



Universidad
Nacional
Francisco Luis
Espinoza Pineda

**Informe final de investigación para optar al título de
Ingeniero Agropecuario**

**Evaluación del efecto de dosis de biol sobre el
crecimiento y desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*),
variedad INTA Rojo, Finca El Porvenir, Palacagüina,
Madriz, 2024**

Autores

Cristhian Ariel Palma Cruz

Luis Ernesto Moncada Córdoba

Tutor

Ing. María Mercedes Arauz Ramírez

Estelí, mayo 2025

Este informe final de investigación fue aceptado en su presente forma por la Oficina de Investigación de la Dirección de Ciencias Agropecuarias (DCA) de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP), y aprobada por el Honorable Comité Evaluador nombrado para tal efecto, como requisito parcial para optar al título de: **INGENIERO AGROPECUARIO**

Tutor

Ing. María Mercedes Arauz Ramírez

Miembros del Comité

M.Sc. Didier Gabriel Matey Fajardo

Lic. Magda Elizabeth Betanco Vásquez

Ing. Rafael Antonio López Moreno

Sustentantes

Br. Cristhian Ariel Palma Cruz

Br. Luis Ernesto Moncada Córdoba

ÍNDICE

Contenido

Página

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	ii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. JUSTIFICACIÓN.....	3
IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
V. OBJETIVOS.....	5
5.1. Objetivo general.....	5
5.2. Objetivos específicos	5
VI. LIMITACIONES.....	6
VII.MARCO TEÓRICO	7
7.1. Origen del frijol.....	7
7.2. Descripción taxonómica del frijol.....	7
7.3. Especies de frijol más utilizadas en Nicaragua.....	8
7.3.1. Las variedades criollas del frijol	8
7.3.2. Variedades del frijol en Nicaragua.....	9
7.4. Fenología del frijol.....	10

7.4.1. Etapa 1: Germinación y Emergencia.....	10
7.4.2. Etapa 2: Crecimiento Vegetativo	10
7.4.3. Etapa 3: Floración y Fructificación.....	10
7.4.4. Etapa 4: Maduración y Cosecha.....	11
7.5. Cultivos de frijol en Nicaragua	11
7.6. Manejo agronómico	11
7.6.1. Selección de semilla	12
7.6.2. Selección del lugar de cultivo	12
7.6.3. Labranza y nivelación del suelo	12
7.6.4. Siembra.....	12
7.6.5. Fertilización.....	12
7.6.6. Control de plagas, enfermedades y malezas	12
7.7. Elaboración del biol orgánico como fertilizante foliar	13
7.7.1. Preparación.....	13
7.8. Uso del biol en los cultivos de frijol	14
7.8.1. Importancia.....	14
VIII.HIPÓTESIS	16
IX. DISEÑO METODOLÓGICO	17
9.1. Ubicación geografía	17
9.2. Enfoque, alcance de la investigación experimental	17
9.3. Descripción de unidad de análisis experimental.....	17
9.4. Definición de variables con su operacionalización.....	19

9.5. Diseño experimental	21
9.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	21
9.7. Preparación y obtención de la materia prima para la elaboración del biol	22
9.8. Validez y confiabilidad de los instrumentos	22
9.9. Procedimientos para el análisis de datos.....	22
9.10. Consideraciones éticas	23
X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
10.1. Análisis de las propiedades físicas y químicas del biol foliar bovino .	24
10.2. Variables de crecimiento.....	26
10.2.1. Número de hojas.....	26
10.2.2. Número de ramas.....	27
10.2.3. Altura de planta (cm).....	28
10.2.4. Diámetro de tallo (mm)	29
10.2.5. Número de vainas	30
10.2.6. Número de granos por vaina	31
10.2.7. Rendimiento de grano (kg/ha).....	32
10.3. Análisis físico y químico del suelo	33
10.4. Análisis de costo del biol aplicado al cultivo del frijol INTA rojo	34
XI. CONCLUSIONES.....	37
XII.RECOMENDACIONES	39
XIII. BIBLIOGRAFÍA.....	40

XIV.	ANEXOS.....	44
------	-------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Promedio de número de hojas	27
Figura 2. Promedio de número de ramas	28
Figura 3. Altura de planta en centímetros	29
Figura 4. Promedio del diámetro de tallo en milímetro	30
Figura 5. Promedio de numero de vainas.....	31
Figura 6. Promedio de número de granos por vainas	32

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Descripción Taxonómica del frijol	7
Tabla 2. Tratamientos.....	18
Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables.....	19
Tabla 4. Análisis físico y químico del biol bovino	25
Tabla 5. Análisis descriptivo del rendimiento (kg/ha).....	33
Tabla 6. Análisis físico y químico del suelo	34
Tabla 7. Estructura de costo del biol bovino.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Ubicación geográfica.....	44
Anexo 2. Plano de campo	45
Anexo 3. Hoja de campo.....	45
Anexo 4. Formato de estructura de costos	46
Anexo 5. Análisis estadístico	47
Anexo 6. Análisis físico y químico del biol.....	51
Anexo 7. Análisis físico y químico de suelo y biol	53
Anexo 8. Galería de fotos	54

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi luz y mi fortaleza en los momentos de incertidumbre, por darme la sabiduría necesaria para continuar, y por acompañarme en cada paso de este camino académico.

A mi familia, pilar fundamental en mi vida. A mis padres, Betty Palma Cruz y Carlos Madrigal Serrano, por su amor incondicional, sus palabras de aliento y su incansable apoyo. A mis hermanos y abuelos, quienes, con su cariño y confianza en mí, han sido una fuente constante de motivación. Este logro también es de ustedes, porque han creído en mí incluso cuando yo dudaba.

A todos los que, de una u otra forma, aportaron a este proceso, les extiendo mi más sincero agradecimiento. Esta tesis es el reflejo del esfuerzo, la perseverancia y el acompañamiento de personas que dejaron una huella imborrable en este camino.

Br. Cristhian Ariel Palma Cruz

DEDICATORIA

Primeramente, agradezco a Dios, fuente de vida, sabiduría y fortaleza. Sin Su guía y misericordia, este logro no habría sido posible. A Él toda la gloria y el honor.

A mis padres, que han sido mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y dedicación. Gracias por cada sacrificio silencioso, por cada palabra de aliento, por enseñarme que los sueños se construyen con trabajo, humildad y fe. Su apoyo incondicional ha sido el pilar que me sostuvo cuando las fuerzas flaqueaban.

A mi hermano, mi compañero de vida, gracias por estar presente con tu cariño, tus bromas en los días difíciles, y tu confianza en mí incluso cuando yo misma dudaba. Tu presencia ha sido un refugio y un motor para seguir adelante.

A todos mis seres queridos, familia y amigos que me acompañaron de cerca o desde la distancia, gracias por su amor, por sus oraciones, por escucharme, por celebrar mis avances y por recordarme que no estaba solo en este viaje. Cada uno de ustedes ha sido parte fundamental de este logro.

Esta tesis no es solo un trabajo académico. Es el reflejo de todo un proceso lleno de retos, aprendizajes y, sobre todo, de amor. A ustedes, que caminaron conmigo, les entrego con el alma este pequeño gran triunfo.

Br. Luis Ernesto Moncada Córdoba

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecemos a Dios, por habernos dado la vida, la sabiduría, la salud y la fortaleza para continuar y culminar esta importante etapa académica. Su guía ha sido luz en los momentos de dificultad y esperanza constante en los días de incertidumbre.

A nuestras familias, por ser el soporte incondicional a lo largo de este camino. A nuestros padres, a nuestros hermanos, gracias por su amor, paciencia, motivación y confianza. Sin ustedes, este logro no hubiera sido posible.

Extendemos un especial agradecimiento a nuestros tutores, la Ing. María Mercedes Arauz Ramírez y el MSc. Trinidad Germán Reyes Barreda, por su valiosa orientación, compromiso y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Su acompañamiento fue clave para guiarnos con responsabilidad, dedicación y entrega.

De igual manera, reconocemos y agradecemos el apoyo brindado por Ing. Jorge Luis Betanco Gómez, por sus palabras de ánimo, su disposición para ayudarnos y su acompañamiento constante a lo largo de este proceso, así como Ph.D. Oscar Enrique Bustamante Morales por sus consejos, por su apoyo y acompañamiento.

Agradecemos profundamente a nuestra Alma Mater, la Universidad Francisco Luis Espinoza Pineda, por abrirnos las puertas al conocimiento, por ser el espacio donde crecimos no solo como profesionales, sino también como seres humanos comprometidos con el desarrollo agropecuario de nuestro país.

Finalmente, gracias a todas las personas que, de una u otra forma, formaron parte de esta etapa. Este logro no solo es personal, es también fruto del esfuerzo colectivo y del acompañamiento de quienes creyeron en nosotros.

Br. Cristhian Ariel Palma Cruz
Br. Luis Ernesto Moncada Córdoba

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la Finca El Porvenir, Comunidad Ducualí, Palacagüina, Madriz, con el objetivo de evaluar el efecto de distintas dosis de biol sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), variedad INTA Rojo. Se diseñó un estudio experimental de enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo), utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El área experimental fue de 144 m² (12 m x 12 m), donde los tratamientos se asignaron aleatoriamente. Cada bloque tuvo una dimensión de 3 m por 12 m, y en todos los tratamientos se sembraron dos semillas por golpe, con una distancia de 0.20 m entre plantas y 0.50 m entre surcos, resultando en una densidad poblacional de 1440 plantas en el área experimental. Los resultados indicaron que el tratamiento T2, con una dilución de 100 ml de biol por litro de agua, fue el más efectivo para mejorar las características morfológicas del frijol INTA Rojo, especialmente en el número de hojas, ramas y producción de vainas. Este hallazgo coincide con el análisis químico del biol, que mostró un balance adecuado de nutrientes esenciales, excepto por el sodio y boro. El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), y la prueba de separación de medias de Tukey confirmó que T2 presentó el mayor promedio de hojas (27.53), significativamente superior a los demás tratamientos. Asimismo, T2 registró el promedio más alto de ramas por planta (9.59) y la mayor altura promedio (23.19 cm). En cuanto a la producción de granos por vaina, T2 obtuvo el mayor promedio (5.50) granos por vaina. Finalmente, el análisis económico demostró que la producción de biol bovino es viable, especialmente considerando los beneficios agronómicos observados en el cultivo de frijol.

Palabras Claves: Biol de bovino, Cultivo de frijol, Variedad INTA Rojo, Crecimiento, Dosis.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es uno de los cultivos más importantes en Nicaragua, no solo por su relevancia económica, sino también por su papel esencial en la seguridad alimentaria de la población. En particular, la variedad INTA Rojo es ampliamente cultivada debido a su adaptación a las condiciones climáticas locales y su valor nutricional. Sin embargo, el rendimiento del frijol puede verse limitado por diversos factores, entre ellos, la calidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes esenciales.

En este contexto, el uso de biol, un fertilizante orgánico líquido, emergió como una alternativa sostenible para mejorar la fertilidad del suelo y, por ende, el rendimiento de los cultivos. A pesar de sus potenciales beneficios, la aplicación de biol en la agricultura local enfrentó saños significativos, como la falta de conocimiento sobre las dosis adecuadas y su efecto específico en diferentes cultivos.

El problema radicó en la falta de estudios específicos que orienten sobre la aplicación eficiente de biol en el cultivo del frijol, especialmente en la variedad INTA Rojo, bajo las condiciones agroecológicas de Palacagüina, Madriz. Sin una guía clara, los agricultores corrían el riesgo de subutilizar o sobreutilizar el biol, lo que resultaba en un crecimiento subóptimo del cultivo o uso ineficiente de los recursos.

Se resolvió esta problemática, porque se llevó a cabo esta investigación que evaluó de manera sistemática el efecto de tres diferentes dosis de biol en el crecimiento y desarrollo del frijol. De esta manera, se pudieron generar recomendaciones prácticas que contribuirán a mejorar el rendimiento y la sostenibilidad de la producción de frijol en la región.

El estudio buscó orientar a los productores sobre el uso adecuado del biol, evaluando su efecto en el crecimiento del frijol INTA Rojo en la finca El Porvenir. Se identificó la dosis óptima que maximizó el rendimiento, fomentando prácticas agrícolas más sostenibles y productivas en la región.

II. ANTECEDENTES

Estudiantes de la Universidad Nacional Agraria ubicada en Tipitapa-Masaya realizaron un estudio denominado "Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común" con el objetivo de evaluar el efecto del biol en el crecimiento y rendimiento de frijol común, entre las principales conclusiones señalaron que el tratamiento T4 completo 130 kg ha⁻¹ (12 - 30 – 10) presentó diferencia significativa en las variables de crecimiento, altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas por planta en comparación con los demás tratamientos (Aguirre & Gutiérrez, 2017, pág. 7).

En su investigación "Efecto de dos alternativas de fertilizantes orgánicos y químicos en la producción de frijol en el municipio de Jinotepe, Carazo", los autores evaluaron el impacto del uso de fertilizantes orgánicos y químicos en la producción de frijol en la región del Pacífico de Nicaragua. Este estudio destaca la viabilidad y la eficacia de la fertilización orgánica como una opción para mejorar el rendimiento del frijol (Rugama, 2021, pág. 6).

Donde el objetivo fue "Evaluar cómo el biol porcino afecta el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) usando dos variedades, Amadeus 77 y Seda". Se realizaron experimentos en un invernadero con un diseño al azar, analizando biomasa seca, número de granos y vainas por planta, crecimiento radicular y rendimiento. Donde los mejores resultados se lograron con la variedad Amadeus 77 en suelos con la dosis adecuada de biol, alcanzando un rendimiento de 2,656 kg/ha. La aplicación de biol en suelos con bajo contenido de nutrientes mejoró el rendimiento del cultivo, siendo el tipo de suelo un factor clave. (García, 2018, pág. 3)

En el estudio "Fertilización mineral y orgánica en el cultivo intercalado maíz-frijol en un Andosol del Estado de México", se evaluaron los efectos de fertilizantes minerales y los fertilizantes orgánicos en el cultivo de frijol y maíz. Los resultados mostraron que, si bien ambos tratamientos mejoraron el rendimiento del frijol y maíz, el biol orgánico promovió un mayor crecimiento vegetativo en comparación con los fertilizantes químicos (García Tapia, 2015, pág. 2).

III. JUSTIFICACIÓN

La fertilización foliar a base de biol bovino tiene el potencial de mejorar la productividad del frijol INTA rojo al proporcionar nutrientes adicionales, estimular el crecimiento vegetativo, aumentar la producción de flores y vainas, mejorar la calidad del suelo y aumentar la resistencia al estrés. Sin embargo, los efectos específicos pueden variar dependiendo de factores como la composición de los bioles, las condiciones del suelo y el clima, y las prácticas agrícolas utilizadas.

La investigación contribuyó al desarrollo agrícola sostenible del área, mejorando la seguridad alimentaria y brindar ventajas económicas a los productores de frijol INTA rojo. Donde se demostró que la fertilización foliar de biol bovino aumentó la producción de frijoles rojos, los agricultores podrán obtener cosechas más abundantes y rentables. Los bioles, al ser productos naturales y orgánicos, contribuyeron a prácticas agrícolas más sostenibles. Reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos y minimizando el impacto ambiental.

Los bioles resultaron efectivos, los agricultores podrán reducir los gastos en fertilizantes químicos y pesticidas, lo que beneficiará su economía. Cabe señalar que el biol mejora las propiedades del suelo, aumenta la concentración de nutrientes, provee mayor disponibilidad hídrica y puede crear un ambiente idóneo para el desarrollo de las plantas. Debido a sus condiciones de Fito reguladores donde favoreció la actividad fisiológica actuando como estimulante para el desarrollo de las plantas, además en el ambiente mantiene la diversificación de las especies tanto en flora y fauna, no es nocivo a la salud humana, beneficiando de esta forma a los consumidores que podrán disponer de un alimento sin concentraciones de residuos químicos.

El estudio permitió obtener información de gran relevancia para el sector agrícola de la zona, de igual manera para las instituciones que están inmersas en los sistemas de producción agraria, así como para población en general, no se debe olvidar que el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las principales fuentes de alimentación de todos los nicaragüenses.

IV. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, los productores de frijol variedad INTA Rojo en la Finca El Porvenir y sus alrededores, Palacagüina, Madriz, enfrentan limitaciones para optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo debido a la falta de información precisa sobre el uso adecuado de biol como fertilizante orgánico. Aunque el biol es reconocido por sus beneficios en la nutrición vegetal y mejora de las características morfológicas de los cultivos, no se conoce con exactitud cuál es la dosis óptima que maximice su efecto en el frijol INTA Rojo en esta zona específica. Esta incertidumbre limita la adopción eficiente de biol, afectando potencialmente el rendimiento y la productividad del cultivo, así como la rentabilidad para los agricultores.

Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar científicamente el efecto de diferentes dosis de biol sobre el crecimiento y desarrollo del frijol INTA Rojo en la Finca El Porvenir, con el fin de determinar la dosis más efectiva que permita mejorar las características agronómicas del cultivo y contribuir a una producción más sostenible y rentable

V. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dosis de biol sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), variedad INTA Rojo, finca El Porvenir, Palacagüina, Madriz, 2024

5.2. Objetivos específicos

Identificar las propiedades físicas y químicas del biol foliar bovino aplicado a las plantas de frijol INTA rojo

Determinar el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo del frijol INTA rojo sometidas a la fertilización del biol foliar bovino

Estimar el análisis de costo del biol aplicado al cultivo del frijol de la variedad INTA rojo

VI. LIMITACIONES

La variabilidad genética de la semilla del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), la temperatura, la humedad, la cantidad de precipitación de agua en la zona durante los meses de octubre a diciembre y el constante cambio climático pueden hacer que los resultados sean imprescindibles.

Las propiedades del suelo son otro factor a tomar en cuenta como: la textura, el pH y nutrientes disponibles en el suelo son determinantes que pueden influir en la actividad de los microorganismos beneficiosos.

La contaminación del suelo o del agua puede inhibir la actividad de los microorganismos que están presentes en los biofertilizantes y otros microorganismos en el suelo que compiten por los mismos recursos, lo que puede hacer que los biofertilizantes sean menos efectivos.

Los agricultores pueden rechazar los biofertilizantes porque requieren más tiempo para que se vean resultados en comparación con los fertilizantes químicos. Esto puede ser un gran obstáculo para la incorporación de los biofertilizantes en la agricultura.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Origen del frijol

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en sus diversas variedades, ha sido una fuente crucial de proteínas y nutrientes para muchas civilizaciones a lo largo de la historia. Los investigadores creen que la domesticación de este cultivo comenzó hace unos 7,000 a 8,000 años.

Existen evidencias arqueológicas que sugieren que el proceso de domesticación del frijol tuvo lugar en dos principales centros de origen: Mesoamérica y los Andes. Mesoamérica, que abarca partes de México y América Central, es la cuna de variedades como el frijol negro y el frijol pinto. (Blog Agricultura, 2023)

7.2. Descripción taxonómica del frijol

Donde (Vibrans, 2009) describe la taxonomía del frijol de la siguiente manera.

Tabla 1. Descripción Taxonómica del frijol

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	Phaseolus L.
Especie	Vulgaris L

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) pertenece a la familia Fabaceae, destacándose como una leguminosa de gran importancia alimentaria y agrícola a nivel mundial. Su clasificación taxonómica lo ubica dentro del reino Plantae, clase Magnoliopsida y orden Fabales. Es ampliamente valorado por su contenido proteico, su capacidad de fijar nitrógeno y su rol esencial en la seguridad alimentaria de diversas regiones.

“*Phaseolus vulgaris* L. es la especie de frijol más cultivada en el mundo y forma parte esencial de la dieta humana en muchas regiones, especialmente en América Latina y África” (Singh, 2001)

7.3. Especies de frijol más utilizadas en Nicaragua

7.3.1. Las variedades criollas del frijol

Son aquellas que han sido cultivadas y seleccionadas por agricultores locales durante generaciones, adaptándose a las condiciones climáticas, edafológicas y culturales específicas de una región. Estas variedades han evolucionado a través de un proceso de selección natural y manejo tradicional, lo que les ha permitido desarrollar características que las hacen especialmente valiosas para la agricultura local (González & Pérez, 2020).

Características de las variedades criollas de frijol:

Adaptabilidad: Las variedades criollas están bien adaptadas a las condiciones locales, como la disponibilidad de agua, la temperatura, el tipo de suelo y las prácticas agrícolas tradicionales. Esto las hace más resistentes a las condiciones adversas, como la sequía o las plagas locales (Martínez, 2019).

Diversidad genética: Estas variedades presentan una gran diversidad genética, lo que contribuye a la resiliencia del cultivo frente a enfermedades, plagas y cambios en las condiciones ambientales. Esta diversidad también es fundamental para la conservación de la biodiversidad agrícola (López, 2018).

Sabor y valor nutritivo: Las variedades criollas a menudo son apreciadas por su sabor único y su alto valor nutritivo, lo que las hace preferidas en la alimentación tradicional y en mercados locales. Su contenido en proteínas, fibras y micronutrientes es un aspecto relevante para la seguridad alimentaria (González & Pérez, 2020).

Producción sostenible: Los agricultores que cultivan variedades criollas suelen utilizar prácticas agrícolas sostenibles, como la rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos. Esto contribuye a la conservación del suelo y a la reducción de la dependencia de insumos externos, como fertilizantes químicos y pesticidas (Martínez, 2019).

7.3.2. Variedades del frijol en Nicaragua

INTA Rojo: Esta es una de las variedades más populares y ampliamente cultivadas en Nicaragua, especialmente en las regiones secas. Es conocida por su alto rendimiento y su resistencia a diversas enfermedades. Su grano rojo brillante es muy apreciado en el mercado nacional (Pérez & López, 2018).

INTA Rojo Jinotega: Una adaptación de la variedad INTA Rojo, específicamente desarrollada para las condiciones de la región de Jinotega. Esta variedad ha demostrado un excelente rendimiento en zonas montañosas y es resistente a enfermedades foliares (González & Martínez, 2019).

INTA Sequía: Diseñada para soportar condiciones de escasez de agua, esta variedad es altamente resistente a la sequía y se ha convertido en una opción vital para los agricultores en zonas áridas. Su capacidad de crecer en condiciones adversas sin comprometer el rendimiento es una de sus mayores fortalezas (Castillo & Rivera, 2020).

INTA Fuerte: Esta variedad es conocida por su robustez y resistencia a plagas comunes del frijol, como la mosca blanca. Además, presenta un grano de alta calidad, lo que la hace competitiva en los mercados nacionales e internacionales (Vargas & Morales, 2017).

INTA Vaina Blanca: Esta variedad se distingue por sus vainas blancas y su grano de color claro, lo que le confiere un alto valor en el mercado. Es especialmente apreciada en la región norte del país y es resistente a enfermedades que afectan las vainas y el follaje (Rivas & Torres, 2018).

INTA Norte: Desarrollada para las condiciones específicas de la región norte de Nicaragua, esta variedad se caracteriza por su adaptabilidad a suelos menos fértiles y su resistencia a las bajas temperaturas. Es una opción confiable para los agricultores en altitudes elevadas (Mendoza & Espinoza, 2016).

La variedad del frijol INTA rojo es aceptable por los agricultores debido a sus características agronómicas y calidad sensorial, así como por los consumidores. Se trata de un individuo originario de la zona y posee una capacidad resistente a una temperatura elevada y resistente a las principales plagas. Tiene una gran aceptación en el mercado regional como grano comercial y como semilla (INTA, 2017).

7.4. Fenología del frijol

Según el artículo (AgronoBlog, 2023) detalla cada etapa fenológica del frijol, proporcionando información técnica relevante para los agricultores.

7.4.1. Etapa 1: Germinación y Emergencia

Germinación: Comienza con la absorción de agua por la semilla. Es fundamental mantener una humedad adecuada en el suelo para facilitar este proceso. Evitar la saturación del agua para prevenir la pudrición de las semillas.

Emergencia: Las plántulas emergen del suelo aproximadamente de 8 a 10 días después de la siembra. Durante esta etapa, es crucial proteger las plántulas de plagas y enfermedades. Una inspección regular y la aplicación de fungicidas pueden ser necesarias. (AgronoBlog, 2023)

7.4.2. Etapa 2: Crecimiento Vegetativo

Desarrollo de Hojas: Las primeras hojas verdaderas se desarrollan después de la emergencia. En esta fase, es esencial garantizar una nutrición equilibrada del suelo, especialmente en nitrógeno, fósforo y potasio.

Desarrollo de Tallos y Raíces: Un riego adecuado y el manejo del suelo son clave para el desarrollo saludable de tallos y raíces. Evitar el encharcamiento para prevenir enfermedades de raíz. (AgronoBlog, 2023)

7.4.3. Etapa 3: Floración y Fructificación

Floración: Esta etapa marca el inicio de la formación de las vainas. La polinización es crucial; las condiciones climáticas favorables y la presencia de polinizadores son importantes. La aplicación de micronutrientes puede mejorar la floración.

Fructificación: Después de la floración, se desarrollan las vainas y los granos. Monitorear las plagas y enfermedades es vital. El equilibrio de nutrientes es esencial para el desarrollo óptimo del fruto. (AgronoBlog, 2023)

7.4.4. Etapa 4: Maduración y Cosecha

Maduración: Los granos alcanzan su tamaño completo y comienzan a secarse. Reducir el riego para permitir que los granos maduren correctamente.

Cosecha: Realizar la cosecha cuando los granos están secos. Una cosecha oportuna previene la pérdida de calidad y reduce el riesgo de enfermedades. (AgronoBlog, 2023)

7.5. Cultivos de frijol en Nicaragua

En el territorio nicaragüense en los últimos años se ha demostrado un crecimiento de frijol rojo respectivamente, contribuyendo en las exportaciones internacionales y supliendo las necesidades del sector agrícola. (CENIDA, 2023)

Este producto está en manos de más de 140.000 pequeños productores que lo cultivan a nivel nacional, y a través de la integración de nuevas tecnologías y programas y estrategias que promueven el cultivo eficiente y el manejo del valor, se acompaña la producción, el consumo y el consumo nacional. por un sistema de comercio. Aumentan la producción nacional, mejoran la rentabilidad de los cultivos y motivan las exportaciones. (CENIDA, 2023)

7.6. Manejo agronómico

El manejo agronómico del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es fundamental para maximizar su producción y calidad; cuando la variedad recibe el manejo agronómico adecuado que le permita manifestar su potencial productivo, su potencial de rendimiento se evidencia. El rendimiento final es el resultado de la combinación de factores genéticos y ambientales que influyen en la manifestación de su potencial productivo. (MINEP, 2005)

7.6.1. Selección de semilla

Para asegurar una germinación adecuada y una cosecha de alta calidad, se utilizó semilla certificada. Para ajustar la población deseada, es recomendable llevar a cabo una prueba de germinación antes de la siembra.

7.6.2. Selección del lugar de cultivo

Es esencial elegir un lugar adecuado que brinde las condiciones ideales para el cultivo del frijol. Se prefieren suelos con un pH ligeramente ácido, bien drenados y con una gran cantidad de materia orgánica. La exposición a la luz solar y la disponibilidad de agua también deben considerarse.

7.6.3. Labranza y nivelación del suelo

Se realizó la preparación del suelo de manera cultural antes de la siembra. Esto mejoro la estructura del suelo, facilito la germinación de las semillas y ayuda a eliminar malezas.

7.6.4. Siembra

La siembra se realizó en la temporada de lluvias (Postrera). Las semillas se sembraron a una profundidad de 3-5 cm, 20 cm entre planta y con una distancia entre surcos de 50 cm.

7.6.5. Fertilización

Para brindar los nutrientes necesarios para un crecimiento ideal del cultivo, la biofertilización fue crucial. Aplicando el biol de manera foliar con una aplicación de tres ocasiones en el cultivo.

7.6.6. Control de plagas, enfermedades y malezas

Para evitar la pérdida del rendimiento del cultivo, fue esencial el manejo combinado de plagas, enfermedades y malezas. Siempre se priorizó el uso seguro y sostenible de controles culturales.

Para evitar pérdidas por pudrición en el campo, la cosecha se llevó a cabo cuando las vainas estaban maduras, pero aún verdes. Se recolectaron manualmente las vainas y se dejaron secar al sol durante cuatro días. (MINEP, 2005)

7.7. Elaboración del biol orgánico como fertilizante foliar

El biol es el producto de la fermentación del estiércol bovino y el agua mediante la descomposición y transformación química de los residuos orgánicos en un ambiente anaeróbico. Como fertilizante, el material liberado por el biorreactor ya no atrae ni huele a los insectos que solía atraer en el suelo. Además, fue una fuente de sustancias reguladoras de las plantas que fomentó el desarrollo óptimo de las plantas y mejoro el rendimiento de los cultivos. (Info Agronomo, 2020)

Todos los materiales que se utilizaron para hacer el biol fueron productos locales que se encuentran de manera local:

Estiércol de vaca fresco 20 kilos

Melaza 1 kilos

Leche 1 litros

Hojas picadas de leguminosas hojas del árbol de carbón (*Acacia pennatula*) 2.5 kilos

ceniza 1 kilos

Agua 70 litros

7.7.1. Preparación

Este se obtiene realizándolo en un biodigestor, donde se hizo la mezcla en un barril de plástico de 200 litros y se utilizaron 3 recipientes de 30 lt para la fermentación de este.

1. Se vació 20 kilos de estiércol de vaca en el barril.
2. Se diluyo la melaza con un poco de agua en un balde hasta que se vuelva líquido bien diluido.
3. Se mezclo la melaza diluida con la ceniza y se agregó el 1lt de leche posterior se vació al barril que contiene el estiércol.

4. Se agrego hojas picadas de plantas leguminosas como hojas del árbol de carbón (*Acacia pennatula*).
5. Se agrego al barril 70 litros de agua y se mezcló agitadamente con un palo durante unos 15 minutos hasta que se mezclara bien.
6. Por último, toda esta mezcla se pasó a los recipientes de 30 lt donde se dejó un espacio de 10 cm por debajo del tapón para no obstruir la salida de gas y el pequeño grifo (VCDI, UNODC, 2018)

7.8. Uso del biol en los cultivos de frijol

La composición de biol es un fertilizante orgánico líquido que procede de la fermentación anaeróbica en un biodigestor utilizando excreta de animales bovinos, contiene nutrientes que son asimilados con facilidad por las plantas, lo cual contribuye a la asimilación fácil de las plantas.

En diversas ocasiones son comparados con fertilizantes sintéticos, debido a que actualmente se considera otra opción de fertilización. Existen estudios realizados por universidades nicaragüenses en los que se utilizan variables en función del plantel en el que se desarrollan los cultivos de frijol. Estas variables incluyen el número de hojas, ramas, vainas por planta, granos por vaina y el rendimiento en uno de estos estudios. (Adner Lopez, 2018).

7.8.1. Importancia

Estimuló el desarrollo de las plantas, permitió mejorar el desarrollo de las raíces, hojas, flores, frutos y donde las plantas pudieron absorberlas rápidamente.

El biol es un producto que tiene mucho humus y pocos patógenos. Tuvo un buen desarrollo biológico, desarrollo de fermentos nitrosos y nítricos, microflora, hongos y levaduras que fueron un excelente complemento a suelos improductivos o desgastados. (Info Agronomo, 2020)

Contiene una gran cantidad de materia orgánica, en el caso del biol de bovino podemos obtener hasta 40.48% de materia orgánica, y en el de porcino 22.87%.

El residuo añadido de este mismo al suelo contiene materia orgánica que es fundamental en la génesis y evolución de los suelos, es una reserva de nitrógeno y brinda apoyo a su estructuración, particularmente la de textura fina. La composición y calidad de esta composición orgánica influyó en los procesos físicos, químicos y biológicos del sistema, convirtiéndose en un factor fundamental de la fertilidad de estos.

La combinación de estas consecuencias tuvo un impacto en los rendimientos de los cultivos un poco más alto de lo normal. La capacidad de producción de biol fue superior al estiércol fresco y al estiércol compostado debido a que el nitrógeno se transformó en amonio (NH_4), lo cual se transforma en nitratos. (Info Agronomo, 2020)

VIII. HIPÓTESIS

La aplicación de biol en una dosis de 100 ml/L (Tratamiento T2) resultará en un crecimiento y desarrollo significativamente superior en las plantas de frijol INTA Rojo, respecto a las dosis de 200 ml/L (T3) y 300 ml/L (T4), debido a una mejor asimilación de nutrientes y menor riesgo de estrés fisiológico por exceso de compuestos orgánicos.

IX. DISEÑO METODOLÓGICO

9.1. Ubicación geografía

Este estudio se realizó en el municipio de Palacagüina en la finca El Porvenir a 13.425840 N norte y 86.387642 W longitud oeste y la cual se encuentra alrededor de los 700 m s. n. m, en los meses de octubre a diciembre. Con una temperatura que va de 19. C a 33 C durante el año respectivamente y las precipitaciones anuales oscilan entre los 800 mm 2500 mm de lluvia (INETER, 2017) Ver anexo 1.

9.2. Enfoque, alcance de la investigacion experimental

El tipo de investigacion fue experimental, con enfoque mixto es decir cuenta con variables cuantitativas y cualitativas y su alcance fue descriptivo de corte transversal.

Se obtuvo como fin recopilar las características de la interaccion en el cultivo de frijol al aplicar un fertilizante orgánico folear como el biol bovino, teniendo en cuenta el proceso de crecimiento durante el periodo de octubre a diciembre, en donde se resaltó la selección de la semilla, el tipo de suelo, el crecimiento de las vainas entre otras características que se especifican en las variables.

9.3. Descripcion de unidad de analisis experimental

Se evaluaron tres tratamientos y uno como testigo donde el bloque tendrá una distancia de tres por doce metros, el tratamiento dos fue una aplicación de 100 ml de biol/1 lt de agua a una distancia de tres por 12 metros, en el tercer tratamiento fue una aplicación de 200 ml de biol/1 lt de agua a una distancia de 3 por 12 metros, en el tercer tratamiento con una aplicación de 300 ml de biol/1 lt de agua a una distancia de tres por doce metros en todos los tratamientos se utilizó dos semillas por golpe, con una distancia de 0.20 metros entre planta y 0.50 m para una densidad poblacional de 1440 plantas.

Tabla 2. Tratamientos

Tratamiento	Descripción de la dosis (ml)	Observaciones
T1	Absoluto o blanco (Sin aplicación)	
T2	Dosis 1/10 = 100 ml de biol/ 1 litro agua	Se aplicó a los 15 dds, 30 dds, y 45 dds.
T3	Dosis 1/20 = 200 ml biol/ 1litro de agua	Se aplicó a los 15 dds, 30 dds, y 45 dds.
T4	Dosis 1/30 = 300 ml biol/1 litro agua	Se aplicó a los 15 dds, 30 dds, y 45 dds.

9.4. Definición de variables con su operacionalización

Tabla 3. Matriz de operacionalización de variables

Objetivo específico	Variabl e	Definición conceptual	Sub variables	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Fuente de información
Identificar las propiedades físicas y químicas del biol foliar bovino aplicado a las plantas de frijol INTA rojo.	Propiedades físicas	Características físicas: Estas se pueden evaluar sin afectar la estructura atómica, tales como el color, el olor y la densidad.	Densidad aparente	g/cm ³	Análisis de laboratorio Análisis de laboratorio	Biol foliar bovino Biol foliar bovino
	Propiedades químicas		pH	1 – 14		
		Características químicas: Se trata de comportamientos de una sustancia en reacción con otras sustancias y conducen a la disminución de su composición.	Composición química	(%)		
Determinar el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo del frijol INTA rojo sometidas	Crecimiento	Desde que germina la semilla, a medida que pasa el tiempo, la planta va creciendo. Sus células se dividen y multiplican; el efecto, por supuesto, es que la planta aumenta en tamaño	Altura de la planta. Grosor del tallo	cm mm	Hoja de campo	Planta
	Desarrollo		Rendimiento	Kg/ha	Hoja de campo	

Objetivo específico	Variabl e	Definición conceptual	Sub variables	Indicadores	Técnicas de recolección de información	Fuente de información
a la fertilización del biol foliar bovino.		y peso. Sin embargo, el crecimiento no es uniforme en toda la planta. Tienen la particularidad de liberar nutrimentos en forma gradual, lo cual garantiza un cierto suministro de nutrimentos para el cultivo.				Producción de grano
Estimar el análisis de costo del biol aplicado al cultivo del frijol de la variedad INTA rojo.	Costo	El costo corresponde al valor del consumo de recursos en que se incurre para generar un servicio, el cual puede ser económico o financiero.	Costo de producción	Precio de cada Litro	Estructura de costos	Recursos invertidos

9.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El área experimental fue de 144 m² (12m * 12m) los tratamientos se colocaron al azar. Ver anexo 2 plano de campo.

Modelo matemático del bloque Completamente a Azar (BCA):

$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$	Y_{ij}	Observación en el tratamiento i, repetición j
	μ	Media poblacional
	β_j	Efecto del j-ésimo bloque
	τ_i	Efecto del i-ésimo tratamiento
	ε_{ij}	Error experimental

9.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

El objeto de esta investigación fue descriptivo, se requirió de un estudio experimental. Se llenó hojas de campo con el fin de obtener información una vez por semana y variante respecto al cultivo, su crecimiento y desarrollo desde la primera aplicación del biol foliar bovino.

Para lograr la correcta recolección de datos en esta investigación se aplicó como instrumentos la hoja de campo con el fin de obtener datos que una vez recopilados se compararon, expresaron y se analizaron desde el punto de vista técnico y con ayuda de profesionales del campo de estudio, los datos obtenidos se pasaron al programa de Excel para el ordenamiento de datos y para procesamiento Infostat, realizando las pruebas de normalidad, análisis de varianza y diferencias de medias la prueba Tukey.

Para la realización de este estudio, se aplicó una estructura de costos que permitió determinar los gastos asociados a cada tratamiento con biol. Esta estructura incluyó insumos, mano de obra y otros recursos utilizados durante el ciclo del cultivo, facilitando el análisis económico y la comparación de la rentabilidad entre las distintas dosis aplicadas.

9.7. Preparación y obtención de la materia prima para la elaboración del biol

Para la elaboración del biol utilizado en esta investigación, se recurrió a materiales de origen agropecuario disponibles localmente. La preparación del biol se realizó en la Finca El Porvenir, ubicada en la comunidad de Palacagüina, Madriz, durante el año 2024.

Las materias primas empleadas fueron:

- Estiércol fresco de vaca (como fuente principal de microorganismos y nutrientes),
- Agua no clorada (preferentemente de lluvia o de pozo),
- Melaza (como fuente de energía para los microorganismos),
- Leche (para favorecer la fermentación),
- Ceniza (aporte de potasio),
- Restos de leguminosas (fuente adicional de nutrientes y materia orgánica).

La mezcla se realizó en un recipiente (barril plástico de 200 litros), se añadieron aproximadamente 20 kg de estiércol, 1 litro de melaza, 1 litro de leche, 1 kg de ceniza y 2.5 kg de leguminosas (*Acacia pennatula*). Una vez mezclados los ingredientes, se trasladaron a tres recipientes de 30 litros cada uno donde se selló y se permitió la fermentación durante 30 días.

9.8. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La validez de los instrumentos da lugar a la credibilidad y confiabilidad de los mismos para su aplicación y desarrollo efectivo de la investigación, por lo que se recurre al juicio de expertos que den fe de que los instrumentos están bien elaborados y aptos para su aplicación.

9.9. Procedimientos para el análisis de datos

En este estudio se usó Excel para plasmar cada dato, para la presentación de estos datos se utilizaron las gráficas de barras que se realizaron con la ayuda de Excel, con el fin de dar a conocer las características de cada elemento recopilado en la investigación, tomando en cuenta las variables del estudio.

Esta información se procesó con la herramienta de Excel para el análisis de la información de carácter cualitativo y cuantitativo de esta investigación desde el punto de vista estadístico, técnico y agronómico con parámetros categóricos, y no paramétricos.

Los datos recolectados se evaluaron estadísticamente a través del análisis de varianza (ANOVA) con el fin de determinar las diferencias significativas entre los tratamientos.

9.10. Consideraciones éticas

La agricultura es un principio fundamental que trata con la vida, es decir, con seres vivos y su medio de producción es el suelo viviente. Se debe tener en cuenta que el agricultor que abona sus tierras con productos químicos no tiene en mente dañar o contaminar el suelo y las aguas de los ríos cercanos.

Se debe ser consciente del daño o mitigación que se puede provocar a largo plazo al medio ambiente y complementar con actividades que reduzcan estos daños. La mayoría de los agricultores se les recomienda utilizar abonos de producto orgánicos en el caso de residuos de los mismos animales, que pueden ser obtenido de la finca en donde se realiza el cultivo.

El compromiso del agricultor no es solo en el producto final obtenido, sino también en los clientes, ya que el cultivo que utilizó como un producto orgánico más saludable y natural, por otro lado, se protege el suelo, el medio ambiente y de esta manera se obtuvo grandes resultados agrícolas y ecológicos.

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este estudio está enfocado en evaluar el efecto de diferentes dosis de biol sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad INTA Rojo, en la Finca El Porvenir, Madriz, durante los meses de octubre a diciembre del año 2024. Para desarrollar esta investigación se llevó a cabo una investigación experimental, con enfoque mixto es decir cuenta con variables cuantitativas y cualitativas y su alcance fue descriptivo, donde se establecieron las semillas de frijol bajo un diseño de BCA que permitió evaluar el impacto de las distintas dosis del biol.

10.1. Análisis de las propiedades físicas y químicas del biol foliar bovino

Los resultados muestran que el tratamiento T2, con una dilución de 100 ml de biol por litro de agua, fue el más efectivo en mejorar las características morfológicas del frijol INTA Rojo, especialmente en el número de hojas, ramas y producción de vainas. Esto se alinea con el análisis químico del biol, que mostró un balance adecuado de nutrientes esenciales, con excepción del sodio y el boro.

La mejor respuesta en T2 se puede atribuir a una concentración óptima de nutrientes, sin alcanzar niveles que puedan causar estrés por salinidad (como podría ocurrir con T4).

Aumentar la concentración a 200 ml o 300 ml por litro (T3 y T4) no mejoró el rendimiento y podría incluso haber tenido un efecto limitante, posiblemente por la acumulación de sales (sodio elevado) o efectos osmóticos en la hoja.

En una investigación similar (Cevallos, 2023), nos comparte que dosis moderadas de bioles foliares han mostrado mayor eficiencia que dosis altas, ya que estas últimas pueden interferir con el intercambio gaseoso o quemar tejidos, especialmente cuando los valores de sodio o pH no están bien ajustados.

Tabla 4. Análisis físico y químico del biol bovino

Prueba	Resultado	Referencia	Interpretación
pH	5.5 unid	4.5 – 7.5	Adecuado. pH ligeramente ácido, dentro del rango ideal para la mayoría de cultivos.
Densidad	1.101 g/cm ³	1.001 – 1.120	Aceptable. Buena concentración de solutos.
Humedad	22 %	Criterio propio	Moderada. Aceptable según diseño del producto.
Carga calórica	175.5 Kcal/dL	150.0 – 250.0	Adecuada. Energéticamente aceptable para microorganismos.
Conductividad eléctrica	3.5 dS/m	2.0 – 10.0	Buena. Indica buena cantidad de sales solubles.
Índice de cenizas	3.5 %	1.0 – 8.0	Normal. Buena cantidad de minerales.
Prueba	Resultado	Referencia	Interpretación
Nitrógeno total	1.25 %	0.50 – 2.85	Adecuado. Suficiente para estimular crecimiento vegetativo.
Fósforo (P ₂ O ₅)	1.1 %	0.1 – 1.0	Ligeramente alto. Positivo para el desarrollo radicular.
Potasio (K ₂ O)	3.1 %	0.5 – 3.5	Muy bueno. Buen aporte para floración y fructificación.
Magnesio (MgO)	360.0 mg/L	100.0 – 800.0	Adecuado. Elemento esencial para la fotosíntesis.
Calcio	10.4 mg/mL	8.5 – 12.0	Adecuado. Favorece el desarrollo estructural.
Hierro	3.5 mg/L	1.0 – 20.0	Normal. Vital para la producción de clorofila.
Zinc	2.6 mg/L	0.5 – 5.0	Adecuado. Participa en síntesis de proteínas.
Sodio	10.4 mg/mL	< 5.5	Alto. Puede ser fitotóxico si no se diluye adecuadamente.

Prueba	Resultado	Referencia	Interpretación
Boro	0.2 mg/L	0.5 – 5.0	Deficiente. Puede limitar la floración y formación de frutos.

Fuente: American University LA-AU, Managua.

10.2. Variables de crecimiento

10.2.1. Número de hojas

La figura 1 muestra el resultado de los efectos de tratamiento sobre el número de hojas. Según el análisis de varianza existen diferencias significativas en los tratamientos ($<0,0001$); por lo tanto, el análisis de comparación por tukey muestra que el tratamiento T2 (100 ml de biol por litro de agua) presentó el mayor promedio de hojas (27,53), siendo significativamente superior a los otros tratamientos ($<0,0001$). Las medias de T1 (21,50), T3 (22,78) y T4 (20,41) no mostraron diferencias significativas entre sí ($<0,0001$) indicando que la dosis de 100 ml por litro de agua es la más efectiva para promover el desarrollo foliar en el cultivo de frijol.

Estos resultados son relevantes porque evidencian que el biol bovino tiene un impacto positivo en el crecimiento de las plantas de frijol, particularmente en su desarrollo foliar. Aunque las dosis más altas de biol (200 ml y 300 ml por litro de agua) no presentaron mejoras significativas respecto al testigo (T1), el tratamiento con la dosis más baja (100 ml por litro de agua) superó en forma notable a todos los demás, lo que indica que dosis menores pueden ser más eficientes en cuanto a la estimulación del crecimiento foliar.

La mejora observada con T2 coincide con estudios previos que han demostrado los efectos beneficiosos del biol en el rendimiento de diversos cultivos. Según (Aguirre & Gutierrez, 2018), el biol puede mejorar el desarrollo vegetativo y la fotosíntesis en plantas, lo que a su vez incrementa la biomasa y el número de hojas.

El hecho de que las dosis más altas (T3 y T4) no hayan generado un aumento significativo en el número de hojas es interesante, ya que sugiere que, en ciertos cultivos como el frijol,

las dosis más altas de biol no siempre se traducen en un mayor crecimiento foliar. Este fenómeno es respaldado por (Santin, 2017), quien observó que dosis excesivas de biol pueden no tener efectos adicionales sobre el crecimiento de las plantas, y en algunos casos, pueden generar respuestas limitadas.

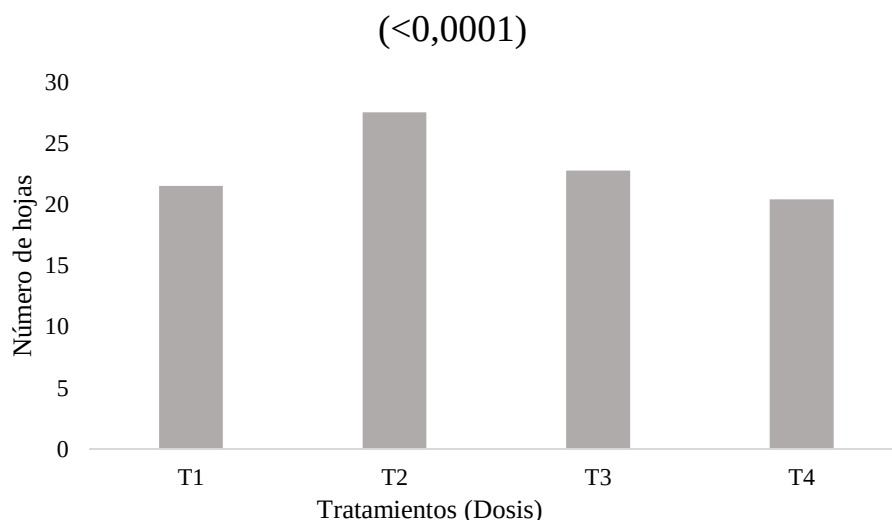


Figura 1. Promedio de número de hojas

10.2.2. Número de ramas

El análisis estadístico mediante la prueba de varianza (<0,0001) mostró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados en cuanto al número de ramas por planta en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Donde el análisis de comparacione de Tukey la dosis de 100 ml de biol por litro de agua (T2) presentó el valor más alto, con un promedio de 9,59 ramas por planta, lo que indica un efecto positivo del biol en esta variable morfológica. Este tratamiento fue estadísticamente superior al testigo (T1) y a las dosis más altas (T3 y T4).

Estos resultados sugieren que una dosis moderada de biol favorece el desarrollo vegetativo, posiblemente por la disponibilidad equilibrada de nutrientes y microorganismos beneficiosos presentes en el biol, que estimulan la actividad fisiológica de la planta (Jesús & Eduardo, 2024). Por el contrario, dosis más altas (T3 y T4) no generaron mejoras adicionales e incluso mostraron una ligera disminución en el número de ramas, lo que puede atribuirse a un exceso

de nutrientes o desequilibrios fisiológicos causados por sobre fertilización (Aguirre & Gutiérrez, 2017)

Estudios similares respaldan estos hallazgos. (Baldeon, Julia, Llacta, & Miguel, 2023) indicaron que la aplicación de biol en dosis moderadas optimiza el crecimiento en frijol, especialmente en la formación de ramas y hojas.

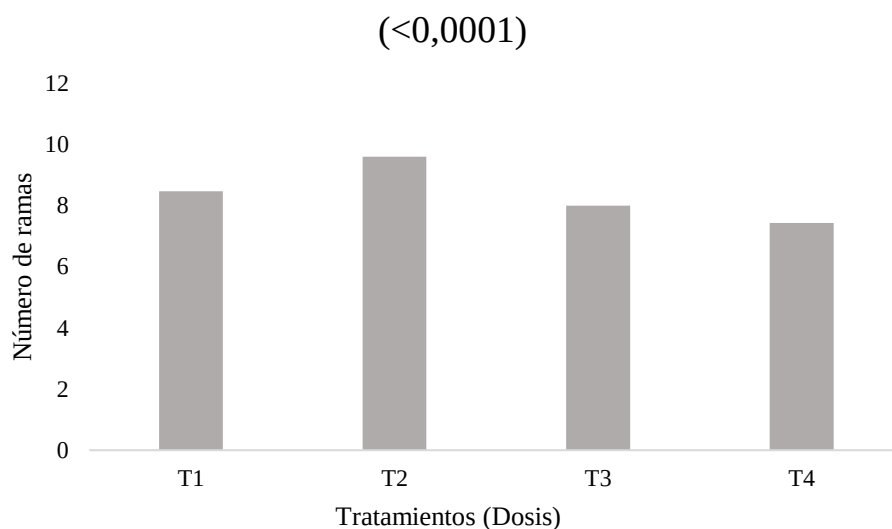


Figura 2. Promedio de número de ramas

10.2.3. Altura de planta (cm)

Se evaluó la influencia de diferentes concentraciones de biol bovino sobre la altura de planta en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Según los resultados obtenidos y analizados mediante la prueba de varianza ($<0,0001$), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Pero mediante el análisis de comparación de Tukey el tratamiento con 100 ml de biol por litro de agua (T2) presentó la mayor media de altura con 23,19 cm, seguido por T4 (300 ml/L) con 21,84 cm, T3 (200 ml/L) con 21,59 cm y el testigo T1 (sin biol) con 21,34 cm. Aunque el tratamiento T2 mostró una tendencia numérica a superar a los demás, la diferencia no fue estadísticamente significativa, lo cual sugiere que, en este caso, el biol bovino no influyó de manera contundente en la altura del frijol en comparación con el testigo.

Este comportamiento puede explicarse porque la altura de planta es una variable influenciada por múltiples factores, incluyendo condiciones edafoclimáticas, densidad de siembra y genética del cultivar, además del tipo y concentración del fertilizante aplicado (Aguirre & Gutiérrez, 2017)

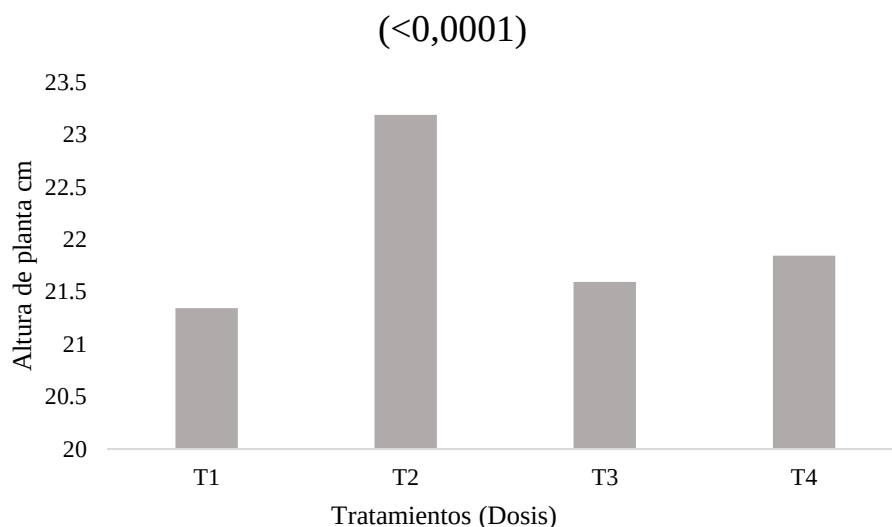


Figura 3. Altura de planta en centímetros

10.2.4. Diámetro de tallo (mm)

Se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de biol bovino sobre el diámetro del tallo en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). El análisis estadístico mediante la prueba de Varianza ($<0,0001$) indicó que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Los valores promedios obtenidos fueron: T4 (300 ml/L) con 2,04 mm, T1 (testigo) con 2,00 mm, T2 (100 ml/L) con 1,98 mm y T3 (200 ml/L) también con 1,98 mm. Aunque T4 mostró un valor levemente superior, las diferencias no fueron estadísticamente significativas, por lo que no se puede atribuir un efecto claro del biol bovino sobre esta variable.

Estos resultados podrían explicarse por el hecho de que el diámetro del tallo es una característica estructural menos sensible a cambios en el manejo nutricional a corto plazo, especialmente si el cultivo no enfrenta condiciones de estrés. Según (Aguirre & Gutiérrez, 2017), las variables como la altura o el número de ramas tienden a responder con mayor

rapidez a biofertilizantes, mientras que otras, como el diámetro del tallo, pueden requerir un mayor tiempo o condiciones particulares para manifestar cambios significativos.

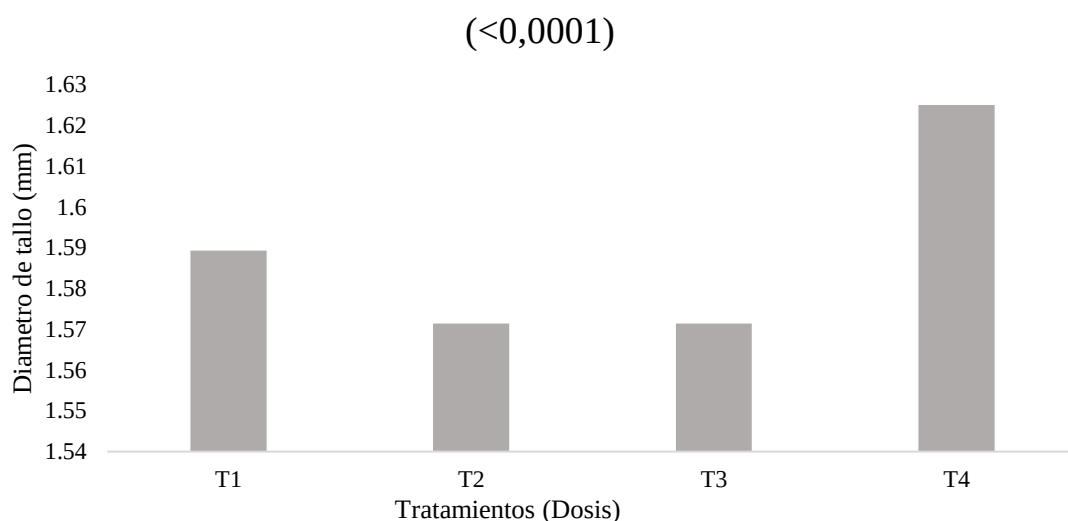


Figura 4. Promedio del diámetro de tallo en milímetro

10.2.5. Número de vainas

Según el análisis estadístico mediante la prueba de Varianza (0,0003), y el análisis de comparación de Tukey el tratamiento T2 (100 ml/L) obtuvo el mayor promedio de vainas por planta con 12,00, seguido por T3 (200 ml/L) con 9,50, T1 (testigo sin biol) con 9,00 y T4 (300 ml/L) con 8,50. Aunque el tratamiento T2 mostró una mayor respuesta en términos de rendimiento reproductivo, la alta variabilidad y el tamaño reducido de la muestra limitaron la significancia estadística.

Este comportamiento concuerda con estudios previos, donde se ha evidenciado que dosis moderadas de biol pueden mejorar la floración y formación de vainas al aportar nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, además de compuestos bioactivos que estimulan la división celular y la síntesis de fitohormonas (Aleman & Calero, 2022)

En este estudio, la dosis de 100 ml/L (T2) mostró ser la más efectiva, aunque se recomienda ampliar el número de repeticiones en futuros ensayos para confirmar esta tendencia.

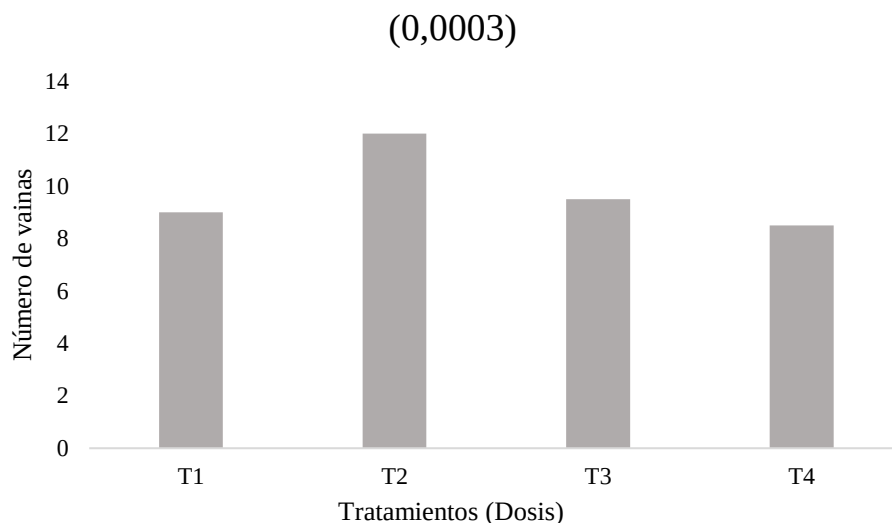


Figura 5. Promedio de numero de vainas

10.2.6. Número de granos por vaina

En este ensayo se evaluó la influencia de diferentes concentraciones de biol bovino sobre el número de granos por vaina en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Según el análisis estadístico mediante la prueba de varianza (0,0677). Y el análisis de comparación de Tukey el tratamiento T2 (100 ml/L de biol) obtuvo el mayor promedio con 5,50 granos por vaina, seguido por T3 (200 ml/L) con 4,50, mientras que T1 (testigo sin biol) y T4 (300 ml/L) registraron 4,25 granos por vaina. Estos resultados, aunque no estadísticamente distintos, sugieren que una dosis moderada de biol bovino podría favorecer la formación y llenado de granos en las vainas, lo cual coincide con investigaciones previas que reportan efectos positivos del biol sobre parámetros reproductivos en leguminosas (Aleman & Calero, 2022).

El biol, al ser un biofertilizante líquido de origen orgánico, contiene ácidos húmicos, microorganismos benéficos y nutrientes esenciales como fósforo y potasio, los cuales juegan un rol clave en la formación y desarrollo de granos (Aguirre & Gutierrez, 2018) explican que el fósforo, en particular, mejora la eficiencia en la floración y cuaje, mientras que el potasio interviene en el llenado y calidad del grano. Aunque no se observaron diferencias significativas, el tratamiento T2 (100 ml/L de biol bovino) mostró el mayor número de granos por vaina, lo que sugiere un posible beneficio agronómico de esta dosis.

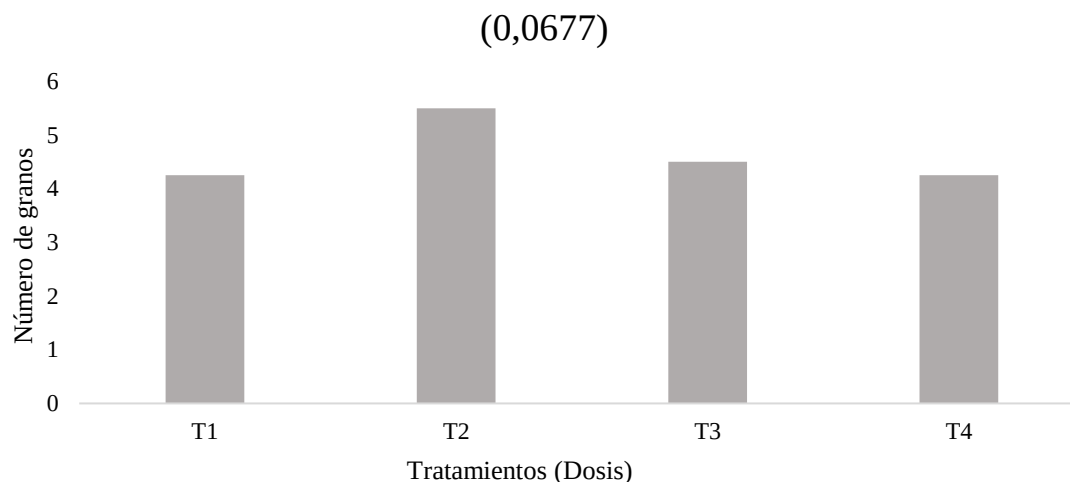


Figura 6. Promedio de número de granos por vainas

10.2.7. Rendimiento de grano (kg/ha)

El tratamiento T2 destacó significativamente con un rendimiento estimado de 1,716 kg/ha, superando ampliamente al resto de tratamientos. Este resultado se debe a la combinación favorable de un mayor número de vainas por planta, mayor cantidad de granos por vaina y un peso promedio por grano superior. Le sigue el tratamiento T3, con un rendimiento intermedio de 1,069 kg/ha, sustentado en una buena formación de vainas, aunque con menor peso de grano.

Según El 19 digital (2023), el rendimiento promedio del frijol en el corredor seco de Nicaragua se situó alrededor de 14.5 qq/mz (20.74 qq/ha) ciertas regiones y prácticas agrícolas han permitido superar significativamente este promedio, alcanzando hasta 77.63 qq/mz (111 qq/ha) en condiciones óptimas.

Estos resultados respaldan la efectividad del uso de biol como biofertilizante orgánico en el cultivo de frijol. Según diversos estudios, el biol puede mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales, fortalecer el desarrollo vegetativo y aumentar la producción de estructuras reproductivas en las leguminosas. Como lo señala (Aleman & Calero, 2022), "la aplicación de biol en frijol favorece significativamente la formación de vainas y el peso de los granos, al mejorar la absorción de nitrógeno y fósforo disponibles en el suelo". Esto

concuerta con el comportamiento observado en el tratamiento T2, donde el biol parece haber tenido el mayor impacto positivo.

Tabla 5. Análisis descriptivo del rendimiento (kg/ha)

Tratamiento	Granos/planta	Peso 1 grano (g)	Producción planta (g)	Producción ha (kg)
T1	38.25	0.24	9.18	918
T2	66.0	0.26	17.16	1,716
T3	42.75	0.25	10.69	1,069
T4	36.13	0.25	9.03	903

10.3. Análisis físico y químico del suelo

El análisis del suelo bajo el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) correspondiente a la muestra refleja condiciones edáficas apropiadas para el desarrollo del cultivo. El contenido de materia orgánica (59.20%) es excepcionalmente alto, lo cual es muy favorable, ya que este cultivo se beneficia de suelos con buen contenido de materia orgánica, que mejora la estructura, la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes (Ríos, Velasquez, Hernandez, Ramires, & Sanchez, 2022)

La humedad del suelo fue de 26.17%, adecuada para el establecimiento y crecimiento del frijol, especialmente durante las primeras etapas fenológicas. La conductividad eléctrica fue de 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual indica una salinidad baja, condición deseable, ya que el frijol es moderadamente sensible al exceso de sales.

El pH de 6.40 es ligeramente ácido, un rango óptimo para la absorción de nutrientes como fósforo, calcio y micronutrientes, esenciales para el buen rendimiento del cultivo. La textura franco limosa favorece el desarrollo radicular y el manejo del agua, mientras que la baja densidad aparente ($0.52 \text{ g}/\text{cm}^3$) indica una estructura suelta y aireada, ideal para las raíces del frijol, que son poco tolerantes a la compactación del suelo.

Tabla 6. Análisis físico y químico del suelo

Resultados de análisis								
Código muestra	Humedad (%)	Minerales (%)	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	DA g/cm ³	pH	Textura	Color 6/8 y 5/6
Suelo	26.17	25.99	59.20	260.00	0.52	6.40	Franco Limoso	Terra cota

Fuente: Laboratorio Suelos y Agua, Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza.

10.4. Análisis de costo del biol aplicado al cultivo del frijol INTA rojo

El costo total de producción de 100 litros de biol asciende a C\$3,480.50, generando un costo unitario de C\$34.81 por litro. Con un margen de ganancia del 20%, si este producto se pusiera a la venta su precio será de C\$41,77/litro de biol.

El análisis económico muestra que la producción de biol bovino es viable, especialmente cuando se consideran los beneficios agronómicos obtenidos en el cultivo de frijol, como lo demuestran los análisis previos (mayor número de hojas, ramas y vainas bajo el tratamiento con biol a dosis de 100 ml biol/lit). La inversión inicial en materiales indirectos puede amortizarse con el tiempo, y el precio de venta propuesto permite un margen adecuado para incentivar su producción y uso en el sector agrícola.

Si bien la inversión inicial puede parecer elevada, esta se justifica por el uso de materiales duraderos y reutilizables. Además, el costo unitario de C\$36.11 puede ser competitivo en el mercado, especialmente si se considera su capacidad de mejorar el rendimiento agrícola de forma orgánica y sostenible.

Como lo señala (Reyes, 2024), el uso de biofertilizantes líquidos como el biol mejora significativamente la fertilidad del suelo, reduce el uso de agroquímicos y genera beneficios económicos a mediano plazo. Esto respalda el argumento de que, aunque los costos iniciales puedan parecer altos, el uso continuo del biol resulta más económico que los fertilizantes sintéticos, con beneficios adicionales sobre la salud del suelo y los cultivos.

Tabla 7. Estructura de costo del biol bovino

Costos de Producción				
Costo de producción Directa				
Materia prima				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Melaza	1	Kilogramo	32,00	32,00
Leche	1	litro	16,00	16,00
Leguminosa	2,5	Kilogramo	25,00	62,50
Ceniza	1	Kilogramo	10,00	10,00
Estiércol Fresco	20	Kilogramo	10,00	200,00
Agua	70	litro	1,00	70,00
Subtotal M.P.				390,50
Mano de Obra Directa				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Fabricación	2	Unidad		500,00
Total C.P.D.				890,50
Costos de Producción indirecta				
Material Indirecto				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario, C\$	Total, C\$
Recipiente de plástico	3	Unidad	150,00	450,00
Sondas	3	Unidad	20,00	60,00
Barril	1	Unidad	1 500,00	1 500,00
Subtotal M.I.				2 010,00
Otros Costos Indirectos de Fabricación				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario C\$	Total, C\$

Agua	70	litro	1,00	70,00
Combustible	10	litro	51,00	510,00
Subtotal de C.I.F.				580,00
Total C.I.				2 590,00
Costo Total				3 480,50
Costo Unitario				34,81
Precio de Venta + 20%				41,77

XI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación sobre el efecto de diferentes dosis de biol en el crecimiento y desarrollo del frijol variedad INTA Rojo, se pueden extraer conclusiones claras que aportan tanto al conocimiento agronómico como a la práctica productiva. A continuación, se destacan los hallazgos más relevantes que permiten valorar la eficacia del biol como fertilizante orgánico y su potencial impacto en la productividad y rentabilidad del cultivo.

El tratamiento T2 fue el más efectivo en este estudio, cumpliendo así con la hipótesis planteada anteriormente, mostrando un impacto positivo significativo en el desarrollo de las plantas de frijol. Este tratamiento promovió un aumento considerable en el número de vainas por planta y el número de granos por vaina, lo que sugiere que el biol bovino en esta dosis mejora significativamente la eficiencia reproductiva de las plantas. La aplicación de 100 ml/L de biol favoreció un crecimiento vegetativo óptimo, lo que se traduce en una mayor producción de estructuras reproductivas, y podría implicar un incremento en la calidad y cantidad de la cosecha.

En términos de número de ramas y cantidad de hojas, el tratamiento T2 mostró un mejoramiento notable, lo que indica que el biol a esta dosis mejora la capacidad fotosintética de las plantas. Este desarrollo vegetativo superior es clave para un buen rendimiento, ya que las plantas con una mayor superficie foliar y una estructura de ramas más desarrollada son más eficientes en la absorción de luz y nutrientes, elementos fundamentales para el crecimiento y la formación de frutos.

La aplicación de 100 ml/L de biol (T2) no solo resultó en un mejor desarrollo vegetativo y reproductivo, sino que también puede representar una estrategia rentable para los agricultores. Al utilizar biol, que es un insumo relativamente económico, los productores pueden lograr un incremento en la productividad sin incurrir en altos costos de fertilizantes comerciales. Este tipo de prácticas son cruciales en sistemas agrícolas de pequeña escala, donde los recursos económicos pueden ser limitados.

Si bien el tratamiento T2 ha demostrado ser el más efectivo en este estudio, es necesario realizar investigaciones adicionales para evaluar el impacto de esta dosis en otras condiciones agroecológicas y en otras variedades de frijol. También se recomienda explorar la interacción entre el biol y las condiciones específicas del suelo, ya que esto podría optimizar aún más los resultados obtenidos y permitir recomendaciones más precisas para su aplicación en diferentes regiones.

XII. RECOMENDACIONES

Se recomienda investigar la combinación del biol con otros insumos orgánicos, como compost o humus de lombriz, para evaluar si la sinergia entre estos productos puede potenciar los efectos beneficiosos en el cultivo de frijol. Este enfoque podría optimizar el manejo nutricional, mejorar el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Es importante estudiar cómo la aplicación de biol influye no solo en el crecimiento de las plantas cultivadas, sino también en la competencia con las malezas. Un análisis detallado sobre el efecto del biol en la flora del suelo podría revelar beneficios adicionales, como la posible reducción en la proliferación de malezas, contribuyendo así a un manejo más integrado y sostenible del cultivo.

Dado que este estudio se enfocó en un ciclo corto, se recomienda realizar investigaciones a largo plazo para analizar el impacto continuado de la aplicación de biol sobre la salud del suelo y el rendimiento del cultivo en varias temporadas. Esto permitirá determinar si el uso repetido del biol genera mejoras sostenibles y beneficios acumulativos, fortaleciendo la productividad y la calidad del suelo a lo largo del tiempo.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Adner Lopez, E. R. (28 de mayo de 2018). *Ciencia y produccion vegetal*. Obtenido de UNA tesis de ingenieria: <https://repositorio.una.edu.ni/3676/>
- AgronoBlog. (27 de noviembre de 2023). *AgronoBlog*. Obtenido de Blog de agricultura: <https://agronoblog.com/agricultura-es-mx/etapas-fenologicas-del-frijol/>
- Aguirre, J. F., & Gutiérrez, R. A. (2017). *Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común*. Managua.
- Aguirre, J., & Gutierrez, R. (28 de Agosto de 2018). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3708/>
- Aleman, M., & Calero, L. (19 de Agosto de 2022). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4536/>
- Aleman, M., & Calero, L. (19 de Agosto de 2022). *Universidad Nacional Agraria*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4536>
- Baldeon, L., Julia, P., Llacta, S., & Miguel, B. (29 de Agosto de 2023). *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3575>
- Blog Agricultura. (07 de 10 de 2023). *Blog Agricultura*. Obtenido de <https://blogagricultura.com/frijol-cultivo-importante/>
- Botanico.es. (18 de mayo de 2023). *botanico.es*. Obtenido de <https://botanicos.es/phaseolus-vulgaris/>
- CENIDA. (6 de febrero de 2023). *Centro Nacional de Informacion y Documentacion Agropecuaria*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/index.php/2023/02/06/produccion-de-frijol-rojo-en->

nicaragua-alcanza-4-8-millones-de-quintales-durante-el-
2022/#:~:text=En%20Nicaragua%20el%20cultivo%20de,28.3%25%20superior%20
al%20a%C3%B1o%20anterior

Cevallos, A. (02 de 02 de 2023). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI*. Obtenido de
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11733>

Domingo, R. (04 de 04 de 2020). *Crecimiento y desarrollo de cultivos*. Obtenido de
[https://georgiusm.com/wp-content/uploads/2020/04/tema-13.-
crecimiento_y_desarrollo_de_los_cultivos.pdf](https://georgiusm.com/wp-content/uploads/2020/04/tema-13.-crecimiento_y_desarrollo_de_los_cultivos.pdf)

el19digital. (27 de septiembre de 2023). *El19digital.com*. Obtenido de
[https://www.el19digital.com/articulos/ver/144987-nicaragua-con-buena-salida-de-
cosecha-de-frijol-de-primera-en-este-ano-2023?utm_source](https://www.el19digital.com/articulos/ver/144987-nicaragua-con-buena-salida-de-cosecha-de-frijol-de-primera-en-este-ano-2023?utm_source)

ENITER. (2024). *Boletines Climaticos* .

fundacion para la innovacion agraria. (diciembre de 2022). *biblioteca digital*. Obtenido de
bioles :
[https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/download/11/11#:~:text=El%20biol%20
es%20un%20biofertilizante,%2C%20zinc%2C%20cobre%2C%20etc](https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/download/11/11#:~:text=El%20biol%20es%20un%20biofertilizante,%2C%20zinc%2C%20cobre%2C%20etc)

García Tapia, L. (2015). *Fertilización mineral y orgánica en el cultivo intercalado maíz-frijol*.

García, B. A. (2018). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de frijol al aplicar diferentes concentraciones de biol de cerdo como feretilizante organico*.

INETER. (25 de Abril de 2017). *Instituto Nicaraguense de estudios territoriales*. Obtenido de
<https://www.ineter.gob.ni/met.html>

Info Agronomo. (5 de febrero de 2020). *Manual del biol*. Obtenido de
<https://infoagronomo.net/manual-en-pdf-de-elaboracion-de-biol/>

INTA. (09 de 10 de 2017). *Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria*. Obtenido de Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria: <https://inta.gob.ni/biblioteca/frijol-inta-rojo/>

Jácome, A., & DAza, M. (18 de mayo de 2013). Fertilización orgánica e inorgánica del frijol. *Universidad del Valle de Colombia*. Obtenido de botanico.es: <https://botanicos.es/phaseolus-vulgaris/>

Jesús, L., & Eduardo, J. (04 de Noviembre de 2024). *UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO*. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/125042/records/67bdad52e27dfa12518a02a1>

juan. (42 de 23 de 2323).

Juan Francisco Aguirre, R. A. (28 de agosto de 2017). *Fertilización con biol y completo y su efecto en el*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/3708/>

Lacayo, M. (4 de agosto de 2022). *noticias agropecuarias*. Obtenido de <https://cenida.una.edu.ni/index.php/2022/08/04/inta-presenta-nueva-variedad-de-frijol/>

MINEP. (12 de Abril de 2005). *Modulo de aprendizaje*. Obtenido de Manejo agronomico de los cultivos: https://www.inces.gob.ve/wrappers/AutoServicios/Aplicaciones_Intranet/Material_Formacion/pdf/ALIMENTACION/PRODUCTOR%20AGRICOLA%20VEGETAL%201412238/CUADERNOS/MANEJO%20AGRON%3%93MICO%20DE%20LOS%20CULTIVOS.pdf

Oporta, M. (2015). *Estadísticas de granos básicos*. Managua.

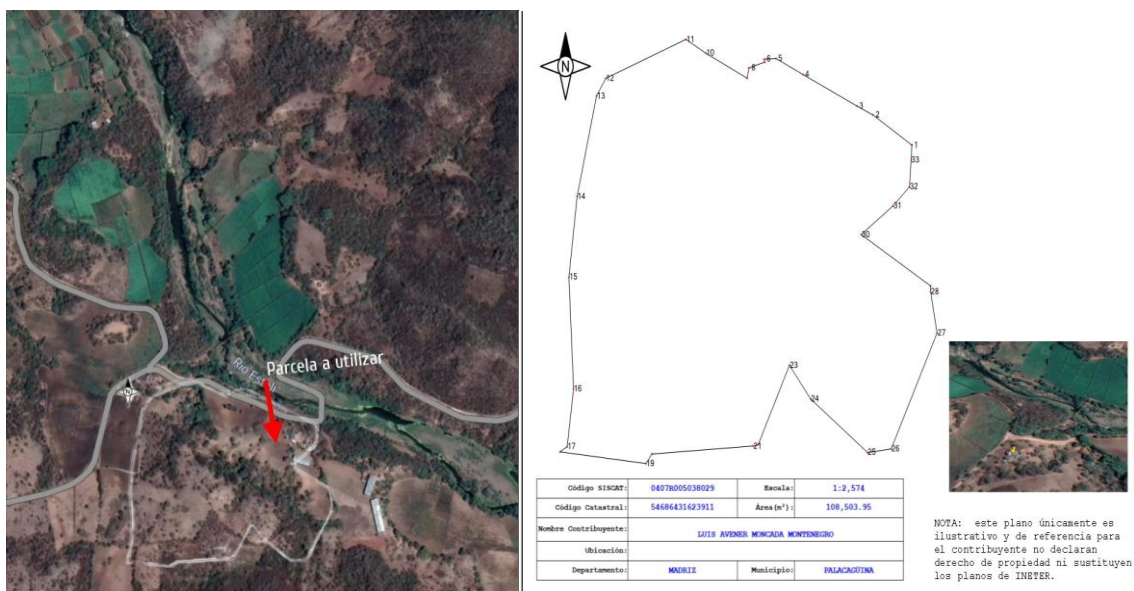
- Reyes, P. .. (16 de Octubre de 2024). *Universidad de los Andes Colombia*. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/nys/article/view/10630>
- Ríos, J., Velasquez, R., Hernandez, M., Ramires, N., & Sanchez, R. (01 de Diciembre de 2022). *Biblioteca Digital del INIFAP*. Obtenido de https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content?/=14474
- Rugama, J. (2021). *Evaluación de diferentes fertilizantes en el cultivo del frijol*. Managua.
- Santin, E. (02 de Noviembre de 2017). *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6191>
- Singh, S. (01 de Noviembre de 2001). *Crop Science*. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci2001.1659>
- VCDI, UNODC. (30 de Marzo de 2018). *Proyecto Jatun Sacha*. Obtenido de Manejo integral de los recursos naturales: https://www.unodc.org/documents/bolivia/DI_Hagamos_nuestro_biol.pdf
- Vibrans, H. (22 de 7 de 2009). *Malezas de Mexico*. Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/phaseolus-vulgaris/fichas/ficha.htm>

XIV. ANEXOS

Anexo 1. Ubicación geográfica

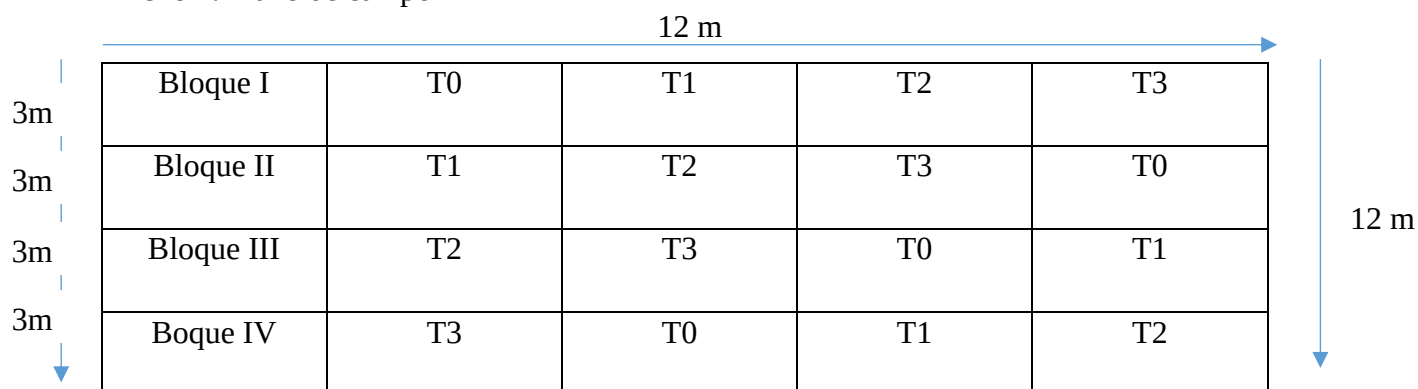


Macro localización. Fuente (Atlas del mundo).



Micro localización. Fuente (Alcaldía Municipal de Palacaguina, Madriz).

Anexo 2. Plano de campo



Anexo 3. Hoja de campo

Nº muestreo _____ Fecha _____

Nombre finca _____ Comunidad _____

Nº de plantas	Número de hoja	Número de ramas	Altura (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de vainas	Número de granos por vaina	Peso de 100 granos por tratamiento
1.							T1
2.							
3.							
4.							
5.							T2
6.							
7.							
8.							
9.							T3
10.							
11.							
12.							
13.							T4
14.							
15.							

Anexo 4. Formato de estructura de costos

Costos de Producción				
Costo de producción Directa				
Materia prima				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Subtotal M.P.				
Mano de Obra Directa				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Fabricación				
Total C.P.D.				
Costos de Producción indirecta				
Material Indirecto				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Subtotal M.I.				
Otros Costos Indirectos de Fabricación				
Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo Unitario	Total
Subtotal de C.I.F.				
Total C.I.				
Costo Total				
Costo Unitario				
Precio de Venta + 20%				

Anexo 5. Análisis estadístico

Análisis de varianza de numero de hojas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30175,98	13	2321,23	85,40	<0,0001
Tratamiento	945,46	3	315,15	11,59	<0,0001
Fecha	28375,18	7	4053,60	149,13	<0,0001
Bloque	855,34	3	285,11	10,49	<0,0001
Error	3098,64	114	27,18		
Total	33274,62	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,39836

Error: 27,1811 gl: 114

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	27,53 32	0,92	A
3	22,78 32	0,92	B
1	21,50 32	0,92	B
4	20,41 32	0,92	B

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

Análisis de varianza número de ramas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2367,81	13	182,14	53,77	<0,0001
Tratamiento	80,44	3	26,81	7,91	0,0001
Fecha	2204,75	7	314,96	92,98	<0,0001
Bloque	82,63	3	27,54	8,13	0,0001
Error	386,19	114	3,39		
Total	2754,00	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,19973

Error: 3,3876 gl: 114

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	9,59 32	0,33	A
1	8,47 32	0,33	A B
3	8,00 32	0,33	B
4	7,44 32	0,33	B

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

Análisis de varianza de altura de planta (cm)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7765,04	13	597,31	22,44	<0,0001
Tratamiento	64,96	3	21,65	0,81	0,4889
Fecha	7115,55	7	1016,51	38,20	<0,0001
Bloque	584,52	3	194,84	7,32	0,0002
Error	3033,95	114	26,61		
Total	10798,99	127			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,36270

Error: 26,6136 gl: 114

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	23,19 32	0,91	A
4	21,84 32	0,91	A
3	21,59 32	0,91	A
1	21,34 32	0,91	A

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

Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,50	12	2,88	177,10	<0,0001
Tratamiento	0,05	3	0,02	1,10	0,3529
Fecha	34,36	6	5,73	352,73	<0,0001
Bloque	0,09	3	0,03	1,83	0,1460
Error	1,61	99	0,02		
Total	36,11	111			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,08899

Error: 0,0162 gl: 99

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
4	2,04 28	0,04	A
1	2,00 28	0,04	A
3	1,98 28	0,04	A
2	1,98 28	0,04	A

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

Análisis de varianza de numero de vainas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	426,50	6	71,08	15,80	0,0003
Tratamiento	29,00	3	9,67	2,15	0,1642
Fecha	0,00	0	0,00	sd	sd
Bloque	397,50	3	132,50	29,44	0,0001
Error	40,50	9	4,50		
Total	467,00	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,68270

Error: 4,5000 gl: 9

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	12,00 4	2,25	A
3	9,50 4	2,25	A
1	9,00 4	2,25	A
4	8,50 4	2,25	A

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

Análisis de varianza de granos por vainas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,50	6	1,08	3,00	0,0677
Tratamiento	4,25	3	1,42	3,92	0,0482
Fecha	0,00	0	0,00	sd	sd
Bloque	2,25	3	0,75	2,08	0,1736
Error	3,25	9	0,36		
Total	9,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,32651

Error: 0,3611 gl: 9

Tratamiento	Mediasn	E.E.	
2	5,50 4	0,64	A
3	4,50 4	0,64	A
1	4,25 4	0,64	A
4	4,25 4	0,64	A

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

Anexo 6. Análisis físico y químico del biol

CENTRO NACIONAL DE REFERENCIAS Y DIAGNOSTICO
DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS
LABORATORIO GENERAL

Muestra	COMPUESTO BIOL
Código	LC-Conc-025
Fecha de recolección	5 de abril 2025
Fecha de reporte	14 de abril 2025
Nomenclatura	Concentrado a base de estiércol de vaca fresco, Melaza, Leche, Hojas picadas de leguminosas, Ceniza

ANÁLISIS FISICO

Volumen de muestreo: 100.0 gr

PRUEBA	RESULTADO	Medida	Referencia
Potencial hidrogeno (pH)	5.5	unid	4.5 – 7.5
Densidad	1.101	g/cm ³	1.001 – 1.120
Solidos No Grasos	12.5	gr/mL	20.0 – 25.0
Solidos suspendidos	5	%	2.0 – 10.0
Humedad	22	%	Criterio propio
Carga de Caloría calculada	175.5	Kcal-dL	150.0 – 250.0
Conductividad eléctrica	3.5	ds/m	2.0 – 10.0
índice de cenizas	3.5	%	1.0 – 8.0

ANALISIS QUIMICO

Prueba	Resultado	Medida	Referencia
Ácido láctico	21.2	mg/dL	4.5 – 7.5
Fibra disuelta	12.0	%	0.0
Lactosa	0.22	g/L	0.1 – 2.0
Glucosa	80.0	mg/dL	50.0 – 500.0
Sacarosa	18.4	mg/dL	20.0 – 100.0
Celulosa (Peso seco)	1.0	%	0.5 – 5.0
Lignina (Peso seco)	1.5	%	0.5 – 3.0

Acido fenólico	70.5	gr%	50.0 – 250.0
Sodio	10.4	mg/mL	Menor de 5.5
Potasio (K ₂ O)	3.1	%	0.5 – 3.5
Calcio	10.4	mg/mL	8.5 – 12.0
Fosforo (P ₂ O ₅)	1.1	%	0.1 – 1.0
Magnesio (MgO)	360.0	mg/L	100.0 – 800.0
Hierro	3.5	mg/L	1.0 – 20.0
Zinc	2.6	mg/L	0.5 – 5.0
Boro	0.2	mg/L	0.5 – 5.0
Nitrógeno Total	1.25	%	0.50 – 2.85
Carbono orgánico	12.0	%	5.0 – 20.0

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Análisis de Hongos

Se observó formas fúngicas (Característico de *Trichoderma spp*)

Cultivo

Presencia de *Bacillus spp.*

Presencia de *Rhizobium spp.*



Dr. Gerardo B. Carvajal M.
 Microbiología Clínica • UNAM-HONGOS
 Microbiología Clínica • Sotillo
 Esp. Hematología Diagn. • Sotillo
 UPR - Mex. • Céd. M.P. 13122

Anexo 7. Análisis físico y químico de suelo y biol



DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LABORATORIO DE SUELOS

ANÁLISIS DE SUSTRATOS

Tesistas: Cristhian Ariel Palma Cruz / Luis Ernesto Moncada Córdoba

Área. Laboratorio Suelos y Agua

Métodos: Munsell, Bouyoucos, Incineración y Cilindro

Tipo de muestra: Sustratos

Fecha de muestreo: 09/04/2025

Fecha de ingreso: 09/04/2025

Fecha de informe: 12/04/2025

Lugar de muestreo: El Prevenir, Comunidad Ducualí, Palacaguina, Madriz.

Muestreado por: Los estudiantes tesistas.

No	Código de Muestra	Resultados de análisis							
		Humedad (%)	Minerales (%)	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	Densidad aparente g/cm³	pH	Textura	Color 6/8 y 5/6
1	Suelo	26.17	25.99	59.20	260.00	0.52	6.40	Franco Limoso	Terracota
2	Biol estiércol bovino	80.00	16	64.00	57.80	0.43	5.10	Franco Limoso	Verde foresta

Observaciones: Muestras compuestas de sustratos a base de suelo y biol de estiércol bovino, para aplicar en cultivo de frijol INTA Rojo.

Elaborado por:

M.Sc. Trinidad German Reyes Barreda
Laboratorio de suelos UNFLEP

Revisado por:

M.Sc. Roberto Armando Ramos Andino
Director de Ciencias Agropecuarias UNFLEP

Cc: archivo 2025



"Educación Integral con Calidad, Pertinencia y Humanismo"

Km 166 ½ Carretera Panamericana Norte | Estelí, Nicaragua | Telf: 2719 7600 | www.unflep.edu.ni

Anexo 8. Galería de fotos



Elaboración de biol



Fermentación de biol

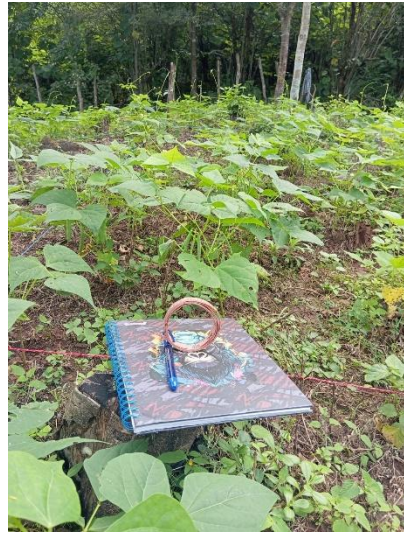


Análisis de laboratorio





Zona de cultivo y bloques



Toma de datos



Recolección de cosecha



Toma de peso de 100 granos T1