos en la agricultura se basa en su impacto en la disponibilidad de nutrientes, gracias a su habilidad para conservar, solubilizar, movilizar y reciclar compuestos esenciales para el desarrollo de las plantas; además, estos microorganismos influyen en la salud y productividad de las plantas, además de su función como remediadores de suelo contaminado (Martínez y Soto, 2022).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de biofertilizante y frecuencias aplicadas con y sin cobertura plástica, sobre los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja (*Pisum sativum* L.) INIAP – 432 Lojanita en el campus Salache durante el año 2024

5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la dosis óptima del biofertilizante y su influencia en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja (*Pisum sativum*.) INIAP – 432 Lojanita.
- Analizar la influencia de la frecuencia de aplicación del biofertilizante en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad en el cultivo de arveja.
- Evaluar la influencia del uso de cobertura plástica en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades por objetivo.

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
-----------	-------------	-------------	------------

Determinar la dosis óptima del biofertilizante y su influencia en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja (<i>Pisum sativum</i> .) INIAP – 432 Lojanita.	Preparación de suelo Aplicación de cobertura plástica, Preparación de biofertilizante, Diseño de disposición de tratamientos Trasplante y Toma de datos.	Una vez realizada las actividades mencionadas, se procedió a tomar datos en campo: * Días a la floración * Altura de la planta * Número de ramas * Número de hojas * Número de vainas * Largo de la vaina * Ancho de la vaina	Identificación de la dosis ideal de biofertilizante para evaluar los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja.
Analizar la influencia de la frecuencia de aplicación del biofertilizante en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad en el cultivo de arveja.	Aplicación del biofertilizante en las frecuencias de 7 (días) y 15 (días) y la toma de datos.	Preparación del biofertilizante para la aplicación de las frecuencias mencionadas para el cultivo de arveja. * Peso de la vaina * Número de granos * Peso de 100 granos	Tabulación de los datos y registro de los datos para poder verificar cual es la mejor frecuencia de aplicación del biofertilizante
Evaluar la influencia del uso de cobertura plástica en los parámetros biométricos, rendimiento y calidad de la arveja.	Evaluación de los efectos de la cobertura plástica en el cultivo y la aplicación de biofertilizante para la productividad del cultivo.	Uso de libro de campo para registro de datos de variables a evaluar. Registro fotográfico Revisión bibliográfica científica. *Días a la floración * Altura de la planta * Número de ramas * Número de hojas * Número de vainas * Largo de la vaina * Ancho de la vaina	Tabulación de datos registrados de las variables evaluadas y resultados estadísticos. Discusión de resultados y comparación con bibliografía científica.

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

7.1. Cultivo de la Arveja (*Pisum sativum* L.)

7.1.1. Antecedentes

La arveja es una verdura perteneciente a la familia *Fabaceae*, se menciona que fue una de las primeras plantas que se domesticaron en el mundo. Se originó en el Medio Oriente, se ha encontrado evidencias en villorrios neolíticos del norte de Iraq, sur y sur este de Turquía y Siria,

revelando que su cultivo y uso como alimento data entre 7000 y 6000 A.C. Algo más tarde se reporta presencia en sitios del sur de Europa (Saavedra, 2022).

Para Khan et al, (2016), la arveja es una de las plantas de cultivo más antiguas, domesticada aproximadamente al mismo tiempo que los principales cereales. Es una planta de estación fría que requiere temperaturas medias moderadas en el rango de 12 a 18 °C con un clima relativamente húmedo para un crecimiento óptimo

Mientras que Behera et al, (2022) indica que las referencias arqueológicas acerca del uso de las arvejas datan del 8000 a. C., en la época inicial de la civilización. El primer cultivo de arveja surgió en Asia occidental y, desde ese lugar, se propagó por Europa, China e India. En tiempos antiguos, los autores griegos y romanos referían a la agricultura como una legumbre y una planta de forraje. La arveja podría originarse en el sudoeste de Asia, quizás en el noroeste de la India o Pakistán, o en las cercanías de la Ex URSS y Afganistán. Podría propagarse por la zona más fría de Europa. Asia central, Medio Oriente, Abisinia y el Mediterráneo son los cuatro lugares de procedencia que se han seleccionado en función de la diversidad genética.

7.1.2. Características botánicas

La arveja (*Pisum sativum*) es una especie que presenta germinación hipogea (cotiledones permanecen bajo el suelo), apareciendo la plúmula en primer lugar y, luego, las primeras hojas verdaderas, bajo estas se ubica el epicótilo, estructura que lleva consigo dos hojas rudimentarias llamadas brácteas trífidas. Una vez que emergen las plantas, en la radícula existe la presencia de raíces secundarias; la radícula continúa con su crecimiento hasta transformarse en una raíz pivotante, que puede alcanzar hasta 1 m de profundidad, lo normal es que no penetre más allá de 50 cm. Las raíces secundarias pueden llegar hasta la profundidad de la raíz pivotante, de aquí se origina una cobertura densa de raíces terciarias (Saavedra, 2022).

Poltoretskyi et al, (2022) menciona que el tallo de la arveja puede ser redondeado o incluso cuadrangular, con una apertura interna, de variado grosor (desde medio hasta grueso), y los entrenudos pueden variar de cortos a largos. Los tallos del guisante pueden ser sencillos (como los ordinarios) o fasciados (tipo estándar). Los tallos sencillos poseen entrenudos alargados y delgados en su parte superior, y las flores y las vainas se encuentran espaciados de forma bastante uniforme manteniendo una cierta separación entre ellos. Los tallos fasciados se componen de entrenudos cortos, amplios y aplanados en su parte superior, los nudos se encuentran próximos, y las flores y las vainas se encuentran en agrupación. La parte baja de dicho tallo no está fasciada, lo que facilita su volcamiento.

Las hojas compuestas generalmente tienen uno o más folíolos modificados en zarcillos, aunque se conocen variantes que no tienen zarcillos. Son importantes las formas en las que una hoja entera se modifica para formar zarcillos (Figura 3), ya que esto puede ayudar a que el cultivo se mantenga mejor al entrelazarse con las plantas (Khan et al., 2016).

Las flores son de colores variados entre blanco y violeta menciona Basantes (2015) y la formación del primer nudo reproductivo del tallo está expresada genéticamente, de aquí parte la floración hacia la parte superior de la planta. Los racimos axilares se agrupan en 1, 2 o 3 flores, generalmente, de color blanco. Posteriormente, ocurre la autopolinización y se debe a la cleistogamia natural de la arveja (la flor no abre). La liberación del polen ocurre 24 horas antes de la apertura de la flor, aunque igualmente se presenta un porcentaje bajo de polinización cruzada por acción de insectos. La fructificación empieza con el desarrollo del fruto hasta alcanzar su tamaño máximo (4 a 12 cm de largo y 1 a 2 cm de ancho), para luego iniciar la etapa de llenado de granos, los que se ubica alternadamente en las valvas a lo largo de la sutura placentar de la legumbre, y culmina con la maduración de 4 a 12 semillas por vaina (Saavedra, 2023).

Para Galindo (2020), el fruto es una vaina de ápice agudo o truncado y un pedicelo corto, pudiendo ser curvo o recto, en su interior puede encontrarse de tres a diez semillas, su longitud varía entre 4 y 12 cm y alrededor de 1 a 2 cm de ancho.

La semilla puede ser de formas diferentes desde redonda hasta ovalada, desde una tendencia cuadrada con textura lisa o rugosa, el diámetro de la semilla es variable de acuerdo a la genética de la variedad (Checa et al., 2022).

7.1.3. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Checa et al, (2022), menciona que el género *Pisum* comprende a varias especies con muchas subespecies entrecruzadas en diferentes grados, siendo la mayoría de cruces dentro del género fértiles, excepto a las especies de *P. fulvum*, reconociendo tres especies importantes de este género: *P. sativum*, *P. fulvum*, y *P. abyssinicum*, la mayoría de arvejas cultivadas pertenecen a la especie *sativum* L.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la arveja

Reino	Plantae
División	Espermatofita
Sub División	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea

Orden	Fabales
Familia	<i>Leguminosae</i>
Subfamilia	<i>Papilionoideae</i>
Genero	<i>Pisum</i>
Especie	<i>Pisum sativum</i> L.

Nota: Tomado de (Checa et al., 2022).

7.2. Requerimientos edafoclimáticos de cultivo

Saavedra (2022) indica que la temperatura para su desarrollo está entre los 16 a los 20 °C en el transcurso del día, mientras que en la noche debe oscilar entre 10 a 16 °C. Galindo (2020) menciona que las temperaturas óptimas están alrededor de los 13 y los 20 °C y que se puede cultivar desde los 1700 hasta los 2800 msnm, también recalca que con temperaturas menores a 3 °C bajo cero la planta sufre daños por heladas y su crecimiento se detiene a partir de temperaturas inferiores a los 5 o 7 °C o superiores a los 35 °C.

Los suelos óptimos para el cultivo de la arveja son de textura franco arenosa y buen drenaje, aunque es un cultivo que no es exigente en el tema de suelos y se adapta muy bien a cualquier tipo; el requerimiento hídrico del cultivo oscila entre los 250 a 380 mm de agua distribuidas en todo el ciclo de cultivo (Checa et al., 2022).

7.2.1. Plagas y enfermedades

Checa et al, (2022) menciona que las principales plagas y enfermedades de la arveja se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Principales Plagas y enfermedades de la arveja

Plagas	Enfermedades
<p>Mosca de las semillas (<i>Delia platura</i>): el ataque es producido por las larvas que perforan los cotiledones y posterior la muerte del embrión, afectando a la germinación de las semillas</p> <p>Trips (<i>Thrips palmi</i>): insectos chupadores de color café, se alimentan del líquido que resulta de la herida que ocasiona al raspar las flores o frutos en formación.</p>	<p>Marchitez (<i>Fusarium oxysporum sp. pisi</i>): pérdidas de producción entre 50 y 100 %, amarillamiento uniforme en las plantas en las hojas bajas que progresa ascendentemente causando la mortalidad de las plantas.</p> <p>Tizón, Añublo (<i>Ascochyta pisi</i>): se presenta en condiciones de humedad relativa alta, causa daños en los órganos aéreos como hojas, tallos y vainas produciendo lesiones circulares color café claro con anillos concéntricos.</p>

Barrenador del tallo (*Melanagromyza lini*): Esas larvas barrenan los tallos después de la emergencia hasta la floración ocasionando que la planta se amarille y se seque.

Áfidos, Pulgón verde (*Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae*): presentan cuerpo blando y es una de las plagas más importantes, daño directo por succión de la savia de la planta, vector de virus, causan deformaciones de las hojas, clorosis, marchitamiento y muerte de plantas.

Mildiu polvoso (*Peronospora pisi*): presencia de puntos amarillos irregulares en el haz de las hojas y estructuras fúngicas en el envés causando pérdidas de producción.

Pudrición radical (*Pythium spp*, *Rhizoctonia sp.*, y *Fusarium sp*): se presenta por suelos con mal drenaje y semillas con pudrición, las cuales se cubren de moho, en plantas jóvenes aparecen hojas flácidas y marchitamiento posterior, estrangulamiento necrótico en la base del tallo.

Cenicilla, Oidio o Mildio polvoso (*Erisiphe pisi*): se afectan las hojas, vainas y tallos en todos los estados de desarrollo y más frecuente luego de la floración, reduce la producción entre 25 y 50 %

Nota: Adaptado de (Checa et al., 2022)

7.2.2. Manejo de malezas

Para el control de malezas es importante el efecto que estas tienen para la planta, cuando aún son pequeñas no producirán efectos negativos para el cultivo, pero mientras sigue el desarrollo aparece una competencia de los nutrientes y agua, siendo la arveja una planta que se afecta inmediatamente al aparecer esta competencia, el manejo de malezas se puede realizar mediante un manejo integrado, mediante rotación de cultivos, uso de semilla certificada, fertilización adecuada, desmalezamiento manual, fuego, escardas y aplicación de herbicidas selectivos para el cultivo (Osorio et al., 2023).

7.3. Variedades

Las variedades de la arveja se las clasifica tomando en cuenta algunas características especiales como: la precocidad: precoces, medios y tardíos; forma de semilla: lisas o arrugadas; color de semilla: verde, amarilla y blanca; tamaño de planta: baja o enana (altura menor a 0,4 m), semitrepador (altura entre 0,8 y 1 m), enorme (altura supera los 1,5 m)

En nuestro país de acuerdo al INIAP tenemos las variedades mejoradas INIAP 431 Andina, INIAP 432 Lojanita; INIAP 433 Roxana e INIAP 434 Esmeralda (Peralta et al., 1997).

7.4. Arveja INIAP – 432 Lojanita

Peralta et al, (1997) en el divulgativo N° 161 del Programa Nacional de Leguminosas informa que la línea E – 150 fue recolectada en Pimampiro en la provincia de Imbabura en el año de 1989 registrada y conservada en el Programa de Leguminosas con el código PIS – E – 150 y en el DENAREF con código ECU – 6417.

Las características morfológicas de la variedad INIAP – 432 Lojanita es la siguiente: hábito de crecimiento, erecta, el color de la flor es blanca, color del grano seco es crema 8/6, la forma del grano es esférico, el tipo de grano es liso, el tamaño de grano en seco y tierno es mediano, la altura de la planta es de 51 cm, la vaina presenta un largo de 7 cm y es recta (Peralta et al., 1997).

Las características agronómicas son las siguientes: días a la floración son 68, alrededor de 85 a 95 días a la cosecha en verde y de 115 a 120 días a la cosecha en seco, el peso de 100 granos secos es de 340 gramos y en tierno pesa 520 gramos, el número de granos por vaina es de 5 y el número de vainas por planta es de 10, el promedio de los rendimientos en grano seco es de 2140 kg/ha, en vaina verde de 5038 kg/ha, en grano tierno de 2496 kg/ha (Peralta et al., 1997). También Peralta et al, (1997) reporta que tiene un 25 % de contenido de proteína, un 6,5 % de fibra; 2,6 % de ceniza.

En cuanto a plagas es susceptible al ataque de áfidos o pulgones (*Macrosiphum pisi*), trozadores (*Agrotis, Spodoptera*) y mosca blanca (*T. vaporarorium*); en cuanto a enfermedades es susceptible a Ascochyta (*Ascochyta pisi*) y antracnosis (*Colletotrichum pisi*), mientras que es tolerante a Cenicilla (*Erysiphe polygoni*), alternaría (*Alternaria spp*) y a la pudrición radicular (*Fusarium, Phytium sp y Rhizoctonia solani*) (Peralta et al., 1997).

7.5. Contenido nutricional de la arveja (*Pisum sativum* L.)

González et al, (2022) indica que la arveja (*Pisum sativum* L.) pertenece a la familia Fabaceae, siendo importante fuente de proteínas (entre 22 y 25%), carbohidratos, fósforo, hierro, magnesio, calcio, riboflavina, niacina, tiamina y ácido ascórbico.

La arveja contiene una gran cantidad de proteínas, fibra, vitaminas, minerales y luteína. La paja de la arveja se ha utilizado como forraje ya que es muy nutritiva. Contiene la máxima cantidad de proteínas (25%), aminoácidos, carbohidratos, azúcares (12%), vitaminas A y C, calcio y fósforo y contiene una pequeña cantidad de hierro. La arveja contiene una gran cantidad de proteínas esenciales que se pueden utilizar para muchos propósitos diferentes.

Tabla 4 Contenido nutricional de la arveja (*Pisum Sativum* L.)

Nutriente	Contenido
Carbohidratos	14.45 g
Azúcares	5.67 g
Fibra dietética	5.1 g
Proteína	5.42 g
Grasa	0.4 g
Sodio	58 g
Fibra	3.6 g

Vitamina A	5 %
B – caroteno	4 %
Vitamina C	48 %
Vitamina K	24 %
Tiamina	15 %
Folato	12 %

7.6. Cobertura plástica

Sarmiento et al, (2023) menciona que las tecnologías de coberturas plásticas se emplean principalmente para mantener la evaporación de la humedad en el suelo, un método muy antiguo en el que inicialmente se utilizaban materiales como paja, aserrín, cáscara de arroz o plástico para cubrir el suelo y resguardar el cultivo de las condiciones climáticas adversas, fomentar cosechas tempranas, incrementar el rendimiento y la calidad de los productos.

Diversas investigaciones llevadas a cabo han evidenciado la eficacia del empleo de acolchado o cobertura plástica en el rendimiento del cultivo de maíz, incrementando la precocidad, la eficiencia en la utilización del agua, entre otros factores. Durante el día, el plástico negro absorbe la energía de la luz solar y calienta el suelo; ese calor se retiene durante la noche, disminuyendo el desbalance térmico que obstaculiza el crecimiento de la planta cuando el suelo se encuentra frío (Zambrano et al., 2022).

Martínez et al, (2004), menciona que esta técnica consiste en cubrir el suelo con algún material plástico sobre el suelo, aumentando la eficiencia del uso del agua, evitando la pérdida de humedad por evaporación y tornándose el cultivo más precoz para la cosecha debido al aumento de temperatura por la conservación de calor en el suelo.

El acolchado plástico es utilizado ampliamente para reducir la evaporación del suelo y mejorar el rendimiento de cultivos. Actualmente, la combinación del acolchado con el riego por goteo como nueva tecnología agrícola integral puede suministrar de manera eficiente agua de riego, fertilizantes y pesticidas, y ha sido ampliamente estudiada en los últimos años (Zhang et al., 2017).

7.7. Ventajas del uso de cobertura plástica en horticultura

Saavedra et al, (2017) indica las siguientes ventajas del uso de acolchados en los cultivos:

- Fortalece el desempeño al mantener el producto limpio sin salpicaduras.
- Disminuye la aparición de plagas y enfermedades a causa de la reflexión de la luz que genera la cobertura plástica.
- La regulación de las malezas se beneficia ya que restringe su crecimiento al obstaculizar el paso de la luz,

- Regula la erosión y el endurecimiento del terreno, asegurando que se mantenga suelto, aireado y no sea arrastrado; y,
- Potencia el crecimiento a causa del almacenamiento de CO₂ bajo el plástico, lo que provoca que este se escape a través de los huecos donde se ubica la planta, favoreciendo así el proceso de fotosintética.

7.8. Desventajas del uso de cobertura plástica

Martínez et al., (2004) comenta que uno de los inconvenientes es el método manual de ejecución de la labor que resulta extremadamente ardua, además el costo del material para el acolchado condiciona su uso en cultivos altamente lucrativos. Se necesitan habilidades técnicas ya que puede provocar problemas debido al exceso de humedad que provoca enfermedades, incremento de plagas y salinización del suelo.

Una desventaja del uso de acolchado plástico con pequeños agricultores de la Sierra podría ser el costo. Existen pocos estudios sobre el beneficio económico del uso de cobertura plástica en arveja (Zambrano et al., 2022).

7.9. Biofertilizantes

Los biofertilizantes se definen como compuestos que poseen microorganismos beneficiosos del suelo con propiedades mutualistas, que fomentan el crecimiento vegetal y disminuyen la utilización de productos químicos que pueden ser aplicados a las semillas, superficies de las plantas y al suelo, colonizando la rizósfera e impulsando el crecimiento vegetal (Beltrán y Bernal, 2022). Para Chávez et al, (2020) los biofertilizantes son formulados biológicos que contienen microorganismos vivos promotores del crecimiento vegetal para ser aplicados al suelo, en el riego o de manera foliar, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas de manera directa o indirecta.

La aplicación y puesta en marcha de opciones ecológicas y sostenibles como la agricultura orgánica es crucial, siendo la adición de fertilizantes orgánicos al suelo una de las prácticas esenciales que contribuye a mejorar las propiedades físicas, químicas, biológicas y de salud del suelo, aumentando así su fertilidad; además, en También, el empleo de biofertilizantes es otra opción debido a su aporte de microorganismos vivos o latentes que, al ser empleados en los cultivos, promueven el crecimiento y aumento de las cosechas y la producción de los cultivos (Canseco et al., 2020).

Los biofertilizantes son incorporados por los microorganismos vivos que residen en las raíces de manera endógena, promoviendo de esta manera la distribución de nutrientes a los cultivos

residentes, potenciando de esta manera el crecimiento y desarrollo de las plantas. Esto sucede cuando se utilizan con semillas, superficies vegetales o suelos (Hamid et al., 2021).

Los procesos llevados a cabo por los microorganismos se aceleran considerablemente con los biofertilizantes, que incrementan la disponibilidad de nutrientes para una absorción sencilla por la planta. Al convertir el nitrógeno atmosférico en formas viables y convertir el fósforo inaccesible en fosfatos, potencian la fertilidad del terreno al liberar compuestos químicos que fomentan el crecimiento de las plantas en el suelo (Dervash et al., 2020).

Uno de las aplicaciones de los microorganismos formulados es impedir o inhibir las enfermedades de las plantas, regularmente la rizósfera y las partes vegetativas y reproductivas de las plantas están habitadas por microorganismos (protozoos, bacterias, algas, actinomicetos y hongos), las bacterias constituyen el 95% de los microorganismos colonizadores. El crecimiento de las plantas se ve fuertemente afectado por procesos directos e indirectos realizados por bacterias que residen en las raíces de las plantas, ya sea de manera exógena o endógena, formando las bacterias que fomentan el crecimiento de las plantas o rizobacterias, lo que las convierte en candidatas para ser denominadas biopesticidas y biofertilizantes. El terreno que envuelve las raíces de las plantas constituye una principal fuente de bacterias que fomentan el crecimiento y desarrollo de las plantas.

(Hamid et al., 2021).

7.10. Tipos de biofertilizantes

(Hamid et al., 2021) clasifica a los biofertilizantes según su función y características en los grupos señalados en la siguiente. Estos biofertilizantes contribuyen a la incorporación de procesos de movilización de nutrientes biológicamente disponibles, incrementando de esta manera significativamente la fertilidad de los suelos y, en consecuencia, el desempeño de los cultivos.

Tabla 5 Clasificación de los biofertilizantes

<u>Elemento que usa</u>	<u>Tipo de actividad</u>	<u>Tipo de vida</u>	<u>Microorganismos</u>
Nitrógeno	Fijadores	Vida Libre	<i>Azotobacter, Anabaena</i>
		Simbiosis	<i>Azorhizobium,</i> <i>Sinorhizobium</i>
		Simbiosis asociativa	<i>Acetobacter,</i> <i>Diazotrophics</i>
Fósforo	Solubilizadores	Bacteria	<i>Bacillus megaterium,</i> <i>Bacillus subtilis</i>
		Hongo	<i>Aspergillus awamori,</i> <i>Trichoderma</i>

	Micorrizas	Micorrizas arbusculares	<i>Glomus</i>
		Ectomicorrizas	<i>Basidiomycetes</i>
Micronutrientes	Solubilizadores de Silicio Solubilizadores de Zinc		<i>Thiobabillus thooxidans,</i> <i>Bacillus subtilis</i>
Promotores crecimiento	de Rhizobacterias promotoras de crecimiento vegetal		<i>Bacillus pumilus, Bacillus licheiformis</i>

Nota: Tomado y adaptado de Hamid et al, (2021)

7.11. Biofertilizantes enriquecidos con microorganismos

Yáñez et al, (2015) indica que es un biofertilizante que contiene bacterias del género *Azospirillum*, que tienen la capacidad de promover el crecimiento de los cultivos, estimulando el desarrollo radicular que aumenta la superficie de absorción de nutrientes; además, y tiene la habilidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera y ayuda a la planta a que lo aproveche.

Pincay et al, (2023) señala que es un biofertilizante a base de bacterias de los géneros *Bacillus* y *Pseudomonas* que aportan beneficios al suelo y la nutrición vegetal.

Tabla 6 Composición de Fertibacter Maíz

Ingredientes	Concentración
Microorganismo (<i>Bacillus subtilis</i> y <i>Pseudomonas fluorescens</i>)	10 ⁹ UFC/ml
Melaza	2%

Nota: Tomado de Pincay et al, (2023)

La bacteria *B. subtilis* es considerada una rizobacteria promotora del crecimiento vegetal (PGPR) de acuerdo a González-León et al, (2022), ayuda a la nutrición vegetal con la fijación de nitrógeno y la solubilización de fosfatos, potenciando el crecimiento vegetal por la acción fitohormonal producida por esta bacteria.

Mientras que en el caso de *P. fluorescens* es una bacteria que coloniza diferentes tipos de suelos, ayudando a las plantas a través de la síntesis de fitohormonas y vitaminas, ayuda en la estimulación de la germinación de semillas y emergencia de plántulas, inhibe la acción del etileno y solubiliza el fósforo inorgánico (Álvarez et al., 2020).

7.12. *Bacillus subtilis*

De acuerdo a González et al., (2022) *B. subtilis* es un procariota distribuido mundialmente en la naturaleza, su firma es un bacilo de diámetro de 850 nm, siendo una bacteria Gram +, posee movimiento mediante flagelos peritricos, aerobia o anerobia facultativa, además de catalasa positiva que degrada el almidón. Puede crecer en pH de 4,9 a 9,3 y temperaturas de 10 °C a 48 °C siendo su óptimo entre 28 a 35 °C, tiene la capacidad de formar endosporas y producir compuestos con acción antimicrobiana y antifúngica.

Bacillus subtilis , una bacteria Gram-positiva termófila, aeróbica, formadora de esporas con forma de bastón, es resistente al calor, la sequía, la luz ultravioleta, produce endosporas. Tiene un amplio rango de inhibición en las partes de la planta, lo que lo convierte en un agente de biocontrol ideal. Estudios previos han demostrado que *Bacillus subtilis* puede colonizar las raíces de las plantas y el suelo de la rizósfera y, al competir con las bacterias patógenas por los nutrientes, secreta sustancias que obstaculizan el crecimiento y el desarrollo de estos patógenos e inducen la actividad enzimática de defensa de las plantas. *Bacillus subtilis* ayuda a las plantas a resistir enfermedades como el marchitamiento. Sin embargo, diferentes cepas de *Bacillus subtilis* pueden tener mecanismos variables para inhibir a los patógenos del marchitamiento (Yang et al., 2024).

Blake et al., (2021) indica que *B. subtilis* es una de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal más utilizadas y estudiadas teniendo un prometedor papel para aplicaciones agrícolas al ser uno de los géneros más abundantemente aislados en el suelo, entre los que se ha identificado a *B. subtilis* de la rizósfera de distintas plantas. Concuerda con González-León et al., (2022) y Yang et al., (2024) que es una bacteria grampositiva, no patógena, que se ha utilizado como organismo modelo para estudiar la producción de metabolitos secundarios, la esporulación, el desarrollo de biopelículas, la adhesión a las raíces de las plantas y más. Aparte de sus diversos beneficios para la salud de las plantas, su capacidad para formar esporas resilientes lo convierte en un microorganismo altamente resistente a diversos tipos de estrés abiótico, como la sequía, la temperatura o la limitación de nutrientes, lo que hace que la formulación de *B. subtilis* sea fácil. Las propiedades beneficiosas de *B. subtilis* ya se aprovechan en muchos productos biológicos comerciales disponibles actualmente en el mercado mundial.

7.13. *Pseudomonas fluorescens*

Kahli et al., (2022) reporta que *Pseudomonas* es una bacteria Gram-negativa adaptada a diferentes ambientes y ecosistemas, es, por lo tanto, ubicua en muchos hábitats como suelos, sedimentos, plantas y animales, así como aguas dulces y marinas. Las especies de *Pseudomonas* se pueden dividir en dos grupos, dependiendo de si son fluorescentes o no. Las especies fluorescentes incluyen *P. aeruginosa* , *P. putida* y *P. fluorescens* , que se caracterizan por la producción de altos

niveles de sideróforos, como las pioverdinas fluorescentes de color amarillo-verde solubles en agua.

Pseudomonas fluorescens es una bacteria Gram negativa, representada por una varilla unicelular con un eje largo curvo o recto, uno o más flagelos polares, sin formación de esporas, vaina o motilidad del tallo (Guo et al., 2021). Mehmood et al., (2023) menciona que el género *Pseudomonas* se utiliza principalmente como inóculo de cultivos debido a su abundante presencia y capacidad metabólica versátil; además, promueve el crecimiento de las plantas de muchas maneras, incluida la actividad de la desaminasa ACC, la absorción de nutrientes y las actividades antioxidantes.

Las cepas particulares de *Pseudomonas fluorescens* se han utilizado como inóculos de semillas en diversas plantas de cultivo para estimular los parámetros de crecimiento y mejorar el rendimiento de los cultivos. Estos agentes bacterianos se instalaron rápidamente en las raíces de la papa, el rábano y la remolacha azucarera, lo que aumentó significativamente el rendimiento de las plantas. *P. fluorescens* puede ayudar a estimular los procesos relacionados con el crecimiento del repollo, especialmente promoviendo el crecimiento rápido de las plántulas y reduciendo el impacto del trasplante (Karmegham et al., 2020).

En la actualidad, menciona Mohammed et al., (2020) que las especies de *Pseudomonas* beneficiosas para las plantas colonizan competitivamente la rizósfera y muestran actividades de promoción del crecimiento de las plantas y/o supresión de enfermedades; además, la bacteria es antagonista de muchos hongos fitopatógenos y muestra un biocontrol eficaz contra los fitopatógenos fúngicos, los tratamientos de biocontrol de enfermedades de las plantas con especies de *Pseudomonas* han demostrado ser ecológicos y efectivos contra muchos patógenos de las plantas y se han considerado como una solución a largo plazo para el manejo de las enfermedades de las plantas. El uso de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, especies de *Pseudomonas*, es uno de los módulos de control biológico prometedores, y sus formulaciones comerciales se han probado contra varias enfermedades de los cultivos causadas por patógenos.

8. VALIDACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis alternativa

Ha1: La aplicación de biofertilizantes tiene un efecto positivo y significativo en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) de la variedad INIAP - 342 LOJANITA, variando de acuerdo a las dosis, frecuencias y el tipo de cobertura del suelo utilizada en el proceso de producción.

8.2 Hipótesis nula

Ho1: El uso de biofertilizantes no produce un efecto significativo en el rendimiento del cultivo de arveja (*Pisum sativum*) de la variedad INIAP - 342 LOJANITA, independientemente de las diferentes dosis y frecuencias aplicadas, así como del sistema de producción con o sin cobertura plástica.

8.3 Operacionalización de variables

Tabla 7 Operacionalización de las variables

Variables	Indicadores	Índice/unidad medida
VD Campo Morfología del cultivo	*Días a la floración	Días
	* Altura de la planta	cm
	* Número de ramas	unidad
	* Número de hojas	unidad
	* Número de vainas	unidad
	* Largo de la vaina	cm cm
	* Ancho de la vaina	gramos unidad
	* Peso de la vaina	gramos
	* Número de granos	
	* Peso de 100 granos	
VI Biofertilizante Fertibacter	Dosis	ml días de
	Frecuencia	aplicación

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, cantón Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, Barrio Salache, en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

9.1.1. Modalidad básica de investigación

9.1.2. Experimental

La investigación experimental está integrada por un conjunto de metodologías y técnicas que se utilizan para reunir información y datos del tema a investigar manipulando variables en estudio y observar el efecto de las conductas del fenómeno en estudio (Cabezas et al., 2018). En la investigación se propuso aplicar el biofertilizante Fertibacter con diferentes dosis y frecuencias y observar, registrar y tabular los datos reunidos en la influencia del desarrollo fenológico y características morfológicas de la arveja.

9.1.3. Descriptiva

La investigación descriptiva es el procedimiento usado en ciencia para describir las características del fenómeno, sujeto o población a estudiar. Al contrario que el método analítico, no describe por qué ocurre un fenómeno, sino que se limita a observar lo que ocurre sin buscar una explicación (Guevara et al., 2020).

Las variables evaluadas y la metodología utilizada en la investigación fueron descritas de acuerdo a las características morfológicas que presentaron luego de la aplicación del biofertilizante Fertibacter.

9.2. Tipo de Investigación

9.2.1. Hipotético – Deductivo

Feinsinger (2013) menciona que la hipótesis científica está dentro del enfoque del método hipotético deductivo donde la propuesta del investigador sea propuesta como la hipótesis alterna evitando el riesgo de la confusión lógica y que el investigador cumpla con la hipótesis o predicción propuesta.

En la presente investigación es importante la aplicación de este método debido a que el investigador propuso la aplicación del biofertilizante Fertibacter en diferentes dosis y frecuencias con la finalidad de mejorar las características morfológicas y fenológicas del cultivo de arveja.

9.3. Técnicas de Investigación

9.3.1. Fuentes de información

Para Hernández Sampieri et al. (2014) las fuentes bibliográficas pueden ser primarias o secundarias. Las fuentes primarias están referidas a la información original de primera mano donde se consideran a los libros, revistas, periódicos, diarios, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, etc.

Las fuentes secundarias están relacionadas con la información que ya se encuentra organizada o elaborada que ha sido producto de un análisis primario y de extracción de fuentes primarias originales. Como ejemplo de fuentes secundarias se puede citar a las enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones (Rodríguez et al., 2017).

9.3.2. Observación Directa

La observación directa se refiere cuando el investigador se pone en contacto directo con el hecho o fenómeno a estudiar. Durante el ensayo se utilizó esta técnica para medir cada una de las variables propuestas en el estudio del cultivo de arveja

9.3.3. Análisis estadístico

El análisis estadístico utiliza metodologías estadísticas para explicar los datos obtenidos en la investigación, permitiendo la toma de decisiones o la explicación de los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno (Hernández et al., 2014) Para el análisis estadístico de los datos se empleó el software estadístico Infostat v 17.0.

9.4. Ubicación del Ensayo

Provincia:	Cotopaxi
Cantón:	Latacunga
Parroquia:	Eloy Alfaro
Barrio:	Salache
Latitud:	0° 59' 56" S
Longitud:	78° 37' 32" O
Altitud:	2750 msnm

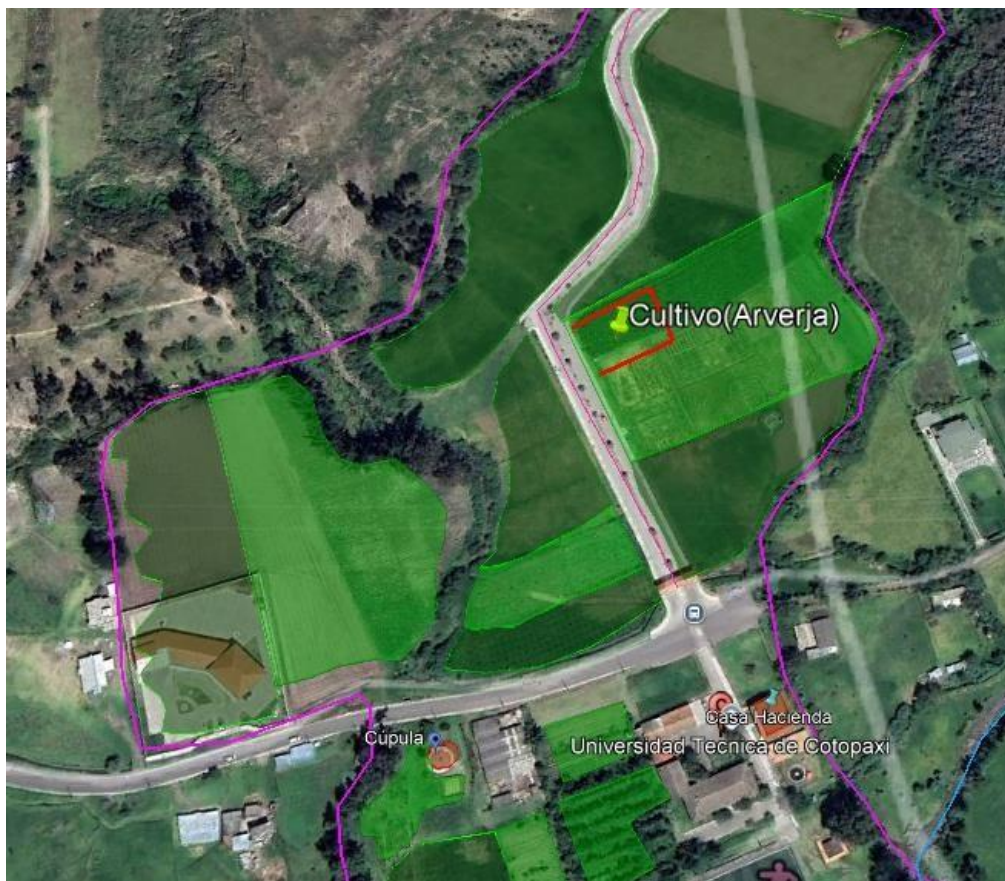


Figura 1 Ubicación del área de investigación

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

9.5. Materiales y equipos

- Plantas de arveja variedad INIAP – 432 Lojanta (*Pisum sativum.*)
- Biofertilizante Fertibacter
- Estacas
- Flexómetro
- Azadón
- Rastrillo
- Piola
- Bomba de fumigación
- Cuaderno
- Lápiz
- Computadora
- Impresora
- Carteles

9.6. Fase de Campo**9.6.1. Factores en estudio****Factor A. Frecuencia de aplicación****Tabla 8.** Frecuencia de aplicación de biofertilizante Fertibacter

N°	Código	Descripción
1	F1	7 días
2	F2	15 días

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

Factor B. Dosis de aplicación**Tabla 9.** Dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter

N°	Código	Descripción
1	D1	0 ccl ⁻¹
2	D2	2 ccl ⁻¹
3	D3	4 ccl ⁻¹
4	D4	6 ccl ⁻¹

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

Factor C. Cobertura de suelo

Tabla 10. Cobertura de suelo para cultivo de arveja

N°	Código	Descripción
1	C1	Con cobertura plástica
2	C2	Sin cobertura plástica

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

9.7. Tratamientos

Tabla 11. Descripción de los Tratamientos

Tratamientos	Código	Descripción
t1	F1 D1 C1	días + 0 cc l^{-1} + Acolchado
t2	F1 D2 C1	días + 2 cc l^{-1} + Acolchado
t3	F1 D3 C1	días + 4 cc l^{-1} + Acolchado
t4	F1 D4 C1	días + 6 cc l^{-1} + Acolchado
t5	F2 D1 C1	días + 0 cc l^{-1} + Acolchado
t6	F2 D2 C1	15 días + 2 cc l^{-1} + Acolchado
t7	F2 D3 C1	15 días + 4 cc l^{-1} + Acolchado
t8	F2 D4 C1	15 días + 6 cc l^{-1} + Acolchado
t9	F1 D1 C2	7 días + 0 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t10	F1 D2 C2	7 días + 2 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t11	F1 D3 C2	7 días + 4 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t12	F1 D4 C2	7 días + 6 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t13	F2 D1 C2	15 días + 0 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t14	F2 D2 C2	15 días + 2 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t15	F2 D3 C2	15 días + 4 cc l^{-1} + Sin Acolchado
t16	F2 D4 C2	15 días + 6 cc l^{-1} + Sin Acolchado

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

Al realizar la interacción de los factores en estudio se obtuvieron 16 tratamientos, donde se combina la frecuencia, la dosis de aplicación del biofertilizante Fertibacter y la cobertura de suelo utilizados en la investigación; a continuación, se presenta la tabla de tratamientos con su respectiva descripción.

9.8. Diseño Experimental

Se utilizó un arreglo factorial de 2 x 4 x 2 implementado en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

9.9. Análisis estadístico

Tabla 12. Esquema del Análisis de Varianza para campo

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	47
Repeticiones	2
Tratamientos	15
Frecuencias	1
Dosis	3
Cobertura	1
Frecuencias x Dosis	3
Frecuencia x Cobertura	1
Dosis x Cobertura	3
Frecuencia x Dosis x Cobertura	3
Error	30

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

9.10. Análisis funcional

Para el análisis funcional se utilizó la prueba de Fisher al 5% para el factor coberturas y la Prueba de Tukey 5% se utilizó para tratamientos, frecuencias, dosis de aplicación y las interacciones correspondientes a los factores en estudio.

9.11. Unidad experimental

Para la unidad experimental se utilizaron un total de 14 plantas de arveja para cada tratamiento, con un total de 224 plantas por cada repetición.

Tabla 13. Características de la unidad experimental

Descripción	Cantidad
Área total del ensayo:	361 m ²
Número de repeticiones	3
Largo de la platabanda	4,50 m
Ancho de la platabanda	1,00 m
Número total de plantas:	1344
Número de plantas por repetición:	448

Elaborado por: Daniela Almache. (2025)

Figura 2 Distribución de los tratamientos de la investigación en campo

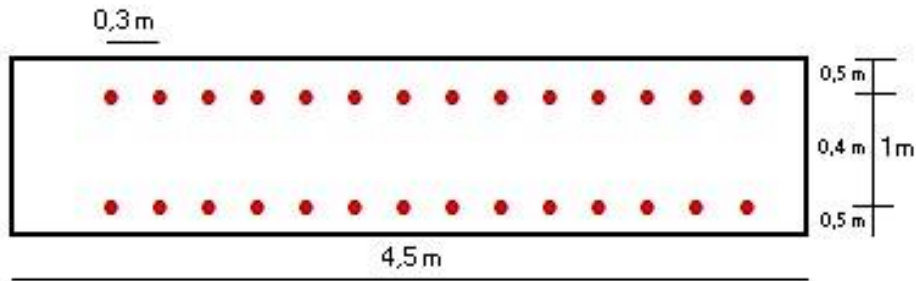
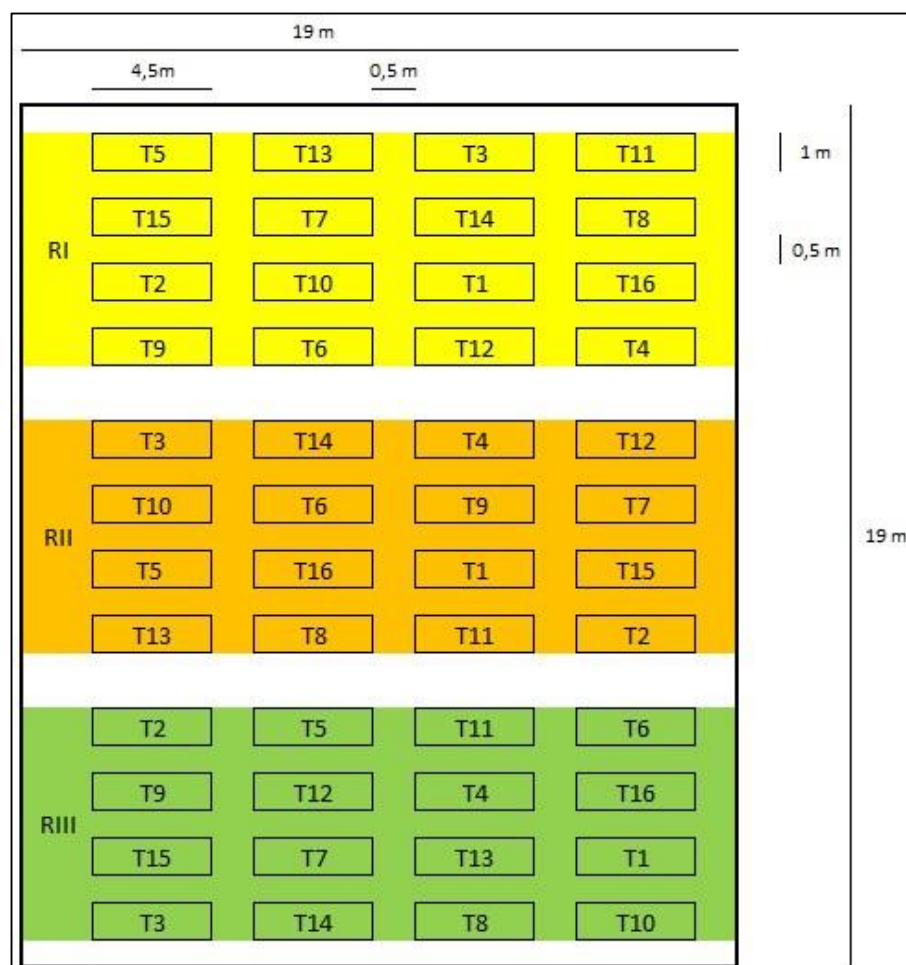


Figura 3 Distribución de la parcela experimental

9.12. Manejo del experimento

9.12.1. Preparación del suelo

Con la ayuda de un flexómetro se midió el terreno, se procedió a alzar camas de medidas (4,50m*1m), se estableció las unidades experimentales para cada tratamiento de acuerdo a la distribución en la figura 3.



Se procedió a acolchar las unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos establecidos y las otras unidades experimentales quedaron descubiertas.

9.12.2. Trasplante

El traslado de las plantas de arveja al campo representó un hito esencial en el progreso del cultivo. Tras un desarrollo en el invernadero, garantizando las condiciones ideales de luz y humedad, se escogieron las plántulas para su desplazamiento. Con gran meticulosidad, fueron extraídos del sustrato, manteniendo sus raíces, y se desplazaron al terreno preparado. Este procedimiento se llevó a cabo en un día de sol, lo cual favoreció la adaptación de las plantas a su nuevo ambiente. Al ubicarlas en el terreno, se puso un cuidado especial en la separación entre cada planta, asegurando suficiente espacio para su desarrollo. Este trasplante no solo señaló el comienzo de una nueva fase para las arvejas, sino que también facilitó la observación de su crecimiento.

9.12.3. Dosis y frecuencias de aplicación del biofertilizante

Este método, que combinan dosis (0ccl, 2ccl, 4ccl y 6ccl) y frecuencias (7d y 15d) estratégicas, tiene como propósito garantizar el cultivo de arveja que obtengan un aporte apropiado de nutrientes en etapas cruciales de su crecimiento, fomentando de esta manera un crecimiento sólido y un rendimiento óptimo en la cosecha.

9.12.4. Toma de datos

Con la ayuda de una libreta de campo se procedió a registrar los datos de las variables a evaluar de acuerdo a los días establecidos para la toma de datos.

9.12.5. Tabulación de datos

Una vez registrados todos los datos se procedió a registrar en una hoja de cálculo para ordenarlos y luego realizar el análisis estadístico con la ayuda del paquete informático InfoStat versión Estudiantil 2020.

9.13. Variables a Evaluar

9.13.1. Días a la floración

Se evaluó esta variable tomando en cuenta desde el trasplante hasta el momento de la floración del cultivo por cada tratamiento registrando los datos en el libro de campo.

9.13.2. Altura de planta campo

Para evaluar esta variable se procedió a seleccionar 10 plantas por cada tratamiento y se registró los datos cada 15 días luego del trasplante, se utilizó un flexómetro y se procedió a medir desde la base del cuello de la raíz hasta la punta de la hoja más alta.

9.13.3. Número de ramas

Para esta variable, se seleccionaron 10 plantas por cada tratamiento y se procedió a contar el total de ramas de cada planta. Los datos fueron registrados en el libro de campo.

9.13.4. Número de Hojas

Para esta variable, se seleccionaron 10 plantas de arveja por cada tratamiento y se procedió a contar el total de hojas de cada planta. Los cuales se tomaron cada 15 días y los datos fueron registrados en el libro de campo.

9.13.5. Número de vainas

Esta variable se procedió a contar las vainas que se formaron en cada planta de cada tratamiento y se registró en el libro de campo.

9.13.6. Largo de la vaina

Esta variable se midió seleccionando 10 plantas por cada tratamiento. En cada planta, se eligieron vainas y se midió su longitud desde la base hasta la punta utilizando una regla. Los datos obtenidos fueron registrados en el libro de Campo para su análisis y comparación.

9.13.7. Ancho de vaina

Para esta variable, se seleccionaron 10 plantas por cada tratamiento y se midió el ancho de la vaina en cada una de ellas. Las mediciones fueron registradas en el libro de campo.

9.13.8. Peso de la vaina

Para esta variable, se seleccionaron 10 plantas por cada tratamiento y se procedió a pesar las vainas de cada planta, lo cuales se procedió a pesar en una gramera. Los datos fueron registrados en el libro de campo.

9.13.9. Número de granos por vaina

Esta variable se procedió a tomar 10 plantas por cada tratamiento y se procedió a contar el total de semillas por vaina de cada planta. Los datos fueron registrados en el libro de campo.

9.13.10. Peso de 100 granos

En esta variable se procedió a pesar las semillas cosechadas lo cual se realizó por medio de una gramera de cada tratamiento en cada unidad experimental.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 FASE DE CAMPO

10.1.1. Días a la floración (DF)

Tabla 14. ADEVA para días a la floración en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	p-valor	
Total	47			
Repeticiones	2	0,440	0,2077	n.s.
Frecuencia (F)	1	0,001	0,9559	n.s.
Dosis (D)	3	0,020	0,9666	n.s.
F x D	3	0,050	0,8941	n.s.
Cobertura	1	422,450	<0,0001	**
F X C	1	0,100	0,5442	n.s.
D X C	3	0,270	0,3976	n.s.
F X D X C	3	0,090	0,8061	n.s.
Error	30	0,270		
Promedio (días)	53,91			
CV (%)	0,96			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 14) se observó una alta significancia estadística para cobertura con ($p < 0,0001$) de suelos y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existieron diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 53,91 días, con un coeficiente de variación de 0,96%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Por lo que los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por, (Pandiaraj, 2017) que en el acolchado en los cultivos ayuda a tener una alta tasa de floración del 75% con un buen resultado al usar la técnica del acolchado plástico.

Tabla 15. Fisher al 5% para coberturas de suelo en días a la floración en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Cobertura de suelo	Días a la floración	Rangos de significación
--------------------	---------------------	-------------------------

Cobertura	50,94	A
Sin cobertura	56,88	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

A través del análisis Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 15), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el acolchado plástico con 50,94 días y en el segundo rango se ubicó sin acolchado plástico con 56,88 días a la floración, como no comparten la misma letra se concluye que el acolchado acelera el proceso de floración a comparación al sin acolchado donde se presenta una floración tardía en el cultivo de Arveja. (González Pedraza et al., 2022), señalan que los días a la formación de vainas en arveja generalmente ocurren entre 10 y 15 días después de la floración, lo que establece un rango de tiempo de 74 a 76 días para este proceso. Sin embargo, los resultados del presente estudio revelan que las combinaciones experimentales lograron reducir este período, obteniendo valores de alrededor de 72 días. Esta disminución de 2 a 4 días respecto al rango mencionado previamente podría atribuirse a la influencia de la cobertura.

Tabla 16 Prueba de medias para la frecuencia no significativas a los días de floración por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita.

Frecuencia (días)	Medias
7	53,90
15	53,91

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 16), se observó los resultados obtenidos en la evaluación de la frecuencia de aplicación lo que muestran que, al aplicar el tratamiento cada 7 días, el promedio de días necesarios para alcanzar la floración es de 53,90 días. Este dato sugiere que una frecuencia de aplicación más corta no tiene un impacto significativo en el tiempo de floración en comparación con una frecuencia de 15 días. Por otro lado, al aplicar el tratamiento cada 15 días, se registró un promedio de 53,91 días para la floración. La diferencia entre ambas frecuencias es mínima, con solo 0,01 días de variación. Esto indica que, en términos prácticos, ambas frecuencias de aplicación resultan en tiempos de floración muy similares. Sugieren que el cultivo de arveja puede beneficiarse de una frecuencia de aplicación menos intensa, como la de 15 días, sin comprometer el rendimiento del cultivo. Esta estrategia podría resultar en un uso más eficiente

de los recursos y en una reducción del tiempo y esfuerzo dedicados al manejo del cultivo, sin afectar negativamente su desarrollo.

Tabla 17 Prueba de medias para Dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Dosis cc/l Medias 2

53,97

4 53,92

0 53,88

6 53,87

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 17), muestran que las medias de días a la floración son bastante similares entre las distintas dosis. Al aplicar una dosis de 2 cc/l, el promedio de días hasta la floración es de 53, 97 días. Para la dosis de 4 cc/l, el promedio es de 53,92 días, mientras que con 0 cc/l (sin tratamiento) se registra un promedio de 53,88 días. Finalmente, la dosis de 6 cc/l presenta un promedio de 53, 87 días. indican que las variaciones en las dosis no generan diferencias significativas en el tiempo de floración de la arveja. Esto sugiere que, dentro del rango de dosis evaluadas, el cultivo responde de manera similar, lo que podría permitir a los agricultores elegir una dosis que se ajuste a sus necesidades sin preocuparse por un impacto negativo en el tiempo de floración.

10.1.2. Altura de la planta (AP)

Tabla 18 ADEVA para altura de planta en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	11-dic		28-dic			10-ene		
		Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor		
Total	47								
Repeticiones	2	0,44	0,5664 n.s.	12,74	0,0414 *	21,12	0,1106 n.s.		
Frecuencia (F)	1	6,05	0,0086 **	2,18	0,4424 n.s.	9,94	0,2992 n.s.		
Dosis (D)	3	51,75	<0,0001 **	76,01	<0,0001 **	158,54	<0,0001 **		
F x D	3	0,34	0,7241 n.s.	1,3	0,7802 n.s.	7,07	0,507 n.s.		
Cobertura	1	20,46	<0,0001 **	67,07	0,0002 **	158,85	0,0002 **		
F X C	1	0,05	0,8035 n.s.	0,41	0,7376 n.s.	1,4	0,6945 n.s.		
D X C	3	0,19	0,8629 n.s.	1,9	0,6659 n.s.	3,43	0,7644 n.s.		
F X D X C	3	1,29	0,1919 n.s.	0,93	0,8545 n.s.	2,59	0,8316 n.s.		
Error	30	0,76		3,59		8,9			
Promedio (cm)	16,99			22,27		26,9			
CV (%)	5,15			8,51		11,09			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 18) se observó en la primera lectura (11 dic) se observó alta significancia estadística para frecuencias de aplicación, dosis de biofertilizante y para cobertura, y ninguna significancia estadística para las interacciones, lo que nos indica que no existió interacción entre los factores. En la segunda lectura (28-dic) y tercera lectura (10- ene) se observó alta significancia estadística repeticiones, dosis de biofertilizante y cobertura de suelos; y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones. El promedio general del experimento para cada

lectura fue de 16,99 cm, 22,27 cm y 26,9 cm; respectivamente, con un coeficiente de variación de 5,15; 8,51 y 11,09%, respectivamente que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Por lo que los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por (Galindo, 2009), la temperatura bajo cubierta plástica acelera el proceso vegetativo de la planta teniendo así un buen resultado de crecimiento para el cultivo de arveja ya sea por la temperatura o por la humedad que tiene el suelo.

Tabla 19 Promedios y Fisher al 5% de altura de planta por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Frecuencia (días)	11-dic		28-dic	10-ene
	Altura (cm)	Rangos de significación		Altura (cm)
7	16,63	A	22,06	26,45
15	17,34	B	22,49	27,36

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para frecuencias de aplicación (Tabla 19), se observa que la frecuencia de 7 días presenta alturas promedio de 16,63 cm, 22,06 cm y 26,45 cm, todas clasificadas en el rango A, lo que indica un crecimiento notable. Por otro lado, la frecuencia de 15 días muestra promedios de 17,34 cm, 22,49 cm y 27,36 cm, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un crecimiento ligeramente inferior en comparación con la frecuencia más corta. Estos resultados indican que un tratamiento más frecuente, cada 7 días, puede ser más beneficioso para optimizar la altura de las plantas de arveja, resaltando la importancia de la frecuencia de aplicación en el desarrollo de esta planta.

Tabla 20. Promedios y Tukey 5% para altura de planta por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

⁻¹⁾	11-dic	28-dic	10-ene
----------------	--------	--------	--------

Dosis (cc l)	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación
6	19,35	A	24,44	A	29,53	A
4	18,00	B	23,72	AB	28,67	A
2	15,88	C	22,15	B	27,86	A
0	14,73	D	18,78	C	21,55	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Tukey al 5% para dosis del biofertilizante (Tabla 20), se observa que la dosis de 6 cc/l produce las alturas más altas, alcanzando promedios de 19,35 cm, 24,44 cm y 29,53 cm, todos clasificados en el rango A, lo que indica un crecimiento óptimo. La dosis de 4 cc/l también muestra buenos resultados, con promedios de 18,00 cm, 23,72 cm y 28,67 cm, ubicándose en el rango B y AB, lo que sugiere un rendimiento aceptable. En contraste, la dosis de 2 cc/l presenta promedios más bajos de 15,88 cm, 22,15 cm y 27,86 cm, y la ausencia de tratamiento (0 cc/l) muestra las alturas más reducidas, con 14,73 cm, 18,78 cm y 21,55 cm, clasificándose en el rango D y C. Estos resultados destacan la importancia de utilizar dosis adecuadas para maximizar la altura de las plantas de arveja, siendo la dosis de 6 cc/l la más efectiva para promover un crecimiento saludable.

Tabla 21. Promedios y Fisher al 5% de altura de planta por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Cobertura de suelo	11-dic		28-dic		10-ene	
	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación	Altura (cm)	Rangos de significación
Cobertura	17,64	A	23,45	A	28,72	A
Sin cobertura	16,34	B	21,09	B	25,08	B

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 21), e observa que las plantas con cobertura alcanzan alturas promedio de 17,64 cm, 23,45 cm y 28,72 cm, todas clasificadas en el rango A, lo que indica un crecimiento óptimo. En contraste, las plantas sin cobertura muestran promedios de 16,34 cm, 21,09 cm y 25,08 cm, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un crecimiento inferior. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, destacan la importancia de la cobertura del suelo para promover un desarrollo saludable de las plantas de arveja. La diferencia en las alturas sugiere que implementar una cobertura adecuada puede ser clave para maximizar el crecimiento y rendimiento de este cultivo.

10.1.3. Número de ramas (NR)

Tabla 22. ADEVA para número de ramas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	11-dic		28-dic		10-ene	
		Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor
Total	47						
Repeticiones	2	8,98	<0,0001 **	16,97	<0,0001 **	30,73	<0,0001 **
Frecuencia (F)	1	6,83	0,002 **	12,92	<0,0001 **	14,74	0,0001 **
Dosis (D)	3	22,36	<0,0001 **	22,54	<0,0001 **	20,23	<0,0001 **
F x D	3	0,57	0,4263 n.s.	1,00	0,1305 n.s.	1,83	0,0802 n.s.
Cobertura	1	12,92	0,0001 **	37,63	<0,0001 **	77,52	<0,0001 **
F X C	1	0,15	0,6174 n.s.	0,88	0,1909 n.s.	6,45	0,006 **
D X C	3	0,2	0,8035 n.s.	0,16	0,8082 n.s.	0,59	0,5024 n.s.
F X D X C	3	0,64	0,376 n.s.	1,46	0,0479 *	3,9	0,0048 n.s.
Error	30	0,6		0,49		0,74	
Promedio (unidad)	13,79			16,16		18,68	
CV (%)	5,60			4,34		4,60	

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 22) se observó que en las tres lecturas existió alta significancia estadística para repeticiones, frecuencias de aplicación, dosis de biofertilizante y para cobertura, y en la segunda lectura (28-dic) y tercera (10-ene) para la interacción F x D X C y F x C, respectivamente; y ninguna significancia estadística para el resto de las interacciones; lo que nos indica que no existió interacción entre los factores, a excepción de los antes mencionados. El promedio general del experimento para cada lectura fue de 13,79 ramas, 16,16 ramas y 18,68 ramas; respectivamente, con un coeficiente de variación de 5,60; 4,34 y 4,60%, respectivamente, que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Según (López, 2015), un mayor número de ramas en variedades de arveja determinadas puede llevar a una mayor producción de vainas por planta, siempre que las condiciones de manejo sean adecuadas.

Tabla 23. Promedios y Fisher al 5% de número de ramas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Frecuencia (días)	11-dic		28-dic		10-ene	
	N°de ramas	Rangos de significación	N°de ramas	Rangos de significación	N°de ramas	Rangos de significación
15	14,17	A	16,68	A	19,24	A
7	13,41	B	15,65	B	18,13	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para frecuencias de aplicación (Tabla 23), Se puede observar que la frecuencia de 15 días resulta en un mayor número de ramas, con promedios de 14,17, 16,68 y 19,24 en las fechas del 11 de diciembre, 28 de diciembre y 10 de enero, respectivamente, todos clasificados en el rango A. En cambio, la frecuencia de 7 días muestra promedios más bajos, alcanzando 13,41, 15,65 y 18,13 ramas, ubicándose en el rango B. Estos resultados sugieren que un tratamiento aplicado cada 15 días es más efectivo para fomentar el crecimiento de ramas en el cultivo de arveja, lo que resalta la importancia de la frecuencia de aplicación en el desarrollo de esta planta.

Tabla 24. Promedios y Tukey 5% para número de ramas por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Dosis -1 (cc l) N° de ramas	11-dic		28-dic		10-ene	
	N° de ramas	Rangos de significación	N° de ramas	Rangos de significación	N° de ramas	Rangos de significación
6	15,23	A	17,71	A	20,17	A
4	14,56	A	16,77	B	19,28	A
2	13,17	B	15,63	C	18,07	B
0	12,2	C	14,55	D	17,23	B

Tukey al 5% para dosis del biofertilizante (Tabla 24), Se destaca que la dosis de 6 cc/l produce consistentemente el mayor número de ramas, con promedios de 15,23, 17,71 y 20,17, todos clasificados en el rango A, lo que indica un crecimiento óptimo. La dosis de 4 cc/l también muestra resultados positivos, con promedios de 14,56 y 19,28 en los rangos A y B, respectivamente, lo que sugiere un rendimiento aceptable. En contraste, la dosis de 2 cc/l presenta promedios más bajos, alcanzando 13,17, 15,63 y 18,07, y la ausencia de tratamiento (0 cc/l) muestra los promedios más reducidos, con 12,2, 14,55 y 17,23, clasificándose en los rangos C y D. Estos resultados subrayan la importancia de aplicar dosis adecuadas para maximizar el número de ramas en el cultivo de arveja, siendo la dosis de 6 cc/l la más efectiva para fomentar un crecimiento robusto.

Tabla 25 Promedios y Fisher 5% para número de ramas por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

	11-dic		28-dic		10-ene	
Cobertura de suelo	N° de ramas	Rangos de significación	N° de ramas	Rangos de significación	N° de ramas	Rangos de significación
Cobertura	14,31	A	17,05	A	19,95	A
Sin cobertura	13,27	B	15,28	B	17,41	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 25), e puede observar que las plantas con cobertura presentan promedios de 14,31, 17,05 y 19,95 ramas, todos clasificados en el rango A, lo que indica un crecimiento robusto y saludable. En contraste, las plantas sin cobertura tienen promedios de 13,27, 15,28 y 17,41 ramas, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un desarrollo menos favorable. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, resaltan la importancia de utilizar una cobertura adecuada para maximizar el número de ramas en el cultivo de arveja. La diferencia en el número de ramas entre ambos tratamientos sugiere que la cobertura del suelo es un factor clave para promover un crecimiento óptimo en este cultivo.

10.1.4. Numero de hojas (NH)

Tabla 26 . ADEVA para número de hojas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	11-dic		28-dic		10-ene	
		Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor	Cuadrados Medios	p-valor
Total	47						
Repeticiones	2	234,21	<0,0001 **	461,81	<0,0001 **	935,36	<0,0001 **
Frecuencia (F)	1	311,61	<0,0001 **	667,52	<0,0001 **	722,3	<0,0001 **
Dosis (D)	3	641,51	<0,0001 **	691,12	<0,0001 **	644,7	<0,0001 **
F x D	3	4,5	0,412 n.s.	1,8	0,8981 n.s.	9,51	0,8141 n.s.
Cobertura	1	432,6	<0,0001 **	1174,14	<0,0001 **	2187	<0,0001 **
F X C	1	2,57	0,4589 n.s.	25,81	0,1037 n.s.	104,43	0,0725 n.s.
D X C	3	1,57	0,7934 n.s.	15,34	0,1936 n.s.	16,91	0,6448 n.s.
F X D X C	3	2,49	0,655 n.s.	12,11	0,2858 *	32,01	0,3798 n.s.
Error	30	4,56		9,16		30,14	
Promedio (unidad)	82,78			96,92		111,00	
CV (%)	2,58			3,12		4,95	

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 26) se observó que en las tres lecturas existió alta significancia estadística para repeticiones, frecuencias de aplicación, dosis de biofertilizante y para cobertura, y en la segunda lectura (28-dic) para la interacción F x D X C; y ninguna significancia estadística para el resto de las interacciones; lo que nos indica que no existió interacción entre los factores, a excepción de los antes mencionados. El promedio general del experimento para cada lectura fue de 82,78 hojas, 96,92 hojas y 111,00 hojas; respectivamente, con un coeficiente de variación de 2,58; 3,12 y

4,95%, respectivamente, que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Según (Canseco et al., 2020) se evaluaron diferentes cultivares de arveja verde y se encontró que el número de hojas por planta fluctuaba entre 31,67 y 33,55, dependiendo del cultivar.

Tabla 27. Promedios y Fisher al 5% de número de hojas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Frecuencia (días)	11-dic		28-dic		10-ene	
	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación
7	85,33	A	100,65	A	114,88	A
15	80,23	B	93,19	B	107,12	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para frecuencias de aplicación (Tabla 27), muestra el número de hojas en el cultivo de arveja en función de diferentes frecuencias de aplicación a lo largo de tres fechas. Se observa que la frecuencia de 7 días produce consistentemente un mayor número de hojas, alcanzando promedios de 85,33, 100,65 y 114,88 en las fechas del 11 de diciembre, 28 de diciembre y 10 de enero, respectivamente, todos clasificados en el rango A. En contraste, la frecuencia de 15 días presenta promedios más bajos, con 80,23, 93,19 y 107,12 hojas, ubicándose en el rango B. Estos resultados indican que un tratamiento más frecuente, cada 7 días, es más efectivo para promover el crecimiento de las hojas en el cultivo de arveja, lo que sugiere que esta estrategia podría ser clave para optimizar el desarrollo de la planta.

Tabla 28. Promedios y Tukey 5% para número de hojas por dosis en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Dosis (cc l ⁻¹)	11-dic		28-dic		10-ene	
	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación
6	91,60	A	17,71	A	119,1	A
4	85,38	B	16,77	B	114,13	AB
2	79,38	C	15,63	C	108,74	B
0	74,77	D	14,55	D	102,02	C

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Tukey al 5% para dosis del biofertilizante (Tabla 28), presenta el número de hojas en el cultivo de arveja en función de diferentes dosis aplicadas en tres fechas. Se observa que la dosis de 6 cc/l resulta en el mayor número de hojas, con promedios de 91,60, 17,71 y 119,1, todos clasificados en el rango A, lo que indica un crecimiento óptimo. La dosis de 4 cc/l también muestra buenos resultados, alcanzando promedios de 85,38 y 114,13, ubicándose en los rangos B y AB, lo que sugiere un rendimiento aceptable. En contraste, la dosis de 2 cc/l presenta promedios más bajos, con 79,38, 15,63 y 108,74, mientras que la ausencia de tratamiento (0 cc/l) muestra los promedios más reducidos, con 74,77, 14,55 y 102,02, clasificándose en los rangos D y C. Estos resultados destacan la importancia de utilizar dosis adecuadas para maximizar el número de hojas en el cultivo de arveja, siendo la dosis de 6 cc/l la más efectiva para promover un crecimiento saludable y robusto.

Tabla 29. Promedios y Fisher al 5% para número de hojas por cobertura de suelo en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

	11-dic	28-dic	10-ene
--	--------	--------	--------

Cobertura de suelo	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación	N° de hojas	Rangos de significación
Cobertura	85,78	A	101,86	A	117,75	A
Sin cobertura	79,78	B	91,97	B	104,25	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 29), Se observa que las plantas con cobertura alcanzan promedios de 85,78, 101,86 y 117,75 hojas, todos clasificados en el rango A, lo que indica un crecimiento saludable y vigoroso. En contraste, las plantas sin cobertura muestran promedios de 79,78, 91,97 y 104,25 hojas, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un desarrollo menos óptimo. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, subrayan la importancia de implementar una adecuada cobertura del suelo para maximizar el número de hojas en el cultivo de arveja. La diferencia en el número de hojas entre ambos tratamientos resalta cómo la cobertura puede ser un factor determinante para promover un crecimiento más robusto en este cultivo.

10.1.5. Numero de vaina (NV)

Tabla 30. ADEVA para número de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	p-valor	
Total	47			
Repeticiones	2	0,05	0,638	n.s.
Frecuencia (F)	1	0,16	0,249	n.s.
Dosis (D)	3	0,13	0,356	n.s.
F x D	3	0,22	0,154	n.s.
Cobertura	1	2,17	0,0002	**
F X C	1	0,61	0,031	*
D X C	3	0,07	0,630	n.s.
F X D X C	3	0,15	0,300	n.s.
Error	30	0,12		
Promedio (vainas)	4,22			
CV (%)	8,16			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 30) se observó una significancia estadística para cobertura de suelos y significancia estadística para la interacción F x C; y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existió diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 4,22 vainas, con un coeficiente de variación de 8,16%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Según (INIA, 2023), menciona que las prácticas de manejo, como la densidad de siembra y el sistema de plantación, también afectan el número de vainas por planta. Investigaciones han demostrado que el número de vainas por planta disminuye al aumentar la densidad poblacional, siendo este componente del rendimiento uno de los más afectados por la densidad de siembra.

Tabla 31. Promedios y Fisher al 5% número de vainas por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Frecuencia (días) Medias Rangos 15

4,28 A

7	4,16	A
---	------	---

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 31), La tabla muestra los promedios del número de vainas en el cultivo de arveja en función de diferentes frecuencias de aplicación. Se observa que la frecuencia de 15 días produce un promedio de 4,28 vainas por planta, lo que indica que este intervalo es favorable para el desarrollo de las vainas. Por otro lado, la frecuencia de 7 días también muestra un buen rendimiento, con un promedio de 4,16 vainas, aunque ligeramente inferior al de 15 días. Ambos intervalos están clasificados en el rango A, lo que sugiere que son efectivos para la producción de vainas. Estos resultados destacan la importancia de la frecuencia de aplicación en el cultivo de arveja, sugiriendo que un intervalo de 15 días podría ser la opción más beneficiosa para optimizar la cantidad de vainas producidas en la zona de investigación.

Tabla 32. Prueba de medias para número de vainas por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
4	4,33
2	4,28
6	4,16
<u>0</u>	<u>4,10</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 32), Los resultados indican que la dosis de 4 cc/l es la más efectiva, con un promedio de 4,33 vainas por planta, lo que sugiere que esta cantidad favorece el desarrollo de las vainas en la zona que se encontraba y por las condiciones climáticas de la misma. En comparación, la dosis de 2 cc/l también muestra un buen rendimiento con un promedio de 4,28 vainas, aunque ligeramente inferior. Por otro lado, la dosis de 6 cc/l presenta un promedio de 4,16 vainas, lo que indica que un aumento en la dosis no necesariamente se traduce en un mayor número de vainas. Finalmente, la ausencia de tratamiento (0 cc/l) resulta en el promedio más

bajo, con 4,10 vainas. Estos datos resaltan la importancia de encontrar la dosis adecuada para maximizar la producción de vainas en el cultivo de arveja, siendo la dosis de 4 cc/l la más recomendable para obtener mejores resultados. Por lo que los resultados obtenidos no concuerdan con (CALVACHE, 2024), ya que su investigación se basó en la aplicación de fertilizantes químicos con diferentes dosis ya que la mejor dosis fue de (100cc/L, 8 días) proyectando un peso de vainas/planta de 144,03 gr a comparación con los resultados obtenidos son menores debido a las condiciones edafoclimáticas y nutrición.

Tabla 33. Fisher al 5% para coberturas de suelo en número de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Cobertura de suelo	Número de vainas	Rangos de significación
Cobertura	4,43	A
Sin cobertura	4,00	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 33), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango el acolchado plástico con 4,43 vainas, mientras que, en el segundo rango, se ubicó el sin acolchado plástico con promedios de 4,00 vainas. Por lo que los resultados obtenidos no concuerdan con (CALVACHE, 2024), ya que su investigación se basó en la aplicación de fertilizantes químicos así obteniendo su producción en verde con un promedio de 22,22, en comparación con los resultados obtenidos son menores debido a las condiciones edafoclimáticas y nutrición.

10.1.6. Largo de vaina (LV)

Tabla 34. ADEVA para largo de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad		Cuadrados Medios		p-valor
	Libertad	Medios	Libertad	Medios	
Total	47				
Repeticiones	2		0,02		0,1427 n.s.

Frecuencia (F)	1	0,01	0,2247	n.s.
Dosis (D)	3	0,01	0,4285	n.s.
F x D	3	0,002	0,8674	n.s.
Cobertura	1	11,08	<0,0001	**
F X C	1	0,00003	0,9484	n.s.
D X C	3	0,002	0,8676	n.s.
F X D X C	3	0,02	0,0966	n.s.
Error	30	0,01		
Promedio (cm)	6,01			
CV (%)	1,47			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 34) se observó una significancia estadística para cobertura de suelos y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existió diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 6,01 cm, con un coeficiente de variación de 1,47%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

Tabla 35. Prueba de medias para largo de la vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Frecuencia (días)</u>	<u>Medias</u>
15	5,99
7	6,02

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 35) presenta los promedios del largo de las vainas en el cultivo de arveja en función de diferentes frecuencias de aplicación. Se puede observar que la frecuencia de 7 días resulta en un promedio de 6,02 cm, lo que sugiere que este intervalo favorece un mayor crecimiento en la longitud de las vainas. En comparación, la frecuencia de 15 días muestra un promedio de 5,99 cm, que aunque es cercano, es ligeramente inferior al de la frecuencia más corta. Estos resultados indican que aplicar el tratamiento cada 7 días podría ser más efectivo para maximizar el largo de las vainas en el cultivo de arveja

Tabla 36. Prueba de medias largo de vaina por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
6	6,03
4	6,03
0	5,99
<u>2</u>	<u>5,98</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 36), muestra los promedios del largo de las vainas en el cultivo de arveja en función de diferentes dosis aplicadas. Se observa que tanto la dosis de 6 cc/l como la de 4 cc/l alcanzan un promedio de 6,03 cm, lo que indica que estas cantidades son igualmente efectivas para promover un buen crecimiento en la longitud de las vainas. En contraste, la dosis de 0 cc/l, que representa la ausencia de tratamiento, presenta un promedio de 5,99 cm, mientras que la dosis de 2 cc/l muestra el promedio más bajo con 5,98 cm. Estos resultados sugieren que las dosis de 4 y 6 cc/l son las más adecuadas para optimizar el largo de las vainas en el cultivo de arveja

Tabla 37. Fisher al 5% para coberturas de suelo en largo de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

Cobertura de suelo	Largo de hoja (cm)	Rangos de significación
Conbertura	6,49	A
Sin cobertura	5,33	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 37), detectó dos rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango de cobertura plástica con 6,49 cm, mientras que, en el segundo rango, se ubicó en sin cobertura plástica con promedios de 5,33 cm. Los resultados de este estudio tienen similitud con los presentados por Jácome (2015), quien realizó su investigación

con las mismas variedades de arveja y obtuvo un promedio general de 7.8 y 8 cm demostrando así que el tamaño de las vainas es variable y está ligado a la reacción del genotipo de cada variedad a las condiciones ambientales. Los resultados obtenidos no tienen cierta relación con los presentados por (Valencia, 2024), quien obtuvo un valor promedio de 8.48 cm. Con respecto a este carácter como menciona (Saavedra, 2022) las vainas pueden tener 5-10 cm de longitud dimensiones bastante variables independientemente del hábito de crecimiento y sobre las condiciones climáticas en la que se encuentra el cultivo.

10.1.7. Ancho de vaina (AV)

Tabla 38. ADEVA para ancho de hoja en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	p-valor	
Total	47			
Repeticiones	2	0,0863	0,0002	**
Frecuencia (F)	1	0,0016	0,6423	n.s.
Dosis (D)	3	0,0092	0,3106	n.s.
F x D	3	0,0035	0,7026	n.s.
Cobertura	1	0,1408	0,0001	**
F X C	1	0,0176	0,1336	n.s.
D X C	3	0,0041	0,6546	n.s.
F X D X C	3	0,0003	0,991	n.s.
Error	30	0,0074		
Promedio (cm)	1,56			
CV (%)	5,52			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 38) se observó una significancia estadística para repeticiones y cobertura de suelos y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existió diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 1,56 cm, con un coeficiente de variación de 5,52%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

Tabla 39. Prueba de medias de ancho de la vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Frecuencia (días)</u>	<u>Medias</u>
15	1,57
<u>7</u>	<u>1,55</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 39), presenta los promedios del ancho de las vainas en el cultivo de arveja en función de diferentes frecuencias de aplicación. Se puede observar que la frecuencia de 15 días resulta en un promedio de 1,57 cm, lo que sugiere que este intervalo es ligeramente más efectivo para el desarrollo del ancho de las vainas en comparación con la frecuencia de 7 días, que muestra un promedio de 1,55 cm. Aunque la diferencia es mínima, estos resultados indican que un tratamiento aplicado cada 15 días podría ser la opción más favorable para maximizar el ancho de las vainas en el cultivo de arveja

Tabla 40. Prueba de medias ancho de la vaina por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
6	1,52
4	1,56
0	1,58
<u>2</u>	<u>1,58</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 40), se observa que la dosis de 4 cc/l resulta en un promedio de 1,56 cm, lo que sugiere que esta cantidad es favorable para el desarrollo del ancho de las vainas. Por otro lado, la dosis de 6 cc/l muestra un promedio de 1,52 cm, que es ligeramente inferior. Curiosamente, tanto la ausencia de tratamiento (0 cc/l) como la dosis de 2 cc/l presentan promedios de 1,58 cm, lo que indica que no aplicar tratamiento o utilizar una dosis baja puede resultar en un ancho de vaina similar al de la dosis más alta. Estos resultados destacan la importancia de ajustar las

dosis para optimizar el ancho de las vainas en el cultivo de arveja, sugiriendo que una dosis de 4 cc/l podría ser la más adecuada para lograr un mejor desarrollo.

Tabla 41. Fisher al 5% para coberturas de suelo en ancho de la vaina en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Cobertura de suelo	Ancho de hoja (cm)	Rangos de significación
Cobertura	1,61	A
Sin cobertura	1,51	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 41), Se observa que las plantas con cobertura alcanzan un promedio de 4,43 vainas, clasificándose en el rango A, lo que indica un rendimiento superior. En contraste, las plantas sin cobertura presentan un promedio de 4,00 vainas, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un desarrollo menos favorable. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, destacan la importancia de utilizar una adecuada cobertura del suelo para maximizar la producción de vainas en el cultivo de arveja. La diferencia en el número de vainas entre ambos tratamientos resalta cómo la cobertura puede influir positivamente en el rendimiento de este cultivo. Según (Guamán Guamán et al., 2020), menciona que el ancho y longitud de las vainas pueden variar dependiendo de la variedad que se emplee. Normalmente este no es un elemento significativo, las vainas de mayor longitud son indicativas de rendimientos superiores, sin embargo, es importante subrayar que las vainas de mayor diámetro tienden a fracturarse o a generar curvaturas que no son poco frecuentes.

10.1.7. Peso de vaina (PV)

Tabla 42. ADEVA para peso de vaina en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad		Cuadrados Medios		p-valor
	Libertad	Medios	Libertad	Medios	
Total	47				
Repeticiones	2		0,05		0,4612 n.s.

Frecuencia (F)	1	0,003	0,8443	n.s.
Dosis (D)	3	0,05	0,5568	n.s.
F x D	3	0,01	0,9179	n.s.
Cobertura	1	4,85	<0,0001	**
F X C	1	0,0002	0,9597	n.s.
D X C	3	0,12	0,1646	n.s.
F X D X C	3	0,11	0,2068	n.s.
Error	30	0,07		
Promedio (g)	4,28			
CV (%)	5,96			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 42) se observó una significancia estadística para cobertura de suelos y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existieron diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 4,28 g, con un coeficiente de variación de 5,96%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación.

Tabla 43. Prueba de medias para peso de vaina por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Frecuencia (días)</u>	<u>Medias</u>
15	4,29
7	4,27

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 43), muestra los promedios del peso de las vainas en el cultivo de arveja en función de diferentes frecuencias de aplicación. Se observa que la frecuencia de 15 días produce un promedio de 4,29 gramos, lo que indica que este intervalo es ligeramente más efectivo para el desarrollo del peso de las vainas en comparación con la frecuencia de 7 días, que presenta un promedio de 4,27 gramos. Aunque la diferencia es mínima, estos resultados sugieren que aplicar el tratamiento cada 15 días podría ser la estrategia más beneficiosa para optimizar el peso de las vainas en el cultivo de arveja.

Tabla 44. Prueba de medias para ancho de hoja por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
2	4,34
0	4,33
6	4,25
4	4,21

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 44), Se destaca que la dosis de 2 cc/l produce el mayor peso promedio, alcanzando 4,34 gramos por vaina, lo que sugiere que esta cantidad es la más efectiva para favorecer el desarrollo del peso. La ausencia de tratamiento (0 cc/l) también muestra un buen resultado, con un promedio de 4,33 gramos, lo que indica que no aplicar ningún tratamiento puede ser casi tan efectivo como usar una dosis baja. En contraste, las dosis de 6 cc/l y 4 cc/l presentan promedios más bajos, con 4,25 y 4,21 gramos, respectivamente. Estos resultados sugieren que un tratamiento más intenso no necesariamente se traduce en un mayor peso de las vainas, resaltando la importancia de encontrar la dosis adecuada para maximizar el rendimiento en el cultivo de arveja.

Tabla 45. Fisher al 5% para coberturas de suelo en peso de vainas en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

<u>Cobertura de suelo</u>	<u>Peso vaina (g)</u>	<u>Rangos de significación</u>
Cobertura	4,60	A
Sin cobertura	3,96	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 45), Se observa que las plantas con cobertura logran un peso promedio de 4,60 gramos por vaina, clasificándose en el rango A, lo que indica un desarrollo óptimo y saludable. En contraste, las plantas sin cobertura muestran un peso promedio de 3,96 gramos, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un rendimiento inferior. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, subrayan la relevancia de implementar una adecuada cobertura del suelo para mejorar el peso de las vainas en el cultivo

de arveja. La diferencia en el peso de las vainas entre ambos tratamientos resalta cómo la cobertura puede tener un impacto significativo en la calidad y producción de este cultivo.

10.1.8. Número de granos por vaina (NGV)

Tabla 46. ADEVA para número de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	p-valor	
Total	47			
Repeticiones	2	0,24	0,0061	**
Frecuencia (F)	1	0,77	0,0001	**
Dosis (D)	3	0,03	0,5282	n.s.
F x D	3	0,10	0,0710	n.s.
Cobertura	1	1,33	<0,0001	**
F X C	1	0,16	0,0485	n.s.
D X C	3	0,01	0,7719	n.s.
F X D X C	3	0,09	0,1094	n.s.
Error	30	0,04		
Promedio (unidad)	5,11			
CV (%)	3,86			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 46) se observó una significancia estadística para repeticiones, frecuencias de aplicación y cobertura de suelos; y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existieron diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 5,11 granos, con un coeficiente de variación de 3,86%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Según Mejía Benítez (2020) analizó el comportamiento agronómico de tres variedades de arveja sembradas a diferentes distanciamientos en la zona de Babahoyo. Aunque no se encontraron diferencias significativas en el número de granos por vaina, se obtuvo un promedio de 5 granos por vaina en las variedades evaluadas.

Tabla 47. Promedios y Fisher al 5% de número de granos por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Frecuencia (días)	Número de granos	Rangos de significación
15	4,98	A

7

5,24

B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para frecuencias de aplicación (Tabla 47), muestra los resultados del número de granos por vaina en el cultivo de arveja, analizando dos frecuencias de aplicación. En este caso, la frecuencia de 15 días presenta un promedio de 4,98 granos por vaina, lo que la clasifica en el rango A, indicando un rendimiento aceptable. Sin embargo, la frecuencia de 7 días, con un promedio de 5,24 granos, se sitúa en el rango B, lo que sugiere que esta frecuencia es menos efectiva en comparación. Estos resultados resaltan la importancia de la frecuencia de aplicación en la producción de granos, sugiriendo que un tratamiento más frecuente, cada 7 días, podría ser menos favorable para maximizar el número de granos por vaina en el cultivo de arveja.

Tabla 48. Prueba de medias para número de granos por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
0	5,04
6	5,13
2	5,13
<u>4</u>	<u>5,15</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 48), Se observa que la dosis de 6 cc/l produce un promedio de 5,13 granos, lo que sugiere que esta cantidad es efectiva para fomentar la producción. Sin embargo, tanto la dosis de 2 cc/l como la de 4 cc/l también alcanzan promedios de 5,13 y 5,15 granos, respectivamente, lo que indica que estas dosis son igualmente competitivas en términos de rendimiento. Por otro lado, la ausencia de tratamiento (0 cc/l) muestra un promedio de 5,04 granos, lo que sugiere que no aplicar ningún tratamiento puede resultar en un rendimiento similar al de las dosis más altas. Estos resultados destacan la importancia de ajustar las dosis para optimizar la producción de granos en el cultivo de arveja, sugiriendo que tanto las dosis de 2 cc/l, 4 cc/l como 6 cc/l pueden ser efectivas para lograr un buen rendimiento.

Tabla 49. Fisher al 5% para coberturas de suelo en número de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Cobertura de suelo	Número de granos	Rangos de significación
Cobertura	5,28	A
Sin cobertura	4,95	B

Elaborado: Daniela Almache (2025)

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 49), Se observa que las plantas con acolchado alcanzan un promedio de 5,28 granos, clasificándose en el rango A, lo que indica un rendimiento superior y un crecimiento más saludable. En contraste, las plantas sin acolchado presentan un promedio de 4,95 granos, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un desarrollo menos óptimo. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, destacan la importancia de utilizar la técnica de cobertura para maximizar la producción de granos en el cultivo de arveja. La diferencia en el número de granos entre ambos tratamientos resalta cómo el acolchado puede influir positivamente en el rendimiento de este cultivo. Se corroboran los hallazgos de (Canseco et al., 2020), quien sostiene que al incrementar la densidad en el cultivo de arveja se produce una notable disminución en la cantidad de vainas por planta, así como en la cantidad de granos por vaina. Se corroboran los hallazgos de (Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca, 2023), quien sostiene que al incrementar la densidad en el cultivo de arveja se produce una notable disminución en la cantidad de vainas por planta, así como en la cantidad de granos por vaina.

10.1.9. Peso de 100 granos (P100G)

Tabla 50. ADEVA para peso de 100 de granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

Fuentes de Variabilidad	Grados de Cuadrados		p-valor	
	Libertad	Medios		
Total	47			
Repeticiones	2	60,08	<0,0001	**
Frecuencia (F)	1	1,02	0,5957	n.s.
Dosis (D)	3	0,08	0,9956	n.s.
F x D	3	1,74	0,6912	n.s.
Cobertura	1	553,52	<0,0001	**
F X C	1	1,02	0,5957	n.s.

D X C	3	1,24	0,7893	n.s.
F X D X C	3	3,85	0,3702	n.s.
Error	30	3,55		
Promedio (g)	32,02			
CV (%)	5,88			

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En el ADEVA (Tabla 50) se observó una significancia estadística para repeticiones y cobertura de suelos; y ninguna significancia estadística para el resto de factores e interacciones; la alta significancia estadística nos indica que existieron diferencias entre los niveles evaluados. El promedio general del experimento fue de 32,02 g, con un coeficiente de variación de 5,88%; que resulta ser bueno para este tipo de investigación. Según (Hernández et al., 2014), resalta la importancia de variables como la variedad, la densidad de siembra y el uso de tutorado en la determinación del peso de las vainas de arveja. Comprender y manejar adecuadamente estos factores es esencial para optimizar el rendimiento y la calidad en la producción de arveja. Según (Álvarez et al., 2020), menciona que como las leguminosas de grano, se observa una variabilidad en el peso de las semillas. Por ejemplo, en el caso de la arveja de la clase "Azul", el peso de 100 semillas oscila entre 35 y 40 gramos, mientras que en la clase "Crema rugosa" varía entre 25 y 30 gramos.

Tabla 51. Prueba de medias de peso de 100 granos por frecuencias de aplicación en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Frecuencia (días)</u>	<u>Medias</u>
15	31,88
<u>7</u>	<u>32,17</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 51), se presentan los promedios del peso de 100 granos en el cultivo de arveja, evaluando dos frecuencias de aplicación. Se observa que la frecuencia de 7 días resulta en un promedio de 32,17 gramos, lo que sugiere que este intervalo es ligeramente más efectivo para el desarrollo del peso de los granos en comparación con la frecuencia de 15 días, que muestra un promedio de 31,88 gramos. Aunque la diferencia es sutil, estos resultados indican que aplicar el tratamiento cada 7 días podría ser la opción más favorable para optimizar el peso de los granos en el cultivo de arveja. Esto resalta la importancia de la frecuencia de aplicación en el

rendimiento de la planta, sugiriendo que un intervalo más corto puede contribuir a un mejor desarrollo del peso de los granos.

Tabla 52. Prueba de medias para peso de 100 granos por dosis de aplicación de biofertilizante Fertibacter en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga 2024.

<u>Dosis cc/l</u>	<u>Medias</u>
0	32,08
4	32,08
2	32,00
<u>6</u>	<u>31,92</u>

Elaborado: Daniela Almache (2025)

En la (Tabla 52), Se observa que tanto la ausencia de tratamiento (0 cc/l) como la dosis de 4 cc/l presentan un promedio de 32,08 gramos, lo que indica que estas condiciones son igualmente efectivas para el desarrollo del peso de los granos. La dosis de 2 cc/l muestra un promedio ligeramente inferior de 32,00 gramos, mientras que la dosis de 6 cc/l presenta el promedio más bajo, con 31,92 gramos. Estos resultados sugieren que aumentar la dosis no necesariamente se traduce en un mayor peso de los granos, lo que resalta la importancia de encontrar la dosis adecuada para optimizar el rendimiento en el cultivo de arveja. En este caso, tanto no aplicar tratamiento como utilizar una dosis de 4 cc/l parecen ser las opciones más efectivas para lograr un buen peso en los granos.

Tabla 53. Fisher al 5% para coberturas de suelo en peso de 100 granos en la evaluación de un biofertilizante con diferentes tipos de cobertura de suelo en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) variedad INIAP- 342 Lojanita, Salache, Latacunga. 2024.

<u>Cobertura de suelo</u>	<u>Peso 100 granos (g)</u>	<u>Rangos de significación</u>
Cobertura	35,42	A
Sin cobertura	28,63	B

Fisher al 5% para cobertura de suelo (Tabla 53), e observa que las plantas con acolchado logran un peso promedio de 35,42 gramos, clasificándose en el rango A, lo que indica un desarrollo óptimo y una calidad superior de los granos. En contraste, las plantas sin acolchado muestran

un peso promedio de 28,63 gramos, ubicándose en el rango B, lo que sugiere un rendimiento inferior. Estos resultados, analizados mediante el método de Fisher al 5%, resaltan la importancia del acolchado como técnica de cobertura para mejorar el peso de los granos en el cultivo de arveja. La diferencia significativa en el peso de 100 granos entre ambos tratamientos subraya cómo el uso de acolchado puede tener un impacto positivo en la calidad y producción de este cultivo. De acuerdo con (Pinto, 2013), estableció que el rendimiento del granos se ve considerablemente afectado por las condiciones ambientales. Es crucial establecer las densidades poblacionales ideales para cada cultivo, en las que cada planta puede manifestar su potencial productivo utilizando de manera más eficaz.

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- La investigación ha evidenciado que el uso de cobertura plástica en el cultivo de arveja tiene un impacto positivo significativo en el rendimiento, especialmente en las condiciones climáticas adversas de la zona estudiada. A pesar de las limitaciones hídricas y la siembra en época seca, el acolchado ha permitido que las plantas mantengan un desarrollo y producción superiores en comparación con aquellas que no recibieron esta cobertura. Sin embargo, es importante señalar que, aunque los resultados son favorables en esta zona específica, el impacto del acolchado plástico puede no ser tan pronunciado en comparación con otras regiones donde las condiciones climáticas y edáficas son más favorables. Esto subraya la necesidad de adaptar las prácticas agrícolas a las particularidades de cada área, optimizando el uso de los recursos disponibles y mejorando la resiliencia de los cultivos ante condiciones climáticas desfavorables.
- Las condiciones del estrés hídrico a pesar de que la zona de estudio presenta condiciones climáticas menos favorables en comparación con otras regiones con suelos más nutritivos y acceso a riego, los resultados obtenidos indican que la producción de arveja puede ser competitiva. Sin embargo, el estrés hídrico sufrido por las plantas durante el crecimiento sugiere que la implementación de sistemas de riego o la recolección de agua de lluvia podría ser crucial para mejorar aún más el rendimiento. Esto es especialmente relevante en un contexto donde la variabilidad climática

puede afectar la disponibilidad de agua, y donde la gestión eficiente de este recurso se vuelve esencial para la sostenibilidad agrícola

- La investigación sugiere que, a pesar de las limitaciones en la zona, es posible obtener buenos rendimientos mediante la optimización de prácticas agrícolas, como el uso de acolchado y la adecuada frecuencia de aplicación de biofertilizantes. Esto implica que los agricultores pueden mejorar su producción sin necesidad de depender exclusivamente de insumos costosos o de condiciones climáticas ideales. La adopción de estas prácticas no solo puede contribuir a la sostenibilidad del cultivo de arveja en la región, sino que también puede servir como modelo para otros cultivos en áreas con desafíos similares, promoviendo una agricultura más resiliente y eficiente.

11.2. Recomendaciones

- Dado que los resultados de la investigación indican que el uso de acolchado plástico ha demostrado ser significativamente beneficioso para el cultivo de arveja, se recomienda a los agricultores de la zona implementar esta técnica de cobertura en sus prácticas agrícolas. El acolchado no solo ayuda a acelerar el proceso de floración, sino que también contribuye a un mejor desarrollo de la planta al reducir la evaporación del agua del suelo, lo que es crucial en condiciones de estrés hídrico. Esta práctica puede ser especialmente valiosa en regiones donde el acceso al riego es limitado, ya que permite conservar la humedad del suelo y mejorar la salud general de las plantas, lo que podría traducirse en un aumento en la producción.
- Los resultados sugieren que la frecuencia de aplicación de biofertilizantes cada 15 días no solo es suficiente para mantener un buen rendimiento, sino que también puede ser más eficiente en términos de recursos. Por lo tanto, se recomienda a los agricultores adoptar esta frecuencia de aplicación, ya que permite un uso más racional de los insumos, minimizando el esfuerzo y los costos asociados al manejo del cultivo. Esta estrategia podría ser particularmente beneficiosa en zonas con limitaciones de agua, donde el manejo eficiente de los recursos es esencial para la sostenibilidad del cultivo.
- La investigación ha demostrado que las dosis de biofertilizantes no tienen un impacto significativo en el rendimiento de la arveja dentro del rango evaluado. Por lo tanto, se sugiere que los agricultores opten por dosis más

bajas, como 2 cc/l o incluso la ausencia de tratamiento, que han demostrado ser efectivas en términos de producción. Esta recomendación es especialmente relevante en contextos donde los costos de insumos son una preocupación, permitiendo a los agricultores maximizar su rentabilidad sin comprometer la calidad de la producción.

12. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., Santoyo, G., & Rocha, M. del C. (2020). *Pseudomonas fluorescens*: Mecanismos y aplicaciones en la agricultura sustentable. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 16(1), 1–10.
- Basantes, E. (2015). *Manejo de Cultivos Andinos del Ecuador* (Primera Ed). Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <https://doi.org/10.1515/9783112646847029>
- Behera, S., Jyotirmayee, B., Mandal, U., Mishra, A., Mohanty, P., & Mahalik, G. (2022). Effect of Organic Fertilizer on Growth, Yield and Quality of *Pisum sativum* L.: A Review. *Ecology, Environment and Conservation*, 28, 233–241. <https://doi.org/10.53550/eec.2022.v28i02s.039>
- Beltrán, M. E., & Bernal, A. A. (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1). <https://doi.org/10.21789/22561498.1771>
- Blake, C., Christensen, M. N., & Kovacs, A. T. (2021). Molecular aspects of plant growth promotion and protection by *Bacillus subtilis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 34(1), 15–25. <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-20-0225-CR/ASSET/IMAGES/LARGE/MPMI-08-20-0225-CRF2-1608308485950.JPEG>
- Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica* (Primera Ed). Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- CALVACHE, A. M. (2024). *Universidad técnica del norte*. 68. [https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16676/2/03 AGP 445 TRABAJO DE GRADO.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16676/2/03%20AGP%20445%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Canseco, D., Villegas, Y., Castañeda, E., Carrillo, J., Robles, C., & Santiago, G. (2020). Respuesta de *Coffea arabica* L. a la aplicación de abonos orgánicos y biofertilizantes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1285–1298. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2612>
- Carrancio, L. (2023). *Para Mejorar la Producción* (L. Carrancio (ed.)). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.

- Castiglione, A. M., Mannino, G., Contartese, V., Berdea, C. M., & Ertani, A. (2021). Microbial Biostimulants as Response to Modern Agriculture Needs: Composition, Role and Application of These Innovative Products. *Plants*, *10*(8), 1533. <https://doi.org/10.3390/PLANTS10081533>
- Chávez-Díaz, I. F., Zelaya Molina, L. X., Cruz Cárdenas, C. I., Rojas Anaya, E., Ruíz Ramírez, S., & De los Santos Villalobos, S. (2020). Consideraciones sobre el uso de biofertilizantes como alternativa agro- biotecnológica sostenible para la seguridad alimentaria en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *11*(6), 1423–1436. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2492>
- Chávez, A., Guillen, W., Escobal, F. 2022., Maíz., M. de la X. R. L. de M., & Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, 238 p. (2022). *Xxiv Reunión Latinoamericana De Maíz*.
- Checa, O., Rodríguez, D., Ruiz, M., & Muriel, J. (2022). La Arveja: Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia. In *Coral, C., Eduardo Rodríguez Rodríguez, O. Y., Marino Ruiz Eraso, D. Y., Hugo Muriel Figueroa, M., & Eduardo, J. (2022). La Arveja - Investigación y Tecnología en el Sur de Colombia. 214. https://doi.org/https://sired.udenar.edu.co/7303/1/LIBRO%20ARVEJA%2* (1a Edición). Editorial Universidad de Nariño.
- Dervash, M. A., Bhat, R. A., Shafiq, S., & Singh, D. V. (2020). Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation. *Fresh Water Pollution Dynamics and Remediation*, 183–196. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8277-2>
- Feinsinger, P. (2013). Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: Cuál estoy siguiendo, y por qué? *Revista Chilena de Historia Natural*, *86*(4), 385–402. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000400002>
- Galindo-Pacheco, J. R. (2020). *Arveja (Pisum sativum L.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca* (Primera Ed). Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2.
- González-León, Y., Ortega-Bernal, J., Anducho-Reyes, M. A., & Mercado-Flores, Y. (2022). Bacillus subtilis y Trichoderma: Características generales y su aplicación en la agricultura. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, *25*, 1–14. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.520>
- González Pedraza, A. F., Méndez Ortega, A. J., & Quesada Vergara, V. R. (2022). Respuesta del cultivo de arveja (Pisum sativum L.) A la aplicación de abonos orgánicos en el

- Municipio Pamplona, Norte de Santander. *La Granja*, 37(1), 86–101. <https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.07>
- Guamán Guamán, R. N., Desiderio Vera, T. X., Villavicencio Abril, Á. F., Ulloa Cortázar, S. M., & Romero Salguero, E. J. (2020). Adaptabilidad de cuatro variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la parroquia Luz de América - Ecuador. *Siembra*, 7(1), 001–011. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i1.1908>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO: Revista Científica de La Investigación y El Conocimiento*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/0.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/0.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Guo, F., Chen, Q., Liang, Q., Zhang, M., Chen, W., Chen, H., Yun, Y., Zhong, Q., & Chen, W. (2021). Antimicrobial Activity and Proposed Action Mechanism of Linalool Against *Pseudomonas fluorescens*. *Frontiers in Microbiology*, 12, 562094. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2021.562094/BIBTEX>
- Hamid, G., Ahmad, R., Aneesul, M., & Rehman, K. (2021). *Microbiota and Biofertilizers* (G. Dar, R. Bhat, M. Mehmood, & K. Hakeem (eds.); Vol. 2). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61010-4_5
- Hellequin, E., Monard, C., Chorin, M., Lebris, N., Daburon, V., Klarzynski, O., & Binet, F. (2020). Responses of active soil microorganisms facing to a soil biostimulant input compared to plant legacy effects. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70695-7>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edic). McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A.
- Kahli, H., Béven, L., Grauby-Heywang, C., Debez, N., Gammoudi, I., Moroté, F., Sbartai, H., & Cohen-Bouhacina, T. (2022). Impact of Growth Conditions on *Pseudomonas fluorescens* Morphology Characterized by Atomic Force Microscopy. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(17), 9579. <https://doi.org/10.3390/IJMS23179579/S1>
- Karmegham, N., Vellasamy, S., Natesan, B., Sharma, M. P., Al Farraj, D. A., & Elshikh, M. S. (2020). Characterization of antifungal metabolite phenazine from rice rhizosphere fluorescent pseudomonads (FPs) and their effect on sheath blight of rice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(12), 3313–3326. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2020.10.007>
- Khan, T. N., Meldrum, A., & Croser, J. S. (2016). Pea Overview. *Food Science*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00037-8>

- Le Mire, G., Nguyen, M. L., Fassotte, B., du Jardin, P., Verheggen, F., Delaplace, P., & Jijakli, M. H. (2016). Review: implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 20, 299–313. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.12717>
- Luna-Fletes, J. A., Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, Á., Chan-Cupul, W., Luna-Esquivel, G., García-Paredes, J. D., Aguilar-Benítez, G., Palemón-Alberto, F., Mancilla-Villa, O. R., Luna-Fletes, J. A., Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, Á., Chan-Cupul, W., Luna-Esquivel, G., García-Paredes, J. D., Aguilar-Benítez, G., Palemón-Alberto, F., & Mancilla-Villa, O. R. (2023). Biofertilizantes y sustratos orgánico-minerales en el cultivo de chile habanero. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(2), 137–146. <https://doi.org/10.35196/RFM.2023.2.137>
- Martínez, B., & Soto, G. (2022). Microorganismos benéficos o agroquímicos. *Elementos*, 3(128), 57–63.
- Martínez, J., Macías, H., Mendoza, S., & Medina, T. (2004). *Producción de hortalizas con el uso de plásticos como acolchados* (pp. 1–40). Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera.
- Mehmood, N., Saeed, M., Zafarullah, S., Hyder, S., Rizvi, Z. F., Gondal, A. S., Jamil, N., Iqbal, R., Ali, B., Ercisli, S., & Kupe, M. (2023). Multifaceted Impacts of Plant-Beneficial *Pseudomonas* spp. in Managing Various Plant Diseases and Crop Yield Improvement. *ACS Omega*, 8(25), 22296–22315. <https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.3C00870>/ASSET/IMAGES/LARGE/AO3C00870_0003.JPEG
- Mejía, G., & Ávila, A. (2024). Prácticas agroecológicas en huertos urbanos comunitarios: contribuciones a la soberanía alimentaria y la sostenibilidad ambiental. *Reincisol*, 3(6), 4356–4374. [https://doi.org/https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)4356-4374](https://doi.org/https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)4356-4374)
- Minchala, L., & Guaman, M. (2004). *Cultivo de arveja en la Sierra Sur* (pp. 1–14). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.
- Mohammed, A. F., Oloyede, A. R., & Odeseye, A. O. (2020). Biological control of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum* using *Pseudomonas* species isolated from the rhizosphere of tomato plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 53(1–2), 1–16. <https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1715756>
- Osorio, C., Alcalde, J. M., & Méndez, P. (2023). *Arvejas : siembra y control de malezas*.
Osorio, C., & Méndez, P. (2023). *nutricional y agregación de valor*.
- Peralta, E., Murillo, A., Minchala, L., & Pinzón, J. (1997). *Varietades mejoradas de arveja (Pisum sativum L.) de tipo enana - erecta para la sierra ecuatoriana*.

- Pincay, A., Zambrano, J., Sangoquiza, Ca., Subía, J., & Park, C. (2023). *Guía para la aplicación de un biofertilizante en el cultivo de maíz de la Sierra ecuatoriana*.
- Pinto, M. (2013). El cultivo de la arveja y el clima en el Ecuador. *El Agro*, 700, 2–2.
- Poltoretskyi, S., Karpenko, V., Liubych, V., Poltoretska, N., Bilonozhko, V., & Demydas, H. (2022). Morphological and ecological features of green pea (*Pisum sativum* L.). *Ukrainian Journal of Ecology*, 12(8), 12–19. <https://doi.org/10.15421/2022>
- Rodríguez, A., Pérez, J., & Alipio, O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, 1–26.
- Saavedra, G. (2022). Arveja verde. In G. Saavedra & E. Kehr (Eds.), *Manejo y especies hortícolas aptas para la agroindustria en la Región de La Araucanía* (Bolwún IN, p. 23). Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA.
- Saavedra, G. (2023). Zanahoria (*Daucus carota* L., var. *sativus* Hoffm.). In *Manejo y especies hortícolas aptas para la agroindustria en la Región de La Araucanía* (pp. 265–288).
- Saavedra, G., Corradini, F., Antúnez, A., Felmer, S., Estay, P., & Sepúlveda, P. (2017). Manual de producción de Lechuga. In *Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín*.
- Sarmiento-Sarmiento, G., Rivera-Bejarano, W., Mena-Chacón, L., Quispe-Castro, R., VelardeApaza, L., & Lipa-Mamani, L. (2023). EFFECT OF THE USE OF VERMICOMPOST, ORGANIC PADDING AND PLASTIC COVERING ON SOME SOIL PROPERTIES AND BROCOLI (*Brassica oleracea* L.) CROP IN PERU. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 39(1), 35–44. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-4EUGL60004>
- Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. (2023). *Arveja*.
- Singh, T., Raturi, H. C., & Uniyal, S. P. (2021). Effect of Biofertilizer and Mulch on Growth, Yield, Quality and Economics of Pea (*Pisum sativum* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 57(3), 330–335. <https://doi.org/10.18805/IJARE.A-5696>
- Valencia, J. E. V. (2024). *Universidad técnica del norte* [Universiada técnica del norte]. [https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16676/2/03 AGP 445 TRABAJO DE GRADO.pdf](https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/16676/2/03%20AGP%20445%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Vlahova, V. (2020). Specifics of the Application of Biofertilisers in the Agro-Ecosystem. *New Knowledge Journal of Science*, 4598(9–3), 89–103.
- Yáñez, C., Clavijo, F., & Cool, A. (2015). *Biofertilizante Fertibacter - Maíz* (pp. 1–6). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP.

- Yang, F., Wang, X., Jiang, H., Yao, Q., Liang, S., Chen, W., Shi, G., Tian, B., Hegazy, A., & Ding, S. (2024). Mechanism of a novel *Bacillus subtilis* JNF2 in suppressing *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium* and enhancing cucumber growth. *Frontiers in Microbiology*, *15*, 1459906. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2024.1459906/BIBTEX>
- Zambrano, J., Cartagena, Y., Sangoquiza, C., López, V., Parra, R., Manguashca, J., Rivadeneira, J., & Park, C. (2022). Evaluación del acolchado plástico en la producción de maíz harinoso (*Zea mays* L. var. *amylacea* St.) en la Sierra del Ecuador. *Memorias de La XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz*, 60–71. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i4.3017>
- Zhang, G., Liu, C., Xiao, C., Xie, R., Ming, B., Hou, P., Liu, G., Xu, W., Shen, D., Wang, K., & Li, S. (2017). Optimizing water use efficiency and economic return of super high yield spring maize under drip irrigation and plastic mulching in arid areas of China. *Field Crops Research*, *211*, 137–146. <https://doi.org/10.1016/J.FCR.2017.05.026>