

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el cultivo de maíz (*Zea Mays. L*) variedad forrajera en el Centro Experimental San Francisco - Huaca”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Olivo Enriquez Brayan Fabian

TUTOR: MSc. Mora Quillismal Ramiro Segundo, PhD.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Olivo Enríquez Brayan Fabian con el número 0402135115 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el cultivo de maíz (Zea Mays. L) variedad forrajera en el Centro Experimental San Francisco - Huaca".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

MSc. Mora Quillismal Ramiro Segundo, PhD.

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Comercio Internacional, Integración, Administración y Economía Empresarial

Yo, Olivo Enríquez Brayan Fabian con cédula de identidad número 0402135115 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Olivo Enríquez Brayan Fabian

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Olivo Enríquez Brayan Fabian declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el cultivo de maíz (*Zea Mays. L*) variedad forrajera en el Centro Experimental San Francisco – Huaca" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Olivo Enríquez Brayan Fabian

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AGRADECIMIENTO

Ante todo, expreso mi gratitud a Dios por su guía y presencia constante a lo largo de mi formación universitaria. Su presencia me dio fuerza en los momentos de incertidumbre, serenidad en los días difíciles y esperanza cuando parecía que todo se complicaba. A Él le debo la capacidad de seguir adelante con fe y determinación, con esfuerzo todos los sueños siempre se cumplen.

A mis padres, Edilma Enríquez y Fabián Olivo, gracias por su amor incondicional, su entrega diaria y por ser mi mayor ejemplo de esfuerzo y dedicación. Su apoyo ha sido el pilar fundamental de este logro. Gracias por enseñarme a no rendirme, a valorar las pequeñas cosas y por estar siempre, incluso en silencio, alentándome desde el corazón.

A mis hermanos y primos, por su compañía sincera y por hacerme sentir parte de un equipo unido por el cariño. Cada palabra de aliento, cada conversación y cada momento compartido han sido un impulso importante para continuar. Gracias por estar presentes y hacer más llevaderos los días de estudio.

Al PhD. Ramiro Mora, mi tutor, le agradezco profundamente por su guía comprometida, sus consejos oportunos y la paciencia con la que acompañó el desarrollo de este trabajo. Su experiencia y apoyo marcaron una diferencia significativa en mi proceso formativo. A todos los profesores de la universidad, gracias por compartir sus conocimientos y por sembrar en mí la vocación por la agropecuaria con responsabilidad y pasión.

A mis compañeros, por su amistad, por las risas espontáneas y por convertir los momentos de estrés en recuerdos memorables. Gracias por recordarme que, incluso en los días más pesados, una sonrisa compartida puede ser el mejor alivio.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella en este camino, y por eso, este agradecimiento nace desde lo profundo de mi corazón.

Olivo Enriquez Brayán Fabian

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, con el corazón lleno de gratitud, a quienes han sido mi fuerza y mi refugio en este largo camino.

A mi madre, Edilma Enríquez por su amor incondicional, por ser mi sostén en cada caída y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi padre Héctor Olivo y a mis hermanos, Diego e Irina, por su apoyo constante. A mi sobrina y a mis primos, por las pequeñas alegrías que hacían más llevaderos los días difíciles.

A mi abuelito, que desde el cielo me acompaña y me da fuerzas; su memoria ha sido mi faro en los momentos de mayor incertidumbre.

A Dios, por regalarme vida, salud y la posibilidad de llegar hasta aquí.

A mi compañero fiel, mi perro Tobi, quien, con su compañía y su amor silencioso, me abrazaba en cada madrugada de desvelo.

A mis amigos y compañeros de universidad, Diana, Sharon, Fabián, José, Anderson, Cristian y Fernanda, por estar ahí cuando más lo necesitaba, por sus palabras de aliento y su complicidad en cada paso del camino.

Al PhD. Ramiro Mora, mi tutor, por su orientación, paciencia y compromiso. Gracias por acompañarme con sabiduría y por guiarme con generosidad en este proceso.

Y a mí mismo, por no rendirme, por enfrentar cada barrera con valentía y por seguir creyendo, incluso cuando todo parecía cuesta arriba.

Este logro no es solo mío. Es de todos ustedes. Gracias

Olivo Enríquez Brayán Fabian

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	17
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.2 MARCO TEORÍCO	20
2.2.1 Cultivo de Maíz (<i>Zea Mays</i>).....	20
2.2.2 Importancia del Cultivo de Maíz Forrajero	20
2.2.3 Origen del Maíz Forrajero Variedad INIAP - 180	21
2.2.4 Características agronómicas y morfológicas	21
2.2.6 Taxonomía y Morfología.....	22
2.2.7 Ciclo Vegetativo.....	23
2.2.8. Requerimientos Edafoclimáticos del Maíz.....	24
2.2.9 Ensilaje.....	26
2.2.10 Biol	28
2.2.11 Biol Bovino.....	30
2.2.12 Biol Bovino Enriquecido	32

2.2.13 Extracto de ALGAS MARINAS.....	36
III. METODOLOGÍA	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1. Enfoque	38
3.1.2. Tipo de Investigación.....	38
3.1. HIPÓTESIS	38
3.2. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	38
3.3.1. Definición de las variables	38
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	40
3.3.3. Variables en estudio	42
3.3. MÉTODOS A UTILIZAR	43
3.4.1. Localización del experimento	43
3.4.2 Tipo de diseño experimental	43
3.4.3 Superficie del ensayo	44
3.4.4 Distribución del ensayo	44
3.4.5 Distribución de la unidad experimental.....	44
3.4.6 Tratamientos utilizados	45
3.4.7 Características del experimento	45
3.5 TÉCNICAS.....	46
3.5.1 Análisis de suelo	46
3.5.2. Preparación del terreno.....	46
3.5.3 Preparación de la semilla	46
3.5.4 Delimitación de parcelas.....	46
3.5.5 Siembra.....	47
3.5.6 Fertilización y aplicación de los tratamientos	47
3.5.7 Aporque.....	47
3.5.8 Deshierba y control fitosanitario	47
3.5.9 Cosecha	47

3.6 RECURSOS	47
3.6.1 Humanos.....	47
3.6.2 Materiales	48
3.6.3 Financieros.....	48
3.6.4 Tecnológicos	48
3.6.5 Materiales de Capo	48
3.6.6 Semillas e insumos	48
3.6.7 Equipos de campo	48
3.5 ANALISIS ESTADISTICO	49
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1 RESULTADOS	50
4.1.1 Porcentaje de germinación.....	50
4.1.3 Número de hojas	53
4.1.4 Diámetro del tallo	54
4.1.5 Rendimiento	55
4.1.6 Relación Costo – Beneficio	56
4.2 DISCUSIÓN	57
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1 CONCLUSIONES	60
5.2 RECOMENDACIONES	60
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
VII. ANEXOS	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Agronómicas y Morfológicas Variedad INIAP - 180	21
Tabla 2. Características nutricionales Variedad INIAP - 180.....	22
Tabla 3. Clasificación taxonómica del maíz.....	22
Tabla 4. Características del biol bovino	30
Tabla 5. Características del biol bovino enriquecido	33
Tabla 6. Características del biol extracto de algas marinas – Bio20 Plus	36
Tabla 7. Operacionalización de las variables.....	40
Tabla 8. Tratamientos utilizados en el diseño experimental	45
Tabla 9. Características del experimento	46
Tabla 10. ANOVA para la variable porcentaje de germinación a los 45 dds	50
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de germinación a los 45 dds.	51
Tabla 12. ANOVA para la altura de planta (cm) desde los 30 días hasta los 180 dds.	51
Tabla 13. Prueba de tukey al 5 % para la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 dds.	52
Tabla 14. ANOVA para el número de hojas desde los 30 hasta los 180 dds.....	53
Tabla 15. Prueba de tukey al 5% para la variable número de hojas.....	54
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.	54
Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo a los 150 y 180 dds.	55
Tabla 18. ANOVA para la variable peso de tratamientos.....	55
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento de forraje en kilogramos a los 180 dds.	56
Tabla 20. Relación costo – beneficio con un precio de venta de 4\$ por pacas.....	57

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de Sustentación de Predefensa del TIC.....	67
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	68
Anexo 3. Análisis de Biol Bovino	70
Anexo 4. Costo de Producción de una Hectárea	71
Anexo 5. Delimitación y Preparación del terreno	72

Anexo 6. Aplicación de bioinsumos orgánicos	73
Anexo 7 Toma de Variables Evaluadas.....	74
Anexo 8. Aplicación de Riego al Cultivo de Maíz.....	75
Anexo 9. Cultivo de Maíz a los 150 días	75
Anexo 10. Ensilaje de Maíz.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del experimento	43
Figura 2. Distribución al azar de tratamientos y repeticiones en el experimento.....	44
Figura 3. Distribución de la unidad experimental.....	45
Figura 4. Rendimiento de forraje de maíz en Kg en Ha-1	56

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco, cantón Huaca, provincia del Carchi, el objetivo de evaluar alternativas de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz (*Zea Mays. L*) variedad forrajera. Se empleó un diseño de Bloques Completamente al Azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron biol bovino al 25, 50 y 75 %, biol bovino enriquecido con *Trichodermas* y *beauveria bassiana* al 25, 50 y 75 % y un tratamiento testigo que fue el extracto de algas marinas, la frecuencia de aplicación fue cada 15 días. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación (%), altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas (u), rendimiento por cada tratamiento (kg) y análisis económico (USD). El procesamiento estadístico con el software Infostat, aplicando Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los resultados evidenciaron que, en cuanto al desarrollo vegetativo, el tratamiento T3 (biol bovino al 75 %) presentó los mejores resultados en porcentaje de germinación, diámetro del tallo y el T5 (biol enriquecido con *Trichodermas* y *Beauveria bassiana* al 50 %) fue mejor en altura de planta, número de hojas, en rendimiento con una producción de 39,417 kgHa⁻¹ y en el análisis económico con 0.75 centavos por cada dólar invertido.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, *Trichodermas*, rendimiento, análisis económico

ABSTRACT

The research was carried out at San Francisco Experimental Center, Huaca canton, Carchi province, with the objective of evaluating organic bio-input alternatives in the cultivation of forage corn (*Zea Mays*. L). A completely randomized block design was used, with seven treatments and four replicates. The treatments used were bovine biol at 25, 50, and 75%, bovine biol enriched with *Trichoderma* and *Beauveria bassiana* at 25, 50, and 75%, and a control treatment consisting of seaweed extract. The frequency of application was every 15 days. The variables evaluated were germination percentage (%), plant height (cm), stem diameter (cm), number of leaves (u), yield per treatment (kg), and economic analysis (USD). Statistical processing was performed using Infostat software, applying Tukey's test with a significance level of 5%. The results showed that, in terms of vegetative development, treatment T3 (75% bovine biol) presented the best results in germination percentage and stem diameter, and T5 (50% biol enriched with *Trichoderma* and *Beauveria bassiana*) was better in plant height, number of leaves, yield with a production of 39,417 kgHa⁻¹, and economic analysis with 0.75 cents for every dollar invested.

KEYWORDS: *Beauveria bassiana*, *Trichoderma*, yield, economic analysis.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial. El maíz forrajero forma parte de los 1150 millones de toneladas métricas de maíz producidas cada año, siendo Estados Unidos, China y Brasil los principales productores (Statista, 2024). Este cultivo es ampliamente utilizado en la alimentación de vacas lecheras debido a su alto rendimiento y valor nutricional, Así mismo, es utilizado para ganancia de peso en animales estabulados concentrándose su producción en regiones con industrias ganaderas desarrolladas (ScienceDirect Topics, s.f.).

En Ecuador, el maíz forrajero (*Zea mays L.*) constituye un cultivo fundamental para la sostenibilidad de los sistemas pecuarios, representando aproximadamente el 35% de los insumos para alimentación animal (MAG, 2023). No obstante, la provincia del Carchi presenta impactos negativos sobre la producción de maíz forrajero, por escasas de alimento en épocas secas, los altos costos de producción por el sobreuso de fertilizantes químicos. (López y Martínez, 2019)

En este contexto, los bioinsumos orgánicos han surgido como una propuesta sostenible que promueve el incremento de la fertilidad del suelo y optimiza la producción agrícola (Pérez et al., 2021). Diversos estudios han demostrado que al aplicar de manera adecuada bioinsumos orgánicos en diferentes dosificaciones puede optimizar el crecimiento y rendimiento del maíz forrajero, al tiempo que promueve la conservación ambiental (Ramírez y Sánchez, 2022).

Bajo esta realidad el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de distintas dosificaciones de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero (*Zea Mays.L*) buscando alternativas más sostenibles para la agricultura actual.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia del Carchi, la escasez de alimento en épocas secas disminuye, la producción pecuaria por la baja disponibilidad de mezclas forrajeras y forrajes ensilados de maíz. Esta situación se agrava porque la práctica del ensilaje no es común en la zona, lo que impide almacenar reservas que podrían cubrir la demanda en tiempos críticos. Chacón et al. (2020) señalan que la falta de estas reservas ocasiona pérdida de peso en el ganado y un aumento en el valor de la carne y la leche.

El uso excesivo de fertilizantes químicos como la urea es común en el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays*), lo que ha generado una degradación progresiva del suelo. Altieri y Nicholls (2020) advierten que estos agroquímicos alteran el equilibrio ecológico y limitan la regeneración del suelo, mientras que Navarrete (2020) señala que muchos agricultores dependen exclusivamente de fertilizantes químicos, sin incorporar bioinsumos orgánicos, lo que agrava dicha degradación. El autor Martínez et al. (2019) sostiene que la contaminación química deteriora los procesos biológicos del suelo, reduciendo su fertilidad, su capacidad de retención de nutrientes y agua, y afectando la sostenibilidad productiva a largo plazo.

El alto costo de producción del maíz forrajero en la provincia del Carchi se debe principalmente al gasto en fertilizantes químicos como la urea y pesticidas, lo que afecta a pequeños y medianos agricultores. Esta situación ha provocado la reducción de hectáreas sembradas. Según Pérez (2018), los insumos agrícolas representan más del 60 % de los costos totales en cultivos forrajeros. Además, El Diario Primicias (2022) destaca el incremento en los precios de la urea, agrava aún más la carga económica para los productores de mezclas forrajeras.

La falta de conocimiento sobre el uso de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz limita su adopción entre los agricultores, quienes, por costumbre o falta de información técnica, recurren principalmente al uso de agroquímicos convencionales, Martínez (2020) menciona que muchos productores desconocen las alternativas sostenibles disponibles y los beneficios que los bioinsumos pueden ofrecer en términos de rendimiento, sanidad vegetal y costos de producción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La escases de alimento en épocas secas y el uso excesivo de fertilizantes químicos generan altos costos de producción en el cultivo de maíz forrajero.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción de maíz forrajero con nuevas alternativas como bioinsumos orgánicos como el biol bovino, el biol bovino enriquecido y extracto de algas marinas los cuáles mejoran la fertilidad del suelo y ayudan al crecimiento vegetal en condiciones adversas, como la sequía. García et al. (2019) indican que estos bioinsumos aumentan la actividad biológica del suelo, favorecen la retención de humedad y fortalecen la resistencia de las plantas al estrés, mejorando así la producción forrajera. Esta alternativa reduce la dependencia de fertilizantes químicos, disminuye los costos de producción y fortalece la seguridad alimentaria para el ganado bovino épocas secas.

La incorporación de bioinsumos orgánicos constituye una alternativa viable para mitigar la dependencia de fertilizantes químicos en el cultivo de maíz forrajero, mediante la estimulación de la actividad microbiológica del suelo y la mejora de sus propiedades físico-químicas y biológicas. Según Pérez, Gómez y Rodríguez (2021), estos bioinsumos orgánicos favorecen el desarrollo radicular, optimizan la absorción de nutrientes y aumentan la productividad de mezclas forrajeras.

La aplicación de bioinsumos orgánicos es una alternativa económica porque reduce el gasto en insumos químicos al mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento vegetal más eficiente. Según Hernández y Martínez (2019), los biofertilizantes disminuyen significativamente los costos de producción sin afectar el rendimiento. Además, Gómez et al. (2021) destacan que estos insumos favorecen la sustentabilidad ambiental y aumentan la rentabilidad del cultivo al reducir la dependencia de agroquímicos.

El uso de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero en el cantón Huaca, Carchi, se plantea como una alternativa sostenible para mejorar la productividad agrícola. Esta práctica permite optimizar la nutrición del cultivo, reducir la dependencia de fertilizantes químicos y disminuir los costos de producción. Además, contribuye a mitigar el impacto ambiental asociado a la agricultura convencional.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar la aplicación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el Cultivo de Maíz variedad forrajero (*Zea Mays. L*) en el Centro Experimental San Francisco – Cantón Huaca - Provincia del Carchi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las dosis de los bioinsumos orgánicos (biol bovino, biol bovino enriquecido y extracto de algas marinas) sobre el desarrollo y producción del cultivo de maíz.
- Determinar cuál de los tratamientos presenta el mejor rendimiento sobre el cultivo de maíz forrajero. (*Zea Mays.L*)
- Realizar un análisis económico de los tratamientos utilizados a través de la relación costo/beneficio.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué efecto tienen los bioinsumos orgánicos (biol bovino, biol enriquecido (*Beauveria Bassiana* y *Trichodermas*) y extracto de algas marinas) en diferentes dosificaciones sobre el desarrollo y producción de cultivo de maíz forrajero?
- ¿Con que tratamiento se obtiene un mejor rendimiento al aplicar distintas dosis de bioinsumos en el cultivo de maíz forrajero?
- ¿Cuál es el tratamiento más rentable según la relación costo/beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Gordón. E (2023), en su estudio desarrollado en la UPEC titulado "Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (*Fragaria*) en el Centro Experimental San Francisco", analizó el efecto de un biol bovino aplicado en diferentes concentraciones sobre plantas de fresa. El tratamiento T2 (30% de biol aplicado cada diez días), registró los mejores resultados: altura promedio de 37,05 cm, una producción acumulada de 54,54 kg en un periodo de tres meses y la mayor rentabilidad económica, con una relación costo/beneficio de 0,77 centavos. Dichos hallazgos confirman que el uso de biol bovino puede incrementar la productividad como la eficiencia económica del cultivo de fresa.

En la investigación de Bonilla. R, (2023) realizada en la Universidad Agraria del Ecuador (recinto Zulema, cantón El Triunfo, provincia del Guayas), en su investigación "Evaluación de dos híbridos de maíz (*Zea Mays*) usando diferentes dosis de biol. Para verificar la dosis más efectiva para optimizar la producción y establecer cuál tratamiento generaba mayor rentabilidad mediante un análisis de costo-beneficio. Los resultados revelaron que el tratamiento con biol al 100% aplicado al híbrido Trueno (H1) registró el mayor rendimiento, alcanzando 12,316.88 kg/ha, aunque con una rentabilidad moderada (0.62). Por otro lado, la combinación de biol al 50% con el híbrido Advanta (H2) mostró un rendimiento ligeramente inferior (12,093.75 kg/ha), pero con una mejor relación beneficio-costos (0.71), sugiriendo que la eficiencia económica no siempre depende exclusivamente del volumen de cosecha.

Erazo, C. (2025), evaluó la aplicación de bioles en distintas dosificaciones en el Cultivo de Maíz (*Zea Mays*) en la Finca San Francisco en la UPEC – Cantón Huaca - Provincia del Carchi”, usando siete tratamientos y cuatro repeticiones. Se aplicaron bioles porcino y bovino en concentraciones del 25%, 50% y 75%, además de un tratamiento químico. Los mejores resultados en altura y diámetro de tallo se observaron en tratamientos con biol bovino, especialmente al 75%. En rendimiento, no hubo diferencias significativas, aunque el biol bovino al 75% presentó uno de los valores más altos (1.57 kg). El análisis costo-beneficio mostró ganancias en todos los tratamientos, siendo mayor en el químico (\$3 por dólar invertido), seguido del biol bovino al 75% (\$1.80).

Ayala., J (2024) en un estudio denominado “Evaluación de bioinsumos orgánicos más cobertura vegetal, para el control de Mildiu vellosa (*Bremia lactucae*), en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en el Cantón San Pedro de Huaca” en la UPEC, evaluó ocho tratamientos. Como resultados, el tratamiento T8 (Cobertura vegetal + *Bacillus snegrubtilis* + *Trichoderma harzianum*) mostró mejor altura de planta a los 55, 66 y 77 días después del trasplante, así como la menor incidencia de la enfermedad (3.57%) y mayor peso (0.74 kg). El análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos para estas variables. En costo-beneficio, T8 fue el más rentable, con \$0.80 ganancia por dólar invertido, mientras que T4 y T6 generaron pérdidas económicas. Estos resultados destacan la efectividad de combinar bioinsumos y cobertura vegetal para mejorar la producción y control fitosanitario.

Andrade (2021) llevó a cabo una investigación en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura, con el propósito de analizar el efecto de tres tipos de fertilizantes orgánicos líquidos aplicados mediante riego por goteo en la producción de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. *Albión*). Mostró que El tratamiento T2, que incluía bioles elaborados con estiércol bovino, nutrientes y *Beauveria bassiana*, mostró un 99.26 % de germinación y solo 0.74 % de mortalidad. Además, presentó la mayor altura de planta (21.53 cm a los 24 días) y mejoró el número de frutos a los 90 días tras el trasplante. Estos resultados evidencian los beneficios de combinar bioles con agentes biocontroladores para mejorar la fisiología y productividad en cultivos orgánicos.

Vallejo, J (2023) en su estudio “Evaluación del efecto de la aplicación de bioinsumos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Centro Experimental San Francisco – Huaca

en la UPEC usando un diseño de bloques completamente al azar con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos incluyeron combinaciones de biol, humus, EMAS, bocashi, micorrizas y químico, aplicados cada 15 días. Como resultados, el tratamiento T1 (Biol + Humus) presentó la mayor altura de planta y diámetro de tallo a los 30, 120 y 180 días después de siembra. Además, T1 mostró el mejor costo-beneficio con una utilidad neta de \$941 y una relación de 2.0 dólares ganados por cada dólar invertido. Estos resultados demuestran el impacto positivo de los bioinsumos en el desarrollo y rentabilidad del cultivo.

2.2 MARCO TEORÍCO

2.2.1 Cultivo de Maíz (*Zea Mays*)

El maíz forrajero (*Zea mays*) corresponde a una especie de gramínea nativa de México que se caracteriza por su desarrollo vertical y su período de crecimiento anual. Este cultivo se destina principalmente a la alimentación animal, utilizándose la planta completa en el momento de la recolección, lo que incluye estructuras como el tallo, follaje y mazorca. El maíz en forma de forraje representa el alimento más empleado en las zonas productoras de leche, debido a su elevado contenido energético y su capacidad para generar grandes volúmenes de materia fresca y seca por unidad de superficie. (Farmagro, 2018).

Según Espinoza et al. (2018), "el maíz forrajero presenta una alta digestibilidad de la materia seca y constituye la base energética de las dietas para rumiantes" (p. 112). Por su parte, López & Hernández (2020) señalan que "el cultivo de maíz forrajero permite obtener entre 40-60 toneladas de forraje verde por hectárea bajo condiciones de riego" (p. 87).

2.2.2 Importancia del Cultivo de Maíz Forrajero

Su gran importancia resalta en su abundante contenido de fibra cruda para la alimentación de animales en algún tipo de explotación pecuaria. Este tipo de forraje se caracteriza por tener una fibra cruda del 18 %, mientras que el porcentaje de proteína es de 6 al 12 %. Además, presenta una cantidad de nutrientes digestibles que supera el 70% lo que lo convierte en una fuente energética para la alimentación animal (Elizondo, 2015).

Así mismo el (Minagri) 2016 menciona que el maíz forrajero se lo utiliza en algunos lugares como fuente de energía para la alimentación de algunos animales con el objetivo de transformar este tipo de fibra cruda en derivados como es la carne y la leche. También menciona que este alimento se puede suministrar al animal en forma picada y por su alto contenido de carbohidratos se puede ensilar.

2.2.3 Origen del Maíz Forrajero Variedad INIAP - 180

La variedad INIAP-180 fue desarrollada por el Programa de Mejoramiento de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina entre los años 1985 y 1986. Su origen se remonta al cruzamiento de las líneas INIAP-176 e INIAP-178, las cuales tienen como fuente germoplasma materiales provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México y del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (INIAP, 2023).

2.2.4 Características agronómicas y morfológicas

En la tabla 1 se presenta las principales características agronómicas y morfológicas del maíz forrajero, fundamentales para su manejo y aprovechamiento en sistemas productivos.

Tabla 1. Características Agronómicas y Morfológicas Variedad INIAP - 180

Características	Promedio
Tipo de grano	Semi cristalino
Textura de grano	Dura
Color de grano	Amarillo
Días a floración femenina	125
Días a la cosecha en seco	260
Altura de planta (m)	270
Altura de mazorca (m)	170
Rendimiento forraje (t/ha ⁻¹)	60
Rendimiento comercial en seco (kg/Ha ⁻¹)	5500 (121 qq/ Ha ⁻¹)
Asociación con fréjol	Si soporta
Tolerancia a enfermedades	Si
Altitud (m.s.n.m)	2250 a 3000

Fuente: INIAP (2023)

2.2.5 Características nutricionales del maíz variedad INIAP - 180

En la tabla 2 se detallan las principales características nutricionales del maíz forrajero, esenciales para evaluar su valor alimenticio en la alimentación animal.

Tabla 2. Características nutricionales Variedad INIAP - 180

Parámetros de calidad	Porcentaje
Proteína	9.66
Humedad	9.26
Extracto libre de nitrógeno	72.65

Fuente: INIAP (2023).

2.2.6 Taxonomía y Morfología

2.2.6.1 Taxonomía

El maíz puede clasificarse desde distintas perspectivas, entre las que se incluyen criterios botánicos o taxonómicos, así como enfoques comerciales y estructurales, especiales y en función de su calidad (Guacho, 2014).

Tabla 3. Clasificación taxonómica del maíz

TAXONOMÍA
Reino: Vegetal
Subreino: Embriobionta
División: Angiospermae
Clase: Monocotyledoneae
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: Zea
Especie: Mays

Fuente: Guacho (2014).

2.2.6.2 Morfología

Raíz Principal

La raíz principal del maíz es la radícula, que aparece al inicio de la germinación. Se encarga de fijar la planta al suelo y absorber agua, nutrientes necesarios para el crecimiento inicial. Más adelante, se forman raíces adventicias que fortalecen el sistema radicular (Chanataxi, 2016).

Raíces adventicias

Las raíces adventicias comienzan a desarrollarse desde el primer nudo ubicado en el extremo del meso cotilo, generalmente a una profundidad uniforme, independientemente de la ubicación original de la semilla. A partir de cada nudo que se forma de manera sucesiva, se generan nuevos grupos de raíces, alcanzando entre siete y diez nudos, todos ellos situados por debajo del nivel del suelo (Chanataxi, 2016).

Tallo

Está formado por tejido leñoso y tiene una forma cilíndrica, compuesto por nudos y entrenudos que pueden variar entre 8 y 25, con un promedio aproximado de 14 nudos (Chanataxi, 2016).

Hojas

La vaina foliar envuelve el entrenudo formando un cilindro, aunque sus extremos permanecen separados, Generalmente, presenta un color verde y cada planta puede tener entre 8 y 25 hojas (Chanataxi, 2016).

Flores

El maíz es una especie monoica, ya que en un mismo individuo se desarrollan flores masculinas y femeninas. Las masculinas denominadas estaminadas, forman la espiga, mientras que las flores femeninas o pistiladas corresponden a las mazorcas (Chanataxi, 2016).

2.2.7 Ciclo Vegetativo

2.2.7.1 Emergencia

Cuando las condiciones de campo son favorables, la semilla absorbe agua e inicia su desarrollo, proceso que abarca desde la siembra hasta que emerge el coleóptilo, lo cual suele tardar entre 6 y 8 días (Herrera, v 2020).

2.2.7.2 Crecimiento

En condiciones de crecimiento normales, el maíz forma una nueva hoja cada tres días aproximadamente tras la emergencia. Pasados entre 15 y 20 días, la planta suele presentar de cinco a seis hojas, y hacia las cinco o seis semanas de desarrollo se prevé que haya completado la formación de todo su follaje (Herrera, v 2020).

2.2.7.3 Floración

Entre los 25 y 30 días después de la siembra, comienza a formarse la panoja dentro y en la base del tallo. Transcurridas entre cuatro y seis semanas, comienza la dispersión del polen junto con el alargamiento de los estilos. La floración se define cuando la panoja libera polen y los estilos se alargan (Herrera, v 2020).

2.2.7.4 Fructificación

Al cumplirse tres semanas tras la polinización, la mazorca alcanza su tamaño final, se desarrollan los granos y comienza a formarse el embrión en su interior. Durante este

proceso, los granos se llenan de una sustancia rica en azúcares que, hacia el final de la quinta semana, se convierte en almidón (Herrera, v 2020).

2.2.8. Requerimientos Edafoclimáticos del Maíz

2.2.8.1 Temperatura

El maíz necesita temperaturas entre 25 y 30 °C para su desarrollo óptimo, así como una alta exposición a la luz solar. En climas húmedos, su rendimiento suele disminuir. Para que la semilla germine, la temperatura ideal está entre 15 y 20 °C. Además, este cultivo es capaz de soportar temperaturas mínimas cercanas a los 8 °C, mientras que al sobrepasar los 30 °C empieza a mostrar signos de estrés, los cuales pueden derivar en una deficiente absorción de agua y minerales. Para que el proceso de fructificación se desarrolle de forma adecuada, las condiciones térmicas óptimas se sitúan entre 20 y 32 °C (Infoagro, s.f.).

2.2.8.2 Suelo

El maíz presenta una capacidad para adaptarse a distintos tipos de suelo; sin embargo, su desarrollo óptimo se logra en terrenos ligeramente ácidos a neutros (pH 6–7). Además, prefiere sustratos profundos y fértiles, con un suelo rico en nutrientes y un buen sistema de drenaje, ya que el exceso de humedad puede provocar deficiencias en las raíces por falta de oxigenación (Infoagro, S. F).

2.2.8.3 Fertilización

El crecimiento óptimo del maíz depende de un balance adecuado de nutrientes minerales. Cualquier desequilibrio, ya sea por carencia o exceso de estos elementos, afecta directamente su desarrollo. Para garantizar un buen rendimiento, se recomienda utilizar fertilizantes con altos niveles de fósforo (P) y potasio (K), en una proporción aproximada de 0.3 kg de P por cada 100 kg del producto. Asimismo, el nitrógeno (N) es esencial, debiendo incrementarse su aplicación durante la fase de crecimiento vegetativo para favorecer el desarrollo foliar y estructural (Chanataxi, 2016).

2.2.8.4 Control de Malezas

La aplicación de herbicidas debe realizarse en la fase de preemergencia tanto de las malezas como del cultivo, preferiblemente sobre un suelo húmedo. Sin embargo, cuando la infestación de malezas es elevada, se sugiere el uso de herbicidas

selectivos, como la atrazina, comercializada bajo nombres como Gesaprin o Atrapac (Guacho, 2014).

2.2.8.5 Raleo

El raleo es una práctica agronómica que se realiza cuando las plantas alcanzan una altura entre 25 y 30 cm. Su objetivo principal es optimizar el espacio y los recursos, dejando una sola planta por punto de siembra y eliminando los excedentes. Esta labor suele complementarse con la roturación de costras superficiales del suelo, una técnica que mejora la aireación y estimula el desarrollo de raíces adventicias, cruciales para el anclaje y absorción de nutrientes (Guacho, 2014).

2.2.8.6 Rascadillo o Deshierba

Esta labor se realiza cuando la planta alcanza una altura aproximada de 25 a 30 centímetros. Su objetivo principal es aflojar el suelo, permitir la circulación de aire hacia las raíces y controlar la presencia de malas hierbas (Guacho, 2014).

2.2.8.7 Aporque

El aporque es una labor que implica acercar y acumular una cantidad significativa de tierra en la base de las plantas, entre los beneficios de esta labor se encuentran la eliminación de malezas, el favorecimiento para que las raíces aéreas se adhieran en el suelo, la prevención del acame provocado por el viento y la facilite el riego. Esta labor se realiza entre 20 y 30 días después del rascado, que se efectúa con azadón. Además, durante este proceso se aplicará lateralmente el 50% del fertilizante nitrogenado, generalmente en forma de urea. (Guacho, 2014).

2.2.8.8 Riego

El maíz es un cultivo demandante en recursos hídricos, con un requerimiento promedio de 5 mm de agua diarios. Sin embargo, sus necesidades varían según la etapa fenológica: durante la emergencia, el consumo es mínimo, pero se incrementa notablemente en el desarrollo vegetativo. Por ello, se sugiere aplicar riegos adicionales entre 10 y 15 días previos a la floración, fase determinante en la que una adecuada disponibilidad de agua optimiza la formación y calidad de los granos. Finalmente, en la maduración de la mazorca, los requerimientos hídricos descienden progresivamente (Guacho, 2014).

2.2.9 Ensilaje

2.2.9.1 ¿Qué es el Ensilaje?

El ensilaje es un método de conservación de forrajes que se basa en la fermentación láctica anaeróbica, permitiendo mantener las características nutricionales del material vegetal durante períodos prolongados. Este proceso involucra la exclusión del oxígeno y la acidificación del medio mediante bacterias lácticas epidérmicas naturales, que transforman los carbohidratos hidrosolubles en ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico. La acidificación del medio con valores de pH entre 3.8-4.1 inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos, asegurando la conservación del forraje (Spoelstra et al., 2018).

2.2.9.2 Ventajas del ensilaje

- Conserva el valor nutricional del forraje por largos periodos.
- Garantiza alimentación continua para el ganado en épocas secas o de escasez.
- Reduce pérdidas postcosecha y mejora el aprovechamiento de cultivos como el maíz y sorgo.
- Permite almacenar grandes volúmenes de forraje en espacios reducidos.
- Facilita la planificación y estabilidad de la dieta animal durante todo el año.
- Mejora la productividad ganadera al mantener una alimentación estable (McDonald et al., 2011; Castro et al., 2019).

2.2.9.3 Etapas del proceso de ensilaje

Según McDonald et al. (2011), el ensilaje es un proceso dividido en varias etapas esenciales para lograr una adecuada conservación del forraje:

1. Corte

Se efectúa cuando el maíz llega a su nivel ideal de contenido de materia seca (entre 30 % y 35 %), lo que asegura una buena fermentación y calidad del ensilado.

2. Picado:

El material se tritura por medio de una picadora en fragmentos pequeños (1.5 a 3 cm), lo que facilita la compactación y aumenta la superficie para la acción microbiana.

3. Transporte y llenado del silo:

El forraje picado debe ser transportado inmediatamente al silo, trinchera o bolsa para evitar fermentaciones indeseadas. Cada bolsa tiene un peso de 40 kg.

4. Compactación:

Se elimina el aire mediante prensado, creando un ambiente anaeróbico necesario para la fermentación láctica.

5. Sellado:

Se coloca un poco de melaza para acelerar la fermentación láctica, se cubre herméticamente (normalmente con plástico), impidiendo la entrada de oxígeno y agua (González-Alcántara et al., 2020).

6. Fermentación:

Durante las primeras semanas, bacterias lácticas transforman azúcares en ácido láctico, reduciendo el pH y estabilizando el forraje.

7. Almacenamiento y consumo:

Después de 21 a 45 días, el ensilaje puede abrirse y utilizarse como alimento. Se recomienda retirar el material en capas delgadas para evitar la entrada de aire.

2.2.9.4 Ensilaje en la alimentación animal

El ensilaje de maíz constituye una fuente fundamental de energía en las dietas bovinas debido a su alto contenido de carbohidratos fermentables y excelente digestibilidad.

- Inclusión en dietas: En sistemas lecheros 50-60% de la dieta total, en engorde 40-50% de la ración
- Consumo voluntario: Administrar un mínimo de 10 kg de ensilado con un contenido de materia seca del 30 % (3 kg de MS), lo que permite establecer la ración adecuada para el ganado.
- Beneficios nutricionales: Alto contenido de carbohidratos fermentables y excelente digestibilidad
- Impacto económico: Permite incrementar la carga animal y disminuir los costos en concentrados Ensilaje De Maíz Para Alimentar Ganado Lechero – Pastos y Forrajes
- Rendimiento productivo: Mejora la producción láctea en vacas y ganancias de peso en ganado de engorde

2.2.10 Biol

Se trata de un biofertilizante líquido para aplicación foliar, producido por fermentación anaeróbica, es decir, en condiciones sin oxígeno, a partir de residuos vegetales, principalmente leguminosas como alfalfa, arveja, haba y tarwi y excrementos frescos de ganado vacuno, porcino, ovino, aves de corral y cuyes. El producto final se extrae mediante filtración del material digerido, generando un bioabono rico en nutrientes asimilables por vía foliar.

Por lo general, su preparación es artesanal y está orientada a obtener un abono líquido o bioestimulante, que contiene una alta concentración de nutrientes. Este se consigue al filtrar la mezcla, separando la parte líquida de los sólidos (Ribera, J. 2011).

2.2.10.1 Importancia del Biol

El biol, como fertilizante orgánico líquido, contiene compuestos bioactivos que actúan como reguladores del crecimiento vegetal. A diferencia de los fertilizantes convencionales que solo aportan nutrientes en bajas concentraciones, este bioestimulante natural induce respuestas fisiológicas que mejoran el desarrollo de los cultivos. Las aplicaciones agronómicas de este biofertilizante abarcan: el fortalecimiento y desarrollo del sistema radicular, la mejora del follaje al aumentar su extensión, la estimulación de la floración, así como la activación del vigor y la capacidad germinativa de las semillas, lo que en conjunto se traduce en un incremento notable en los rendimientos de cosecha (Cordero, B. 2010).

En Latinoamérica, el biol se emplea ampliamente en la agricultura como una alternativa para disminuir los impactos negativos asociados al uso de productos químicos, que aún son comunes en la región. Su utilización contribuye a reducir la contaminación del suelo y del agua, además de proteger la salud de los agricultores. Entre sus principales beneficios, el biol ayuda a recuperar los cultivos afectados por heladas y ofrece protección contra daños severos causados por insectos (Cordero, B. 2010).

2.2.10.2 Funciones del Biol

Según Martín (2003), el biol ejerce una acción bioestimulante en el metabolismo vegetal, optimizando el balance nutricional como estrategia de protección fitosanitaria. Este efecto se produce mediante la sinergia de diversos compuestos bioactivos presentes en su formulación, incluyendo: Ácidos orgánicos de bajo peso

molecular, Fitohormonas naturales, metabolitos secundarios con propiedades antibióticas, micronutrientes esenciales y sistemas enzimáticos y sus cofactores.

Según Domínguez (2000), los bioles que han sido enriquecidos y han completado su proceso de fermentación, que puede durar entre 30 y 90 días alcanzan un estado de equilibrio que potencia significativamente su efectividad. En algunos casos, sus beneficios pueden superar entre 10 y hasta 100.000 veces las cantidades de nutrientes recomendadas por métodos técnicos convencionales.

2.2.10.3 Ventajas y desventajas del biol

El autor Villamar (2022) destaca varias ventajas del uso del biol en la agricultura:

- Promueve el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas.
- Fortalece la resistencia del cultivo frente a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas como heladas o granizadas.
- Mejora la conservación de nutrientes esenciales, tales como nitrógeno, fósforo, potasio y calcio, gracias al proceso de descomposición en condiciones anaeróbicas, optimizando su disponibilidad para las plantas.
- El nitrógeno presente en el biol se encuentra principalmente en forma amoniacal, lo que facilita su rápida absorción. Según Aedes (2006), este fertilizante orgánico no genera contaminación en el suelo, aire, agua ni en los productos agrícolas.
- Contribuye a incrementar la fertilidad natural del suelo.
- Su elaboración es sencilla y no requiere una fórmula fija, dado que los materiales utilizados pueden variar.

2.2.10.4 Tipos de Biol

Según el autor Restrepo (2007), los tipos de bioles varían según los recursos disponibles en la región y el método de aplicación empleado. Entre los tipos más comunes destacan:

- Biol estándar (uso general).
- Biocida (control de plagas).
- Biol con nutrición dual (hojas y suelo)
- Abono foliar (absorción rápida por las plantas).

El autor Colque. et al (2005) argumentan que, el biol, como abono foliar, es ampliamente utilizado por los agricultores debido a que nutre a la planta a través de

las hojas. Contiene una alta concentración de macro y micronutrientes esenciales que favorecen el desarrollo, aceleran el crecimiento y aumentan el rendimiento productivo de los cultivos.

2.2.10.5 Insumos

El biol puede elaborarse con diferentes tipos de estiércol y plantas, variando según la actividad ganadera (ya sea de bovinos, ovinos, camélidos o animales menores) y la diversidad vegetal propia de cada comunidad (Restrepo, 2007).

2.2.11 Biol Bovino

El biol bovino producido por el biodigestor es un líquido resultante del proceso de digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, como estiércol de ganado. Este biol es rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que lo transforma en un biofertilizante ideal para suelos agrícolas. Según Castro et al. (2020), el biol obtenido de los biodigestores es capaz de optimizar la fertilidad y promover el crecimiento vegetal. Además, el uso de biol bovino contribuye a la sostenibilidad, reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos, lo que mejora el balance ecológico.

Según García y López (2021), el uso de este tipo de biol no solo optimiza el aprovechamiento de los residuos ganaderos, Además, contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al convertir los residuos en un recurso aprovechable.

Tabla 4. Características del biol bovino

COMPONENTE	CANTIDAD
Sólidos Totales	5,6%
Materia Orgánica	38%
Fibra	20%
Nitrógeno	591.25 ppm
Fósforo	96,44 ppm
Potasio	1059.80 ppm
Calcio	3430.00 pm
Azufre	587.50 ppm
Hierro	139.30 ppm
Manganeso	45.92 ppm
Giberelinas	9,7 ng/g
Tiaminas	9,3 ng/g
Riboflavina	83,3 ng/g

Fuente: (Erazo, C. 2024).

2.2.11.1 Elaboración y tiempo de fermentación del biol bovino

Según Colque, et al (2005), la elaboración artesanal del biol tiene el siguiente proceso:

1. Para la elaboración del biol, se inicia incorporando estiércol fresco en un recipiente adecuado, al cual se le añade roca fosfórica, ortiga y alfalfa previamente troceada. Esta mezcla se homogeniza con agua, y posteriormente se integran gradualmente la ceniza, leche, orina de vaca y sal de cocina. Finalmente, se ajusta el volumen del preparado utilizando una proporción de tres partes de agua por una parte de estiércol, asegurando así una adecuada fermentación.

2. Para garantizar un proceso eficiente de fermentación anaeróbica, se recomienda seguir estos pasos:
 - Sellado del biodigestor: Una vez lleno, debe cerrarse herméticamente.
 - Conexión del tubo de biogás: En uno de sus extremos se instala un conducto para la salida del gas metano generado.
 - Control de olores: En la punta del tubo se coloca una botella con agua, la cual actúa como filtro pasivo para neutralizar los gases odoríferos derivados de la descomposición orgánica.
 - Periodo de fermentación: Este sistema debe mantenerse en operación por tres meses para lograr una degradación óptima de la materia prima.

2.2.11.2 Cosecha del Biol bovino

Según lo expuesto por Aedes (2006), el tiempo requerido para cosechar el biol varía en función de las condiciones climáticas, del tipo de envase utilizado y del volumen procesado. En particular, cuando se emplean mangas como recipiente, el proceso de fermentación suele completarse aproximadamente a los tres meses desde su instalación, momento en el cual la materia orgánica y los insumos incorporados ya se han descompuesto por completo. Un indicador claro de que el biol está listo para su recolección es la ausencia de emisión de gases a través de las mangas, además de presentar un color característico marrón verdoso oscuro.

De acuerdo con Cervantes (2005), el proceso de cosecha del biol sigue una secuencia metodológica que garantiza su calidad y aprovechamiento integral:

- Extracción del biol líquido: Retirar la tapa del biodigestor y recolectar el líquido sobrenadante (ubicado en la parte superior del recipiente) utilizando un balde pequeño.

- Filtrado del biol: Pasar el líquido a través de una malla filtrante para eliminar impurezas antes de su almacenamiento en recipientes definitivos.
- Aprovechamiento del residuo sólido: Retirar los sedimentos orgánicos depositados en el fondo del bidón, los cuales pueden aplicarse directamente como abono orgánico en cultivos.

2.2.11.3 Almacenamiento del biol bovino

Según Álvarez (2010), este debe guardarse en envases plásticos herméticos, ubicados en lugares sombreados para evitar la presión interna por fermentación residual. Cervantes (2005) enfatiza la necesidad de protegerlo de la luz solar directa para mantener su estabilidad química, y recomienda agitarlo vigorosamente antes de su aplicación para garantizar la homogeneización del producto, asegurando así una distribución uniforme de sus nutrientes cuando sea utilizado como biofertilizante.

2.2.12 Biol Bovino Enriquecido

El biol bovino puede ser enriquecido con hongos benéficos como *Trichoderma spp.* y *Beauveria bassiana*, mejorando sus propiedades biofertilizantes y de control biológico. *Trichoderma* favorece el desarrollo vegetal y mejora la captación de nutrientes, mientras que, *Beauveria bassiana* actúa contra plagas al infectarlas de forma natural. Según Domínguez et al. (2021), esta combinación fortalece la microbiota del suelo y promueve cultivos más sanos. Rodríguez y Torres (2022) destacan que el biol enriquecido reduce la necesidad de agroquímicos, siendo útil en sistemas agrícolas sostenibles.

La combinación de *Trichoderma spp.* y *Beauveria bassiana* en bioles fortalece el crecimiento vegetal y protege contra plagas de manera simultánea. Según Martínez y Salazar (2022), *Trichoderma* mejora la absorción de nutrientes, mientras que *Beauveria* actúa como agente de control biológico sin afectar organismos benéficos.

Tabla 5. Características del biol bovino enriquecido

COMPONENTE	CANTIDAD
Sólidos Totales	5,6%
Materia Orgánica	38%
Fibra	20%
Nitrógeno	591.25 ppm
Fósforo	96,44 ppm
Potasio	1059.80 ppm
Calcio	3430.00 pm
Azufre	587.50 ppm
Hierro	139.30 ppm
Manganeso	45.92 ppm
Giberelinas	9,7 ng/g
Tiaminas	9,3 ng/g
Riboflavina	83,3 ng/g
<i>Trichodermas</i>	1.0 kg/200 L de biol
<i>Beauveria Bassiana</i>	1.0 kg/200 L de biol

Fuente: (Olivo Brayan, 2025) citado de (Erazo, C. 2024)

2.2.12.1 *Trichodermas*

Trichoderma es un hongo que se encuentra en todo el mundo y que tiene muchas aplicaciones biotecnológicas y ambientales. Produce sustancias que favorece un mejor desarrollo de plantas, enzimas y compuestos volátiles, entre otras cosas. También es usado para controlar biológicamente a otros hongos que causan enfermedades en las plantas, usando diferentes estrategias como la producción de sustancias antibióticas, el parasitismo, la competencia por recursos y la síntesis de metabolitos secundarios (Hernández M, et al., 2019).

- Principales beneficios agrícolas de las *Trichodermas*

Es un microorganismo muy útil en la agricultura, que representa la mayoría de los biofungicidas que se usan en el mundo. Se comercializa como un producto que protege a las plantas de las plagas, las fertiliza, las hace crecer más y mejor, y les facilita el acceso a los nutrientes del suelo o la materia orgánica (Hernández M, et al., 2019).

Diversos estudios han comprobado que este hongo desempeña múltiples funciones valiosas dentro de la agricultura, particularmente en lo relacionado con la protección y salud de las plantas. Entre los beneficios más destacados, se pueden mencionar los siguientes:

- “Estimulador del crecimiento de las plantas: *Trichoderma* es un microorganismo que produce sustancias que estimulan la formación de nuevas raíces en las partes jóvenes de las plantas, haciendo que se reproduzcan más rápido las

células de esos tejidos. Así, las plantas tratadas con *Trichoderma* crecen más rápido que las que no lo están (Chuez, 2018).

- Son capaces de bloquear el desarrollo de patógenos vegetales. Algunas cepas de *Trichoderma* producen compuestos con propiedades antibióticas que interfieren en el crecimiento y actividad de diversos microorganismos que son causantes de enfermedades en plantas (Chuez, 2018).
- *Trichoderma* es un microorganismo capaz de disminuir la dependencia de fertilizantes químicos y pesticidas en cultivos agrícolas. Se ha demostrado que el maíz que tiene *Trichoderma* en sus raíces necesita menos fertilizante con nitrógeno que el maíz sin *Trichoderma*, lo que significa un ahorro de entre el 35 y el 40%. El *Trichoderma* también ayuda a las plantas a aprovechar mejor el fósforo del suelo, que es un nutriente esencial. Así, el *Trichoderma* puede mejorar la salud y la productividad de los cultivos (Chuez, 2018).

2.2.12.2 *Beauveria Bassiana*

Este hongo fue nombrado por primera vez como *Botrytis bassiana* por Beauverie en 1911, pero luego fue reclasificado por Vuillemin en 1912 (Echeverría, 2006). Es un hongo que mata a los insectos al infectarlos por su piel, sin necesidad de que lo coman. Se le llama hongo entomopatógeno porque se reproduce dentro de los insectos. Su desarrollo depende mucho de las condiciones ambientales, como la luz solar, la humedad y la temperatura (Carmenza, Marín, & Benavides, 2009).

Morfología

Se trata de un hongo filamentoso que se reproduce de manera asexual. Al igual que otros hongos entomopatógenos, *Beauveria bassiana* es un organismo eucariótico y heterótrofo, cuyas células presentan paredes ricas en quitina. Este hongo tiene la capacidad de parasitar insectos mediante una combinación de mecanismos químicos y físicos que le permiten ingresar y desarrollarse dentro del hospedador (Echeverría, 2006).

Aplicación

Este hongo se debe aplicar como plaguicida cuando no haya mucho sol, ya que es sensible a la luz solar. Se recomienda hacerlo en la mañana, en días nublados o en la tarde. El agua que se use debe tener un pH entre 5.5 y 7.0 y se debe rociar toda la planta, especialmente las hojas. También se puede usar en el riego, pero se debe

asegurar que el hongo toque al insecto para que lo infecte (EEA, 2022). La cantidad de hongo que se necesita depende de cuánto arroz se haya sembrado.

Modo de acción

Según lo señalado por INTAGRI (2010), *Beauveria bassiana* es capaz de afectar a más de 200 especies diferentes de insectos. Su ciclo biológico incluye dos etapas principales: una fase patogénica, en la que infecta al hospedador, y una fase saprofítica, en la que sobrevive alimentándose de materia orgánica. A continuación, el proceso de desarrollo de este hongo:

- **Adhesión:** La fase inicial de infección por hongos entomopatógenos comienza con la adhesión de las esporas al exoesqueleto del insecto, lo que permite el primer contacto entre ambos organismos (Cuenca, A., 2009).
- **Germinación:** Durante la fase de infección, el conidio del hongo comienza a formar un tubo germinativo, seguido de una estructura especializada llamada apresorio, la cual facilita su adhesión a la cutícula del insecto. Este proceso depende de condiciones ambientales específicas, como una humedad relativa superior al 90% y un rango térmico de 23–25 °C (Pucheta, et al., 2006).
- **Penetración:** Una vez que el hongo se adhiere al insecto, logra penetrar a través de las zonas más blandas del exoesqueleto (CERTIS, 2022). Esta invasión puede producirse mediante dos tipos de mecanismos: físicos, como la aplicación de presión sobre la superficie de contacto, y químicos, a través de la liberación de enzimas degradativas como proteasas, lipasas y quitinasas, que facilitan la ruptura de las barreras estructurales del hospedador.
- **Producción de toxinas:** Al ingresar al interior del insecto, el hongo comienza a desarrollar una red de estructuras miceliales que se expanden y colonizan las cavidades internas del hospedador. Durante este proceso, secreta una toxina conocida como beauvericina, la cual debilita el sistema inmunológico del insecto, permitiendo que el hongo invada de manera más eficiente todos sus tejidos.
- **Muerte del insecto:** Tras la muerte del insecto, su cuerpo sufre un proceso de momificación, y en ambientes húmedos, se observa la formación de una capa de esporas de coloración blanco-amarillenta sobre su superficie.
- **Multiplicación y crecimiento:** Después de que el insecto muere, el hongo continúa su desarrollo al multiplicar sus estructuras infectivas, principalmente

las hifas, las cuales se expanden hasta ocupar por completo los tejidos del hospedador (SOLAGRO, 2019).

2.2.13 Extracto de ALGAS MARINAS

2.2.13.1 ¿Qué es el extracto de algas marinas – Bio20 Plus ¿

Es un bioestimulante orgánico a base de extracto de algas marinas se ha convertido en una alternativa eficaz para mejorar el desarrollo de los cultivos, gracias a su alto contenido de fitohormonas naturales, aminoácidos, vitaminas y minerales. Este tipo de biol actúa directamente sobre el follaje. Según González et al. (2020), los extractos de algas estimulan la fotosíntesis y aumentan la resistencia de las plantas frente a condiciones adversas.

Más allá de su función nutritiva, el biol foliar elaborado con algas marinas refuerza las defensas naturales de las plantas, facilitando su adaptación frente a condiciones de estrés por agua y temperatura. Según estudios de Herrera y Molina (2021), la aplicación foliar de estos extractos incrementa tanto el rendimiento como la calidad de los cultivos, sin generar residuos tóxicos.

Tabla 6. Características del biol extracto de algas marinas – Bio20 Plus

Elemento	Símbolo	Porcentaje (P/V)
Nitrógeno	N	20.00%
Fósforo	P ₂ O ₅	20.00%
Potasio	K ₂ O	20.00%
Magnesio	MgO	1.50%
Zinc	Zn	0.073%
Cobre	Cu	0.073%
Boro	B	0.020%
Molibdeno	Mo	0.0012%

Fuente: (AGROW 2024).

2.2.13.2 Descripción del extracto de algas marinas Bio20 Plus.

BIO20 es un bioestimulante altamente concentrado que contiene extracto de algas (Ecklonia Máxima) al 28%. Además, contiene macro y microelementos. BIO20 es un producto que cuenta con más de 23 materias primas en su composición, siendo el producto más vendido en el mundo por OMEX.

2.2.13.3 Función del extracto de algas marinas Bio20 Plus.

- Favorece la elongación celular, el desarrollo radicular y la brotación gracias a la presencia de auxinas y citoquininas naturales.

- Mejora de la resistencia al estrés abiótico: Ayuda a las plantas a tolerar condiciones adversas como sequía, salinidad, frío o calor extremo (Khan et al., 2009).
- Mejora en la productividad y calidad del cultivo: Se ha observado un aumento en la producción, tamaño y uniformidad de frutos, así como en la concentración de compuestos bioactivos en diversas especies agrícolas.
- Estimulante del sistema inmunológico vegetal: Activa defensas naturales de la planta frente a patógenos, gracias a los polisacáridos sulfatados presentes en las algas.
- Mejoramiento de la estructura y fertilidad del suelo: Incrementa la actividad microbiana y mejora la liberación de nutrientes esenciales para las plantas.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque que es de tipo cuantitativo, porque se realizó la recolección de datos estructurados de manera sistemática y se estudió estadísticamente para rechazar o no la hipótesis nula planteada. Este tipo de enfoque permitió evaluar las distintas dosis de bio insumos orgánicos, evaluando desempeño agronómico de cada tratamiento, así como la productividad y el rendimiento del cultivo de maíz forrajero (*Zea Mays. L*).

3.1.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación fue de campo, porque se realizó en un cultivo a campo abierto, se implementó un ensayo con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), donde se evaluó los diferentes tratamientos a base de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero (*Zea Mays. L*) y se tomó observaciones en las distintas etapas de la investigación.

3.1. HIPÓTESIS

Ho: La aplicación de bioinsumos orgánicos no mejora el rendimiento del cultivo de maíz forrajero.

Ha: La aplicación de bioinsumos orgánicos mejora el rendimiento del cultivo de maíz forrajero.

3.2. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

Variable Independiente:

- El uso de bioinsumos orgánicas en diferentes dosificaciones: Biol de estiércol bovino, Biol bovino enriquecido con beauveria bassiana + trichodermas y extracto de algas marinas.

Variable dependiente

- Desarrollo fenológico del cultivo de maíz forraje
- Rendimiento del cultivo
- Análisis costo/beneficio

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 7. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensiones	Indicadores (cantidad, calidad y tiempo)	Técnicas	Instrumentos
	Porcentaje germinación	de A los 45 días se realizó el conteo por observación de todas las semillas germinadas y el resultado se presentará en %. % Emergencia: $\frac{N^{\circ} \text{ plantas emergidas}}{N^{\circ} \text{ semillas sembradas}} * 100$	- Observación - Manual	-Conteo -Libreta -Registros
	Altura de la planta.	Se selecciono 9 plantas por cada tratamiento, además, se midió en cm desde la base del tallo hasta la yema apical del tallo principal. Se realizo cada 30 días desde el inicio de la floración hasta la cosecha.	- Medición manualmente en cm.	-Libreta de campo -Flexómetro
DEPENDIENTE				
Cultivo de maíz (desarrollo y producción).	Número de hojas	Se selecciono 9 plantas por cada tratamiento, además se realizó la toma del número de hojas a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días después de realizar la siembra	-Observación -Conteo -Registro	-Libreta de campo
La altura del maíz se medirá cada 15 días, después de los 30 días de siembra del cultivo de maíz.	Diámetro del tallo	Se selecciono 9 plantas por cada tratamiento, además, se realizó la toma de tallos a los 30, 60, 90, 120 días después de realizar la siembra.	-Manual	- Pie de Rey
	Rendimiento por tratamiento	A los 180 días luego de la siembra, se pesó la producción en forraje de cada tratamiento en kg.	- Observación -Medición -Registro	- Libreta de campo - Báscula
	Análisis económico	Luego de la cosecha se realizó un análisis económico (Costo / Beneficio) de cada tratamiento utilizado.	-Registro -Cálculos	-Herramientas Informáticas -Programas Estadísticos

	Extracto de algas marinas Bio20 Plus	Se aplico Se aplico extracto de algas marinas según su concentración de casa comercial , cada 15 días después de la siembra (dds)	-Fumigación por aspersión -Registros, toma de datos	-Bomba de fumigar -Esfero -Cuaderno de notas.
		<ul style="list-style-type: none"> - 1lt en 200 lt de agua cada 15 dds 		
INDEPENDIENTE				
La utilización de dos bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero (<i>Zea Mays. L</i>).	Biol bovino	Se aplico biol bovino en diferentes concentraciones , cada 15 días después de la siembra (dds).	-Fumigación por aspersión -Registros, toma de datos	-Bomba de fumigar -Esfero -Cuaderno de notas.
Los bioinsumos orgánicos estimulan los procesos biológicos y ayudan a mejorar la disponibilidad de nutrientes y optimizar la subabsorción (Jardín, 2015).	Biol bovino enriquecido a base de trichodermas + beuveria bassiana	Se aplico biol bovino en diferentes concentraciones , cada 15 días después de la siembra (dds)	-Fumigación por aspersión -Registros, toma de datos	-Bomba de fumigar -Esfero -Cuaderno de notas
<ul style="list-style-type: none"> - 25 % - 5 lt de biol en 15 lt de agua - 50% - 10 lt de biol en 10 lt de agua dds - 75% - 15 lt de biol en 5 lt de agua dds 		<ul style="list-style-type: none"> - 25 % - 5 lt de biol en 15 lt de agua - 50% - 10 lt de biol en 10 lt de agua - 75% - 15 lt de biol en 5 lt de agua 		

Fuente: Olivo, B. (2023)

3.3.3. Variables en estudio

3.3.3.1 Porcentaje de germinación

Después de la siembra, se efectuó un conteo detallado de las plantas que germinaron, tomando como referencia las 75 semillas de maíz sembradas en cada parcela. Para ello, se aplicó la fórmula correspondiente para calcular el porcentaje de germinación.

$$\% \text{ Emergencia: } \frac{N^{\circ} \text{ plantas emergidas}}{N^{\circ} \text{ semillas sembradas}} * 100$$

3.3.3.2 Altura de planta

Primeramente, se señaló con una liga de color blanco las plántulas de las cuales se va a tomar medidas, De cada unidad experimental se seleccionaron nueve plantas que constituyeron las parcelas netas para su identificación posterior. Luego, a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 (dds), se realizó la medición, utilizando un flexómetro en metros (m), desde la base del tallo hasta la base de la espiga. Estos datos se registraron cada treinta días a partir de la primera aplicación de bioles.

3.3.3.3 Diámetro del tallo

Se señaló con una liga de color blanco el tallo muestra de cada una de las nueve plantas que conformaban las parcelas netas, posteriormente a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 (dds) se midió con un pie de rey (cm), a 10 cm sobre el suelo, o también se puede medir la altura del primer nudo basal.

3.3.3.4 Número de hojas

A los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días posteriores a la siembra, se llevó a cabo el conteo manual de las hojas de cada una de las nueve plantas que conformaban las parcelas netas, registrando posteriormente los datos en una libreta de campo.

3.3.3.5 Rendimiento

Luego de los 180 (dds) se cortó todas las plantas existentes en cada unidad experimental, se picó las plantas con la ayuda de una picadora de maíz y se pesó con la ayuda de una balanza la producción de forraje en kg de cada tratamiento de todo el experimento.

3.3.3.6 Análisis económico

Una vez finalizada la recolección del cultivo, se efectuó un análisis costo/beneficio en dólares en base al rendimiento por hectárea (Ha-1) para evaluar los diferentes tratamientos implementados. Este estudio permitió establecer que la producción de maíz forrajero tuvo un costo de \$4 por cada paca de 40 kg.

3.3. MÉTODOS A UTILIZAR

3.4.1. Localización del experimento

La presente investigación se implementó en el Centro Experimental San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, ubicado en el cantón San Pedro de Huaca, el cual se encuentra a una altitud de 2950 msnm, con una temperatura promedio de 12,8°C, la humedad relativa del 75% y una precipitación promedio anual de 770 - 1250 mm. Como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica del experimento

Fuente: (Google Earth, 2023)

3.4.2 Tipo de diseño experimental

La investigación se llevará a cabo con dos tipos de bioinsumos orgánicos y un testigo, en los dos bioinsumos se utilizó tres diferentes frecuencias de aplicación, (7 tratamientos) se aplicará un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para determinar la eficacia de 2 tipo de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero; se utilizó cuatro repeticiones, dando un total de 28 unidades experimentales.

Los bioinsumos orgánicos que se manipularan en esta investigación son elaborados por el investigador con distintas materias primas orgánicas

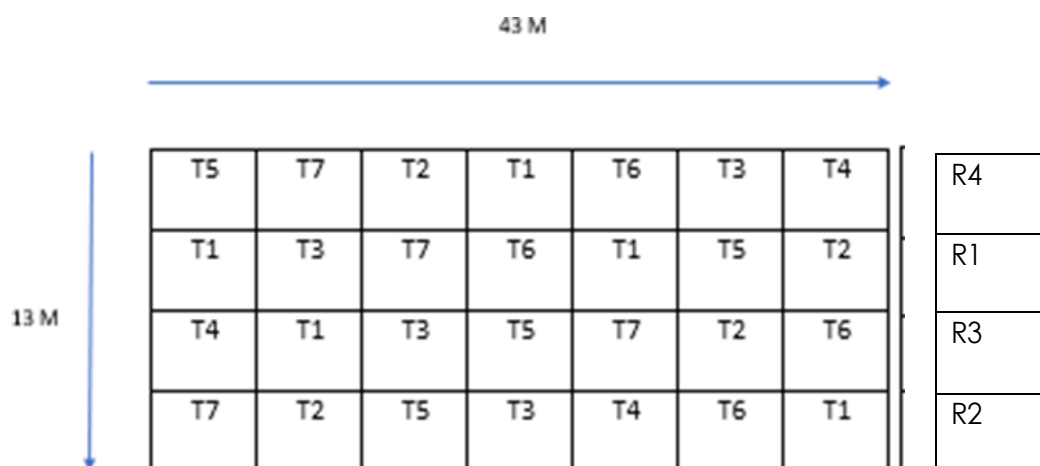
3.4.3 Superficie del ensayo

La investigación tendrá una superficie de 559 m², siendo las dimensiones del terreno, con 43m de ancho y 13 m de largo en el que contiene 28 unidades experimentales con medidas de 5 m de ancho y 2 m de largo. Como se puede observar en la Figura 2.

3.4.4 Distribución del ensayo

Población: el ensayo experimental estuvo compuesto por 700 plantas divididas en 28 unidades experimentales en un área de 559 m² como se puede evidenciar en la figura 2.

Figura 2. Distribución al azar de tratamientos y repeticiones en el experimento.



3.4.5 Distribución de la unidad experimental

Muestra: estuvo representada por 252 plantas divididas en 28 parcelas netas de 2.7 m² cada una en un área total de 10 m².

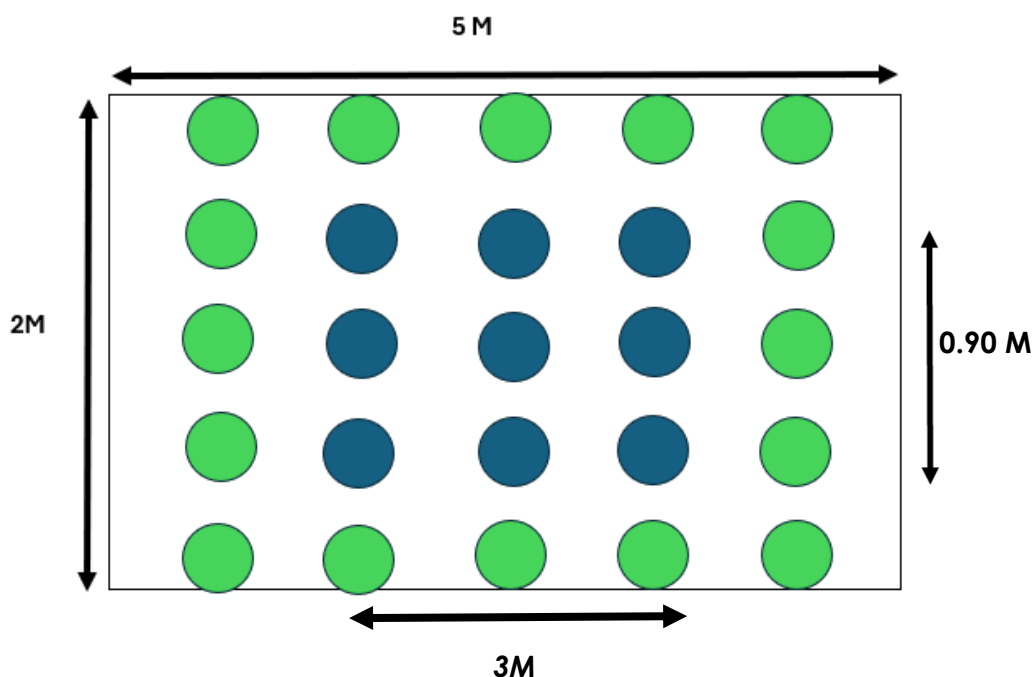


Figura 3. Distribución de la unidad experimental

3.4.6 Tratamientos utilizados

La investigación estuvo conformada por 7 tratamientos, descritos en la tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos utilizados en el diseño experimental

No.	Símbolo	Tratamientos	Dosis de aplicación	Frecuencia de aplicación
1	T1	biol bovino	25 % 5 lt de biol en 15 lt de agua	Cada 15 dds
2	T2	biol bovino	50 % 10 lt de biol en 10 lt de agua	Cada 15 dds
3	T3	biol bovino	75 % 15 lt de biol en 5 lt de agua l	Cada 15 dds
4	T4	biol bovino enriquecido con Trichodermas + beuveria bassiana	25 % 5 lt de biol en 15 lt de agua	Cada 15 dds
5	T5	biol bovino enriquecido con Trichodermas + beuveria bassiana	50 % 10 lt de biol en 10 lt de agua	Cada 15 dds
6	T6	biol bovino enriquecido con Trichodermas + beuveria bassiana	75 % 15 lt de biol en 5 lt de agua l	Cada 15 dds
7	T7	Extracto de algas marinas	1 lt en 200 lt de agua	Cada 15 dds

Elaborado por: Olivo, B.(2023)

3.4.7 Características del experimento

Para la implantación del ensayo se utilizará un Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA) como se evidencia en la tabla 9.

Tabla 9. Características del experimento

DBCA	Dimensiones
Número de tratamientos	7
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	28
Área total del ensayo	559 m ²
Área de la parcela	10 m ²
Distancia entre surcos	1 m
Distancia entre plantas	0,30 m
Plantas por unidad experimental	25
Total de plantas	700

3.5 TÉCNICAS

3.5.1 Análisis de suelo

Antes de iniciar la preparación del terreno, se llevó a cabo un estudio edáfico completo (Anexo) con el fin de cuantificar los niveles de nutrientes disponibles en el sustrato agrícola. Este análisis permitió optimizar la aplicación de bioinsumos, garantizando así un manejo preciso de los recursos y favoreciendo un crecimiento equilibrado del cultivo de maíz.

3.5.2. Preparación del terreno

Se realizaron labores culturales que incluyeron el arado y la roturación del suelo mediante el uso de arado y rastra, con el objetivo de eliminar los residuos vegetales presentes en la superficie. Para lograr una nivelación adecuada del terreno, se emplearon herramientas manuales como el azadón y el rastrillo, lo que permitió deshacer los terrones y obtener una textura uniforme del suelo, favoreciendo así una siembra más eficiente y una mejor germinación de la semilla.

3.5.3 Preparación de la semilla

Para la preparación de la semilla de maíz, se eligieron los granos más grandes, bien desarrollados y sin presencia de enfermedades.

3.5.4 Delimitación de parcelas

Una vez preparado el suelo, se delimitaron parcelas experimentales de 43 m × 13 m (área total: 559 m²), empleando estacas, piola y cinta métrica para marcar 28 unidades de estudio. Esta configuración espacial permite garantizar la uniformidad en la distribución de los tratamientos

3.5.5 Siembra

La siembra se efectuó de manera directa, mediante la apertura de surcos con una profundidad aproximada de 5 cm. Se estableció un distanciamiento de 1 metro entre hileras y de 30 centímetros entre plantas, garantizando una adecuada distribución del cultivo.

3.5.6 Fertilización y aplicación de los tratamientos

Se aplicó las diferentes dosis de bioestimulantes orgánicos por cada tratamiento según la frecuencia de aplicación.

3.5.7 Aporque

El medio aporque se llevó a cabo a los 45 días después de la siembra, mientras que el aporque definitivo se realizó a los 75 días, momento en el que se eliminaron las malezas y las hojas basales amarillentas, incorporándolas posteriormente al suelo mediante remoción.

3.5.8 Deshierba y control fitosanitario

Se realizó deshierbe manual periódico cada 30 días para eliminar malezas competitivas y minimizar su dispersión. Asimismo, el control fitosanitario se implementó mediante la aplicación de agroquímicos autorizados dirigidos a plagas y enfermedades.

3.5.9 Cosecha

La cosecha se efectúa de forma manual al observar que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica.

3.6 RECURSOS

Para llevar a cabo este estudio se emplearon diversos recursos y herramientas esenciales para su desarrollo, con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación de bioinsumos en la productividad del cultivo de maíz forrajero (*Zea mays L.*) bajo las condiciones agroecológicas del Centro Experimental "San Francisco", ubicada en Huaca, provincia de Carchi. A continuación, se detallan los recursos utilizados:

3.6.1 Humanos

En este apartado intervienen el autor de la investigación como sus colaboradores.

3.6.2 Materiales

Corresponde a todos aquellos materiales físicos como:

- Suministros de oficina
- Esferos
- Hojas
- Ensayos
- Artículos científicos, entre otros

3.6.3 Financieros

En este sentido, es necesario planificar un presupuesto sobre todos los gastos que se llevará a cabo en la investigación.

3.6.4 Tecnológicos

Se utilizarán la tecnología como:

- Computadoras de escritorio o portátiles
- Balanza
- Impresoras
- Teléfonos móviles, etc.

3.6.5 Materiales de Campo

- Estacas
- Azadones
- Rastrilló
- Cuerdas
- Pluviómetro
- Letreros
- Libretas de campo
- Piola de amarre

3.6.6 Semillas e insumos

- Semillas de la variedad de maíz forrajero (*Zea mays. L*) INIAP 180
- Fertilizantes
- Bioinsumos

3.6.7 Equipos de campo

- Maquinaria

- Equipos agrícolas
- Tractor
- Bomba de fumigar

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

La investigación se desarrolló empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), conformado por siete tratamientos y cuatro repeticiones, para un total de 28 unidades experimentales. El procesamiento estadístico de los datos se efectuó mediante el software INFOSTAT. Se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5 %, con el propósito de determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y los bloques. Posteriormente, se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad, con el fin de identificar los tratamientos que presentaron diferencias significativas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Porcentaje de germinación

En la tabla 10, el análisis de varianza de la variable porcentaje de germinación se puede observar que el valor de $p < 0.0011$ es inferior al nivel de significancia de la prueba de valor ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que demuestra que, existe una diferencia significativa en esta variable. Además, se analizó el coeficiente de variación cuyo valor fue de 5.80 % con una media de 80.55%.

Tabla 10. ANOVA para la variable porcentaje de germinación a los 45 dds.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	38.42	12.81		
Tratamiento	6	821.62	136.94	6.27	0.0011*
Error	18	393.12	21.84		
Total	27	1253.16			
Media (%)	80.55				
CV%	5.80				

En la Tabla 11, luego de aplicar la prueba de Tukey al 5 % para la variable porcentaje de germinación a los 45 (dds), se determinó que los tratamientos T3 (biol bovino al 75 %) y T5 (biol mejorado al 50 % con *Trichoderma* spp. y *Beauveria bassiana*) no presentan diferencias significativas entre sí. De igual manera, los tratamientos T2 (biol bovino al 50 %), T6 (biol mejorado al 75 %), T4 (biol mejorado al 25 %), T1 (biol bovino al 25 %) y T7 (extracto de algas marinas) tampoco presentan diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, el tratamiento que obtuvo el mejor resultado para esta variable fue T3 (biol bovino al 75 %), con una media del 91,20 %, destacándose significativamente frente a los demás.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5% para la variable porcentaje de germinación a los 45 dds.

Tratamiento	Porcentaje de Germinación (%)	
	Media	Rango
T3	91.20 %	A
T5	86.57 %	A B
T2	77.55 %	B
T6	77.31 %	B
T4	77.31 %	B
T1	77.08 %	B
T7	76.85 %	B

4.1.2 Altura de Planta

En la tabla 12, se muestra los datos del ANOVA aplicado a la altura de las plantas (cm), medida entre los 30 y 180 días (dds). En las etapas iniciales (30, 60 y 90 dds), no se detectaron variaciones significativas entre los distintos tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo, a partir de los 120 dds, se observó un efecto significativo de los tratamientos ($p < 0.05$), lo que sugiere que las diferencias en altura se hicieron más marcadas en las fases avanzadas del crecimiento (120, 150 y 180 dds). Los coeficientes de variación calculados fueron los siguientes: 19.72 %, 28.23 %, 15.08 %, 15.85 %, 10.84 % y 8.51 %.

Tabla 12. ANOVA para la altura de planta (cm) desde los 30 días hasta los 180 dds.

		30 dds	60 dds	90 dds	120 dds	150 dds	180 dds
F.V	G.L	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3						
Tratamiento	6	0.1317 ns	0.1626 ns	0.0426 ns	0.0253*	0.0125*	0.0077*
Error	18						
Total	27						
Media (cm)		22.35	33.41	48.84	69.9	145.06	177.22
CV%		19.72	18.23	15.08	15.85	10.84	8.51

Leyenda. Fv: fuente de variación; grados de libertad; P valor significativo; **: altamente significativo; *: significativo; ns: no significativo; dds: días después de la siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta (cm) desde los 120 hasta los 180 dds, se puede observar que desde los 120 días los tratamientos T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T3 (biol bovino al 75%), T2 (biol bovino al 50%), T1 (biol bovino al 25%), T4 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T7 (Extracto de algas marinas) no presentan diferencia significativa en la investigación, así como también, los tratamientos T3 (Biol enriquecido 75% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T2 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T1 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T4 (biol bovino al 25%), T7 (extracto de algas marinas) y T6 (biol bovino al 75%) tampoco presentan una diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana) presenta

una mejor respuesta a la variable altura de planta a los 120 dds con una media de 86.93 cm difiriendo de los otros tratamientos.

A los 150 dds se observa que los tratamientos T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T3 (biol bovino al 75%), T2 (biol bovino al 50%), T7(Extracto de algas marinas), T4 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T1 (biol bovino al 25%) no se evidencia diferencia significativa dentro de la investigación, así como también, los tratamientos T2(biol bovino al 50%), T7(Extracto de algas marinas), T4 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T1 (biol bovino al 25%) y T6 (Biol enriquecido 75% Trichodermas + Beauveria Bassiana) tampoco presentan una diferencia significativa en la investigación, sin embargo, el tratamiento T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T3 (biol bovino al 75 %) presentan una mejor respuesta a la variable altura de planta a los 150 dds con un promedio de 167 cm y 163.65 cm difiriendo de los otros tratamientos.

A los 180 dds los tratamientos T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T4 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana), T2(biol bovino al 50%), T7 (Extracto de algas marinas) y T1 (Biol bovino al 25%) no presentan diferencia significativa, así como también los tratamientos T3 (biol bovino al 75 %), T2 (biol bovino al 50%), T7 (Extracto de algas marinas), T1 (Biol bovino al 25%), T4 (Biol enriquecido 25% Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T6 (Biol enriquecido 75% Trichodermas + Beauveria Bassiana) tampoco presentan una diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento T5 (Biol enriquecido 50% Trichodermas + Beauveria Bassiana) es el que tiene una mejor respuesta a la variable altura de planta a los 180 dds con una media de 203.28 cm difiriendo de los otros tratamientos.

Tabla 13. Prueba de tukey al 5 % para la variable altura de planta a los 120, 150 y 180 dds.

Tratamiento	120 dds		Tratamiento	150 dds		Tratamiento	180 dds	
	Media (cm)	Rango		Media (cm)	Rango		Media (cm)	Rango
T5	86.93	A	T5	167.00	A	T5	203.28	A
T3	77.53	A B	T3	163.85	A	T3	189.80	A B
T2	71.83	A B	T2	144.25	A B	T2	181.43	A B
T1	66.75	A B	T7	140.83	A B	T7	172.35	A B
T4	66.73	A B	T4	139.23	A B	T1	169.10	A B
T7	62.38	A B	T1	136.58	A B	T4	167.85	B
T6	57.15	B	T6	123.68	B	T6	156.75	B

4.1.3 Número de hojas

En la tabla 14 se puede observar el análisis de varianza (ANOVA) para la variable número de hojas, donde se observa que, a los 30, 60, 90, 120 dds no presenta diferencia significativa entre los tratamientos pues el p – valor es mayor al p – valor establecido ($p < 0.05$). Mientras que, a los 150 y 180 dds se puede observar que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos, los coeficientes de variación fueron 6.43 a los 150dds y 8.63 a los 180 dds. con un p valor de 0.0387 a los 150 dds y 0.0014 a los 180 dds.

Tabla 14. ANOVA para el número de hojas desde los 30 hasta los 180 dds.

		30 dds	60dds	90 dds	120dds	150dds	180dds
F.V	G.L	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3						
Tratamiento	6	0.2182 ns	0.2606 ns	0.6589 ns	0.5016ns	0.0387*	0.0014*
Error	18						
Total	27						
Media (cm)		6.28	7.57	8.60	10.71	13	13.85
CV%		9.35	8.88	7.92	9.48	6.43	8.63

Leyenda. Fv: fuente de variación; grados de libertad; P valor significativo; **: altamente significativo; *: significativo; ns: no significativo; dds: días después de la siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 15, Prueba de tukey al 5 % para la variable número de hojas a los 150 dds, los tratamientos T5 (biol enriquecido al 50 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana), T3 (Biol bovino al 75%), T7 (Extracto de algas marinas), T2 (Biol bovino al 50%) y T1 (Biol bovino al 25%) no presentan diferencia significativa, así como también, los tratamientos T3 (Biol bovino al 75 %), T7 (Extracto de algas marinas), T2 (Biol bovino al 50 %) T1 (Biol bovino al 25 %), T6 (biol enriquecido al 75 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T4 (biol enriquecido al 25 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana) tampoco presentan diferencia significativa, sin embargo, para la variable número de hojas a los 150 dds el tratamiento T5 fue el que mejor resultados tuvo con un promedio de 14.25 hojas difiriendo de los otros tratamientos.

A los 180 dds se observa que el Tratamiento T5 (biol enriquecido al 50 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana) no presenta diferencia significativa, así como, los tratamientos T1 (Biol bovino al 25%), T7 (Extracto de algas marinas,), T3 (Biol bovino al 75%), T2 (Biol bovino al 50%), T4 (biol enriquecido al 25 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana) y T6 (biol enriquecido al 75 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana). Sin embargo, el tratamiento T5 (biol enriquecido al 50 % (Trichodermas + Beauveria Bassiana) es el que difiere de los otros tratamientos con un promedio de 17 hojas a los 180 dds.

Tabla 15. Prueba de tukey al 5% para la variable número de hojas.

Tratamiento	150 dds		Tratamiento	180dds	
	Media	Rango		Media	Rango
T5	14.25	A	T5	17.00	A
T3	13.50	A B	T1	14.00	B
T7	13.00	A B	T7	13.50	B
T2	13.00	A B	T3	13.50	B
T1	12.75	A B	T2	13.50	B
T6	12.25	B	T4	13.00	B
T4	12.25	B	T6	12.50	B

4.1.4 Diámetro del tallo

En la tabla 16 se puede observar que para la variable diámetro del tallo (mm), desde los 30 hasta los 120 dds no existe diferencia significativa entre los tratamientos aplicados ($p > 0.05$). Así mismo, a partir de los 150 y 180 dds se evidencia que existe una diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p – valor es menor al establecido ($p < 0.05$). Así mismo se presentó un coeficiente de variación de 16.69%, 16.49%, 12.51%, 10.06%, 8.04% y 6.69 % lo que quiere decir que si es aceptable porque no supera el 20 %.

Tabla 16. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo.

F.V	G.L	30 dds	60dds	90 dds	120dds	150dds	180dds
		p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor	p-valor
Bloques	3						
Tratamiento	6	0.7639 ns	0.7152 ns	0.1339 ns	0.3876ns	0.0553*	0.0018*
Error	18						
Total	27						
Media (mm)		1.54	1.86	2.36	2.75	3.08	3.41
CV%		16.69	16.49	12.51	10.06	8.04	6.69

Leyenda. Fv: fuente de variación; grados de libertad; P valor significativo; **: altamente significativo; *: significativo; ns: no significativo; dds: días después de la siembra; CV: coeficiente de variación.

En la tabla 17, de acuerdo con la prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo, se observa que el tratamiento T3 (Biol bovino al 75 %), T6 (biol enriquecido 75% Trichodermas + beauveria bassiana), T2 (Biol bovino al 50%), T5 (biol enriquecido 50% Trichodermas + beauveria bassiana), T1 (Biol bovino al 25%) y T4 (biol enriquecido 25% Trichodermas + beauveria bassiana) no presentan diferencia significativa, así como también, el tratamiento T7 (Extracto de algas marina) no presenta diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento que mejor respuesta tuvo a la variable diámetro del tallo a los 150 dds fue el T3 (Biol bovino al 75 %) con una media de 3.45 cm por lo que difiere de los otros tratamientos.

A los 180 dds el tratamiento T3 (biol bovino al 75%) y el T6 (biol enriquecido 75% Trichodermas + beauveria bassiana) no presentan diferencia significativa, así como también, los tratamientos T5 (biol enriquecido 50% Trichodermas + beauveria bassiana), T2 (biol bovino al 50%), T1 (biol bovino al 25%), T4 (biol enriquecido 25% Trichodermas + beauveria bassiana) y T7 (extracto de algas marinas) no presentan diferencia significativa, sin embargo, el tratamiento T3 (biol bovino al 75%) es el que mejor respuesta tuvo a la variable diámetro del tallo a los 180 dds con una media de 3.93 difiriendo así de los otros tratamientos

Tabla 17. Prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro del tallo a los 150 y 180 dds.

Tratamiento	150 dds		Tratamiento	180 dds	
	Media	Rango		Media	Rango
T3	3.45	A	T3	3.93	A
T6	3.23	A B	T6	3.63	A B
T2	3.08	A B	T5	3.38	B
T5	3.05	A B	T2	3.33	B
T1	3.03	A B	T1	3.25	B
T4	2.93	A B	T4	3.20	B
T7	2.85	B	T7	3.18	B

4.1.5 Rendimiento

En la tabla 18, el análisis de varianza para la variable rendimiento por tratamientos se observa que el valor de $p < 0.0001$, es menor al nivel de significancia de la prueba ($p < 0.05$) entre los tratamientos, por lo tanto, se demuestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos. Además, el coeficiente de variación para esta variable es de 2.93 % con una media de 44.36 kg.

Tabla 18. ANOVA para la variable rendimiento por tratamientos.

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Bloques	3	9.86	3.29		
Tratamiento	6				
Error	18	1257.13			
Total	27	30.76	209.52	122.62	0.0001 **
Media (kg)	44.36	1297.75	1.71		
CV%	2.93				

En la tabla 19, tras realizar la prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento (kg) a los 180 dds, se evidenció diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el T5 (biol enriquecido 50% Trichodermas + beauveria bassiana) es el mejor y difiere de los demás tratamientos presentando una media de 59.35 (kg) en 60 m².

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento de forraje en kilogramos a los 180 dds.

Tratamiento	Medida	Rango
T5	59.35	A
T3	46.96	B
T7	45.00	B C
T1	42.10	C D
T6	41.96	C D
T4	40.13	D
T2	37.00	E

4.1.5.1 Rendimiento de forraje de maíz en Kg en Ha-1

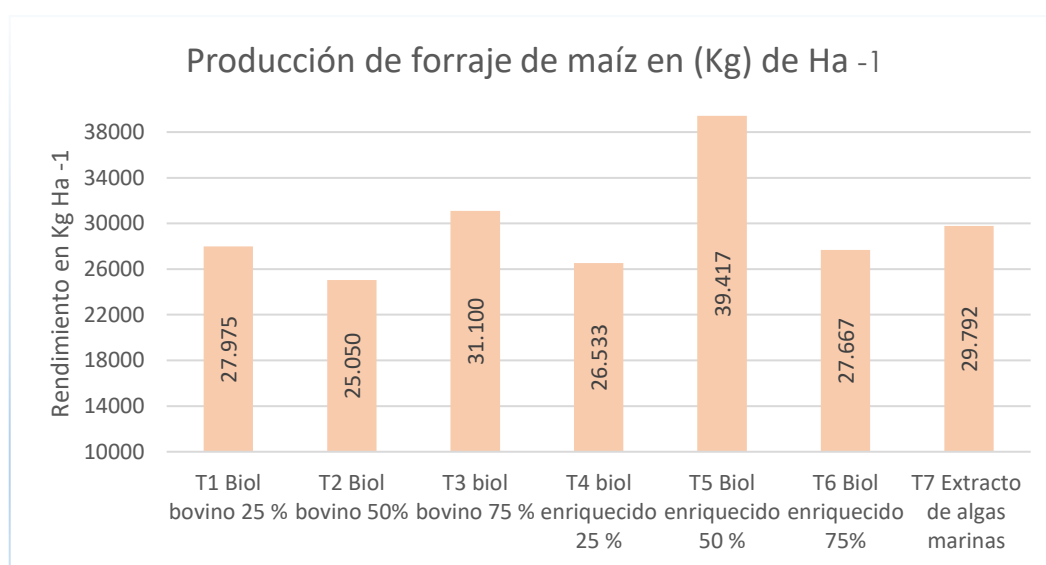


Figura 4. Rendimiento de forraje de maíz en Kg en Ha-1

4.1.6 Relación Costo – Beneficio

A continuación, presenta el análisis económico costo - beneficio de los siete tratamientos experimentales evaluados en la investigación. La información se estructura mediante indicadores económicos fundamentales que incluyen: costos de producción por hectárea, rendimiento expresado en pacas de 40 kg ha⁻¹, precio unitario de comercialización, ingreso bruto total, utilidad neta y relación costo-beneficio.

El precio de venta se estableció en \$4.00 USD por paca de 40 kg, valor que se mantuvo constante para todos los tratamientos con el propósito de garantizar la comparabilidad de los resultados económicos.

Según los datos presentados en la Tabla 20, todos los tratamientos generaron beneficios económicos. No obstante, el T5 (Biol enriquecido 25% (Trichodermas +

beauveria bassiana) registro mejor rentabilidad de \$0.75 centavos por cada dólar invertido.

Tabla 20. Relación costo – beneficio con un precio de venta de 4\$ por pacas.

Tratamientos	\$ Costo de producción (USD)	Producción (Kg ha ⁻¹)	Producción pacas de 40 Kg	Venta (4\$)	Utilidad neta (\$)	C/B
T1: Biol bovino al 25%	1994.4	27975.00	699.38	2797.52	803.10	0.40
T2: Biol bovino al 50 %	2170.65	25050.00	626.25	2505.00	334.35	0.15
T3: Biol bovino al 75 %	2346.90	31100.00	777.50	3110.00	763.10	0.33
T4: Biol bovino enriquecido 25% (<i>Trichodermas</i> + <i>beauveria bassiana</i>)	2038.15	26533.30	663.33	2653.32	615.18	0.30
T5: Biol bovino enriquecido 50% (<i>Trichodermas</i> + <i>beauveria bassiana</i>)	2258.15	39416.70	985.42	3941.68	1683.18	0.75
T6 Biol bovino enriquecido 75% (<i>Trichodermas</i> + <i>beauveria bassiana</i>)	2478.15	27666.70	691.67	2766.68	288.52	0.12
T7 Extracto de algas marina	1959.00	29791.70	744.79	2979.16	1020.17	0.52

4.2 DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación evidencian que el tratamiento T3 (biol bovino al 75%) fue el más efectivo, alcanzando un 91.20% de germinación a los 45 (dds), superando a los demás tratamientos evaluados. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Andrade (2021), quien, al evaluar bioinsumos en el cultivo de frutilla, obtuvo un 99.26% de germinación. La similitud en los resultados respalda la eficacia de los bioinsumos como alternativa para mejorar la germinación, aunque las diferencias porcentuales podrían atribuirse a variables como el tipo de cultivo, las condiciones experimentales o la composición del biol utilizado.

A partir de los 120, 150 y 180 (dds), se evidenciaron diferencias significativas en la altura de las plantas. El tratamiento T5 (biol enriquecido al 50 % con *Trichodermas* spp. + *Beauveria bassiana*) mostró la mayor eficacia durante el desarrollo del cultivo, con alturas promedio de 86.93 cm (120 dds), 167.00 cm (150 dds) y 203.28 cm (180 dds). Estos resultados confirman que el T5 es un bioestimulante foliar de alto rendimiento,

destacando el potencial de los bioestimulantes orgánicos para optimizar el crecimiento y desarrollo vegetal.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Ayala (2023), quien determinó que el uso de biol enriquecido con *Trichoderma harzianum* (T2) incrementó significativamente la altura de las plantas en comparación con otros tratamientos. Además, el estudio respalda que estos microorganismos mejoran parámetros morfológicos clave, favoreciendo el desarrollo integral del cultivo.

Para el número de hojas a los 150 dds el tratamiento que sobresalió de los demás fue el T5 (biol enriquecido *Trichoderma* spp + *Beauveria bassiana*) con una media de 14 hojas por planta siendo así el T5 el que difiere de los demás tratamientos. Mientras que, a los 180 dds se presentó una media de 17 hojas por planta. Demostrando que el uso de bioles enriquecidos los cuales ayudan en una mayor emisión de hojas. Así mismo, Contreras, H.(2016) menciona que la aplicación de bioles con *Trichoderma* incrementa hasta un 20-30% el área foliar en cultivos como maíz, mientras que *Beauveria* reduce el daño por plagas que limitan el crecimiento vegetativo. También coincide con los resultados dentro de esta investigación, donde el tratamiento T5 mostró mayor vigor en el número de hojas. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Bonilla (2013), quien en su investigación sobre la Evaluación de dos híbridos de maíz (*Zea Mays*) usando diferentes dosis de biol determinó que la aplicación de bioestimulantes incrementó significativamente en la producción de hojas en este cultivo.

para la variable diámetro de tallo se obtuvieron aplicando el T3 (biol bovino al 75%) con una media de 3.93 cm, lo que no concuerda con lo investigado por Erazo (2025) quien al utilizar biol bovino al 75 % a los 210 dds obtuvo un promedio de 2.15 cm, también, los mejores resultados se evidenciaron utilizando biol porcino al 75 %.

Los resultados demuestran que el tratamiento T5 (Biol enriquecido al 50 % con *Trichoderma* y *Beauveria bassiana*) fue el que obtuvo el mayor rendimiento (59.35 kg/parcela). Este incremento coincide con los hallazgos de Vallejo (2023), quien reportó 67 kg/parcela en maíz usando Biol + Humus, y con Gordón (2023), quien también observó aumentos significativos en fresa con aplicaciones similares.

Finalmente, el análisis de la relación costo-beneficio (C/B) todos los tratamientos generan una ganancia relativa, el tratamiento T5 presenta un C/B de 0.75 dólares por cada dólar invertido, destacándose como la opción más eficiente, estos hallazgos

coinciden con lo reportado por Ayala (2024), quien obtuvo una C/B de 0.89 dólares por dólar invertido en cultivo de lechuga, confirmando la viabilidad económica de intervenciones similares. Asimismo, Vallejo (2023) demostró que el uso de bioles combinados con humus incrementa la rentabilidad, alcanzando una C/B de 2.00 dólares por dólar invertido.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La aplicación de bioinsumos orgánicos en diferentes dosificaciones evaluados demostró un impacto favorable en el crecimiento del maíz forrajero. Estos tratamientos mejoraron significativamente parámetros agronómicos clave, como la tasa de germinación, el desarrollo en altura, el grosor del tallo y la producción de hojas. Además, se observó un incremento en el rendimiento del cultivo junto con una relación costo-beneficio favorable.

Los tratamientos T5 (Biol bovino enriquecido con *Trichodermas* + *beauveria bassiana*) y T3 (Biol bovino al 75 %) alcanzaron los mejores resultados en cuanto al rendimiento del cultivo de maíz variedad forrajera con 39.417 Kg/Ha⁻¹ y 31.100 Kg/Ha⁻¹

Respecto con el análisis económico, se evidenció que todos los tratamientos resultaron rentables. Entre ellos, el T5 (Biol bovino enriquecido con *Trichodermas* + *beauveria bassiana*) presentó mejor relación costo – beneficio, con una rentabilidad de 0.75 centavos por dólar invertido. Por su parte el T7 (extracto de algas marinas) también evidenció rentabilidad, generando 0.52 centavos por dólar invertido.

5.2 RECOMENDACIONES

- Capacitar a los productores sobre los beneficios del uso de bioinsumos orgánicos en el cultivo de maíz forrajero, promoviendo prácticas sostenibles que reduzcan la dependencia de insumos químicos sintéticos y mejoren la calidad del forraje.
- Realizar investigaciones orientadas a evaluar cómo diferentes dosis y periodos de aplicación de bioinsumos orgánicos influyen en el desarrollo y productividad del maíz forrajero, con el propósito de determinar estrategias de manejo más eficientes y sostenibles.
- Fomentar investigaciones centradas en la combinación de diversos bioinsumos orgánicos que actúen de mejor manera para potenciar la productividad y el valor nutricional del maíz forrajero.

- Impulsar nuevas líneas de investigación orientadas a mejorar la nutrición de los cultivos a través de biofertilizantes ecológicos, al mismo tiempo que se promueve la rehabilitación de los suelos y el manejo sostenible de los recursos naturales.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abello, C. (2022). Evaluación de bioestimulantes a base de aminoácidos y quitosano en el crecimiento y rendimiento de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero [Tesis de pregrado, Bogotá].
- Aguilar Litardo, J. F. (2019). Evaluación de los diferentes niveles de fertilización con NPK en el cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en condiciones de secano en la zona de Ventanas [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
- Aguilar-Pérez, R., Torres-Castillo, J. A., & Rodríguez-Herrera, R. (2019). Efecto del biol enriquecido con *Trichoderma harzianum* sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1023–1033.
- Agrow Ecuador. (2024). Ficha técnica BIO20: Emulsión concentrada de extracto de algas (*Ecklonia máxima*) al 28 %. Agrow Ecuador.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). *Agroecología: Ciencia y política para una agricultura sustentable*. Icaria Editorial.
- Andrade Pinto, J. L. (2021). Evaluación del efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos mediante sistema de riego por goteo para la producción del cultivo de frutilla orgánica (*Fragaria ananassa* var. albión) en el sector del barrio 10 de agosto de la ciudad de Ibarra en la provincia de Imbabura [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra]. Repositorio Institucional PUCE. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/d7ff7630-c62d-4796-b7d1-7f0420c6ff89>
- Arana Cuenca, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. SciELO.
- Borja, V. (2017). Análisis de riesgo de plagas de granos de maíz (*Zea mays* L.) para consumo, originarios de Colombia [Tesis de pregrado, Quito].
- Carmenza, B., Marín, P., & Benavides, P. (2009). Claves para el éxito del hongo *Beauveria bassiana* como controlador biológico. Cenicafé. <https://biblioteca.cenicafe.org/jspui/bitstream/10778/346/1/avt0384.pdf>
- Castro, J., et al. (2020). Efectos del biol bovino en la fertilidad del suelo. *Journal of Agricultural Sustainability*, 12(3), 45–56.
- Castro, H., Rodríguez, J., & Mendoza, A. (2019). Conservación de forrajes: técnicas de ensilaje en sistemas ganaderos tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32(1), 45–55. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n1a05>

- Chacón, G., Álvarez, L., Muñoz, P., & Ruiz, F. (2020). Impacto del estrés hídrico en sistemas ganaderos andinos. *Journal of Andean Agriculture*, 8(2), 112–125.
- Chuez, J. (2018). *Trichoderma harzianum* en el control de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo [Tesis de pregrado, Babahoyo].
- Contreras-Cornejo, H. A., Macías-Rodríguez, L., del-Val, E., & Larsen, J. (2016). Ecological functions of *Trichoderma* spp. and their secondary metabolites in the rhizosphere: Interactions with plants. *FEMS Microbiology Ecology*, 92(4), fiw036. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiw036>
- Cordero Beltran, I. M. (2010). Aplicación de biol a partir de residuos ganaderos, de cuy y gallinaza en cultivos de *Raphanus sativus* L. para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura [Tesis de pregrado, Cuenca].
- Domínguez, A., Méndez, J., & Carvajal, L. (2021). Aplicación de *Trichoderma* spp. y *Beauveria bassiana* en biofertilizantes líquidos para el manejo sostenible de cultivos. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2), 204–213.
- Echeverría, F. (2006). Caracterización biológica y molecular de aislamientos del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bálsamo) Vuillemin [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
- Elizondo Salazar, J. A. (2015). Calidad nutricional y consumo de forraje de maíz (*Zea mays*) y forraje de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con o sin alimento balanceado en cabras. *Nutrición Animal Tropical*, 9(2), 11–26.
- Espinoza, R. M., García, J. L., & Martínez, A. P. (2018). Producción y calidad nutricional del maíz forrajero en sistemas intensivos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 108-125.
- Farmagro. (2018). La importancia del maíz en el Ecuador. <https://farmagro.com.ec/new/la-importancia-del-maiz-en-el-ecuador/>
- García, M., & López, R. (2021). Impacto de los biodigestores en la producción de biol para la agricultura sostenible. *Revista de Innovación Ambiental*, 9(4), 234–247.
- García, M., Pérez, J., & López, R. (2019). Efecto de bioinsumos en la productividad y resistencia al estrés hídrico en cultivos forrajeros. *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(2), 78–85. <https://doi.org/10.1234/ras.v14i2.2019>
- Gómez, R., Castillo, P., & Vega, M. (2021). Efectos de bioinsumos en la productividad y sostenibilidad de cultivos forrajeros. *Agricultura y Ambiente*, 45(1), 30–38.
- González, A. M., & Rodríguez, P. J. (2020). Eficiencia nutricional del ensilaje de maíz en sistemas ganaderos intensivos. *Revista de Nutrición Animal*, 15(3), 78–89.
- González-Alcántara, J. E., Herrera-Haro, J. G., Barrón-Bravo, O. G., Rojo-Rubio, R., & Kholif, A. E. (2020). Análisis productivo de la suplementación con ensilado de



- maíz en sistemas ganaderos de doble propósito. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(2), 1–12. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2914>
- González, J., Ramírez, M., & Torres, L. (2020). Evaluación del rendimiento del maíz forrajero bajo sistemas de fertilización orgánica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 145-156. <https://doi.org/10.1234/rlca.v12i3.2020>
- González, L., Pérez, M., & Ríos, C. (2020). Efecto de extractos de algas marinas en el desarrollo de cultivos agrícolas. *Revista de Ciencias Agrarias*, 37(1), 55–63.
- Gordón, E. (2023). Evaluación de dosis y frecuencia de aplicación de biol sobre la productividad en el cultivo de fresas (*Fragaria*) en el Centro Experimental San Francisco. <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/1940/1/468-gordon-estrada-edgar-david.pdf>
- Guacho, F. (2014). [Título de la tesis] [Tesis de pregrado, ESPOCH]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13t0793.pdf>
- Hernández, F., & Martínez, L. (2019). Uso de biofertilizantes en la agricultura sostenible: Impactos económicos y ambientales. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 36(2), 112–120.
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R., & Alarcón, A. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35(1), 98–112. <https://doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Herrera, J., & Molina, A. (2021). Aplicación foliar de extractos de algas marinas en cultivos hortícolas: Beneficios y perspectivas. *Agroecología Tropical*, 18(2), 88–96.
- Infoagro. (n.d.). El cultivo del maíz. <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>
- Intagri. (2010). *Beauveria bassiana* en el control biológico de patógenos. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/beauveria-bassiana-en-el-control-biologico-de-patogenos>
- Jaen Ribera, B. (2011). Guía para la preparación y uso del biol.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithviraj, B. (2009). Extractos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y desarrollo vegetal. *Revista de Regulación del Crecimiento Vegetal*, 28(4), 386–399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- López, A., & Martínez, C. (2019). Impacto del uso excesivo de fertilizantes químicos en la salud del suelo. *Ciencia y Ambiente*, 18(2), 98-110. <https://doi.org/10.5678/cya.2019.18210>

- López, C. A., & Hernández, M. R. (2020). Rendimiento y composición del maíz forrajero bajo diferentes sistemas de manejo. *Agrociencia*, 54(3), 81-95.
- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E. (2011). *La bioquímica del ensilaje* (2.ª ed.). Chalcombe Publications.
- Martínez, F., Gómez, L., & Rodríguez, P. (2019). Impacto de los agroquímicos en la calidad del suelo y su biodiversidad. *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 89–98.
- Martínez, J. (2022). *Fertilización orgánica en maíz forrajero*. Editorial Abya-Yala.
- Martínez, P., Gómez, L., & Fernández, R. (2020). Impacto de bioinsumos en la sostenibilidad agrícola y la calidad del suelo. *Agricultura y Medio Ambiente*, 18(2), 67–74.
- Martínez, R., & Salazar, D. (2022). Interacción de hongos benéficos en bioinsumos agrícolas: *Trichoderma* y *Beauveria bassiana*. *Revista Latinoamericana de Microbiología Aplicada*, 14(2), 98–105.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2019). Requerimientos agroclimáticos del cultivo de maíz. <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha02-maiz.pdf>
- Navarrete, A. (2020). Aplicación de dos bioestimulantes agrícolas en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el Recinto del Deseo, Guayas [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Núñez, J. A., Marcial, J. A., Salinas, J. J., Jiménez, J. A., & Ramírez, J. A. (2016). Edad de corte en la composición química del ensilado de maíz blanco Asgrow-7573. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(13), 3067–3079. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i13.179>
- Palma Mosquera, E. P. (2013). Efecto del biofertilizante Fertibacter-Maíz en complementación con la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Cantón Espejo, Provincia del Carchi [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo].
- Pérez, J. M. (2018). Costos y rentabilidad en la producción de cultivos forrajeros: Un análisis para la agricultura familiar. *Revista Latinoamericana de Agricultura*, 25(3), 112–119.
- Pérez, M., Gómez, L., & Rodríguez, J. (2021). Biofertilizantes y su impacto en la agricultura sostenible. Editorial Agroecología.
- Pérez, R., Sánchez, F., & Gómez, D. (2021). Aplicación de bioinsumos para la mejora de cultivos agrícolas: una revisión. *Agronomía Tropical*, 34(1), 23-35. <https://doi.org/10.4321/at.v34i1.2021>

- Pucheta, D., Flores, A., Rodríguez, S., & de la Torre, M. (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(12), 856–860. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>
- Ramírez, D. (2022). Fertilización orgánica con extractos de algas: Impacto en la producción sostenible. *Ciencia y Agricultura Ecológica*, 12(3), 101–109.
- Ramírez, V., & Sánchez, P. (2022). Dosificación de bioinsumos orgánicos y su efecto en la producción de maíz forrajero. *Revista de Investigación Agrícola*, 40(4), 210–220. <https://doi.org/10.9876/ria.v40i4.2022>
- Reva, M. (2022). Estudio de la eficacia agrícola de un gel inoculante micorrízico ultrapuro de última generación [Tesis de maestría, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/handle/10396/23573>
- Rodríguez, E., & Torres, M. (2022). Efectividad del biol enriquecido con hongos benéficos en el control de plagas y nutrición vegetal. *Agroecología y Desarrollo*, 18(1), 112–121.
- Salgado-García, M. A., Mendoza-Labrador, D., & Zamora, R. G. (2020). Bioinsumos agrícolas: Fundamentos y aplicaciones*. Editorial Universidad Autónoma Chapingo.
- Santin, E. (2017). Efecto de la aplicación del biol en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro [Tesis de pregrado, Honduras].
- ScienceDirect Topics. (s.f.). Corn silage – an overview. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/corn-silage>
- Silva, A., & Torres, M. (2018). Restauración de suelos agrícolas mediante biofertilizantes orgánicos. *Revista de Ciencias del Suelo*, 22(3), 45–53.
- Solagro. (2019). *Beauveria bassiana*, ¿cómo actúa frente a plagas? Soluciones Agrosostenibles.
- Spoelstra, S. F., Elferink, S. J. W. H., & Driehuis, F. (2018). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal, 178, 45–62.
- Statista. (2024). Maíz: principales países productores en el mundo en 2023/2024. <https://es.statista.com/estadisticas/476017/produccion-mundial-de-maiz-por-pais/>
- Vásquez, A. (2017). Efecto de tres dosis de fertilización en el rendimiento de tres variedades de maíz en Cutervo [Tesis de pregrado].

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de Sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR


ESTUDIANTE: Brayan Fabian Olivo Enríquez	CÉDULA DE IDENTIDAD: 0402135115
PERIODO ACADÉMICO: 2025 B	
PRESIDENTE TRIBUNAL: MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI	DOCENTE TUTOR: Ph.D. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE: MSC. HADDY DANIELA JÁCOME LUCERO	
TEMA DEL TIC: Evaluación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el cultivo de maíz (Zea mays. L) variedad forrajero en el Centro Experimental San Francisco - Huaca	

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,50	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,50	Revisar formato de los nombres científicos
3	METODOLOGÍA	7,50	
4	RESULTADOS	7,50	Actualizar el formato de las tablas ANOVA y Tukey
5	DISCUSIÓN	7,50	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,50	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,50	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CAUIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,50	Revisar formato de las referencias


Obteniendo una nota de: **7,50** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.


Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **jueves, 30 de octubre de 2025**



MSC. GUILLERMO ALEXANDER JÁCOME SARCHI
PRESIDENTE TRIBUNAL



Ph.D. SEGUNDO RAMIRO MORA QUILISMAL
DOCENTE TUTOR



MSC. HADDY DANIELA JÁCOME LUCERO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: OLIVO ENRÍQUEZ BRAYAN FABIAN				
DATE: Jueves, 13 de noviembre de 2025				
Topic: "Evaluación de bioinsumos orgánicos en distintas dosificaciones en el cultivo de maíz (Zea Mays. L)variedad forrajera en el Centro Experimental San Francisco - Huaca"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.**

Autor: OLIVO ENRÍQUEZ BRAYAN FABIAN,

Fecha de recepción del abstract: Martes, 11 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Jueves, 13 de noviembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:


Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

Anexo 3. Análisis de Biol Bovino




















LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


DATOS DE PROPIETARIO Nombre: BRAYAN OLIVO Ciudad: Tulcán Teléfono: 0978691965	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Huaca Parroquia: Huaca Sitio: Finca UPEC
DATOS DEL LOTE Sitio: Finca UPEC Superficie: Número de Campo: BIOL VACUNO Cultivo Actual: A Cultivar:	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11821 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Orgánica, Biol vacun Fecha de Ingreso: 2024-03-08 Fecha de Reporte: 2024-03-13

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	446.25	ppm	
P	56.40	ppm	
S	247.50	ppm	
K	27.46	meq/100 ml	
Ca	10.73	meq/100 ml	
Mg	9.15	meq/100 ml	
			BAJO MEDIO ALTO
Zn	14.36	ppm	
Cu	0.87	ppm	
Fe	128.22	ppm	
Mn	19.10	ppm	
			BAJO MEDIO ALTO
B	1.30	ppm	
			BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH			0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0 
			Acido Lig. Acido Pract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
			BAJO MEDIO ALTO
Ce	6.010	mS/cm	
			No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino
MO		%	
			BAJO MEDIO ALTO

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena Limo Arcilla	
1.17	0.33	0.72	47.34				

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio





Anexo 4. Costo de Producción de una Hectárea

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR UNA HECTAREA DE MAÍZ				
CULTIVO: MAÍZ VAR. FORRAJERA			SISTEMA: SEMITECNIFICADO	
PROVINCIA: CARCHI			CANTÓN: TULCÁN	
RESPONSABLE: MsC. RAMIRO MORA			FECHA:	
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1. Mano de Obra				
Surcado	8	Jornal	13	104,00
Siembra Fertilización	10	Jornal	13	130,00
Deshierbas/ aporque	16	Jornal	13	208,00
Fumigación	10	Jornal	13	130,00
Cosecha/ acarreo	8	Jornal	13	104,00
Sellado	2	Jornal	13	26,00
				702,00
				18,17264008
2. Semilla				
Variedad Forrajera INIAP 180	30	Kg	4	120,00
				120,00
				3,106434202
3, BIOFERTILIZANTES - FERTILIZANTES				
Biol bovino al 75 %	350	Litros	0,75	262,50
Biol bovino al 50 %	350	Litros	0,5	175,00
Biol bovino al 25 %	350	Litros	0,25	87,50
Biol bovino mejorado al 75%	200	Litros	3	600,00
Biol bovino mejorado al 50%	200	Litros	2	400,00
Biol bovino mejorado al 25%	200	Litros	1	200,00
Extracto de algas marinas	16	Litros	8	128,00
Fertilizante Triple 15 (15-15-15)	100	Kg	0,8	80,00
				1933,00
				50,0394776
4, Fitosanitarios				
Bacillus thuringiensis (Bathutic)	1	Litros	10	10,00
Manzate °80 (Mancozeb)	2	Litros	13	26,00
Clorpilaq 48 (Clorpirifos)	1	Litros	12	12,00
Adherente	100	MI	0,07	7,00
				55,00
				1,423782343
5. Maquina/ equipos/ materiales				
Análisis de suelo	1	Análisis	40	40,00
Arada/ rastra/ surcado	5	horas	20	100,00
Picadora	1	día	50	50,00
				190,00
				4,91852082
6. POSCOSECHA				
Paja Plastica	1	Rollo	9,5	9,50
Empaques	700	Fundas	0,2	140,00
Transporte	2	camión	45	90,00

Melaza	15	canecas	10	150,00	
				389,50	10,08296768
I.- SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				3389,50	
II.- SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS					
Administración/asistencia téc. (10%)				353,45	
Renta de la tierra (20 USD ha/mes- 6 meses)	6	meses	20	120,00	
				473,45	12,25617727
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (\$/Ha.)				3862,95	100
Rendimiento (kg/ha)				22,361,35	
Total de Bolsas (40 kg/ U)				559,03	
Precio unitario (\$/kg)				4,00	
Ingreso Bruto (Total (\$)				2236,12	
Utilidad Neta Total (\$)				-1153,38	
Relación:Beneficio/Costo(B/C)				-0,30	
Rentabilidad (%)				-29,86	
Costo de producción por unidad (\$/qq)				6,91	

Anexo 5. Delimitación y Preparación del terreno



Figura 5. Selección de semilla



Figura 6. Trazado de parcelas



Figura 7. Total de unidades experimentales



Figura 8. Siembra del cultivo de maíz

Anexo 6. Aplicación de bioinsumos orgánicos



Figura 9. Bomba de fumigar

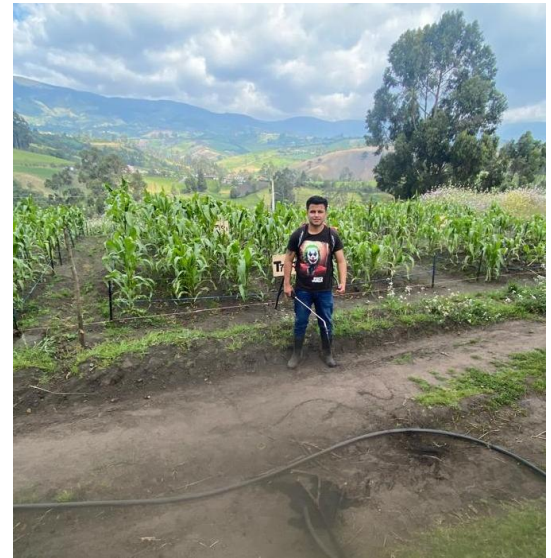


Figura 10. Uso de la bomba de fumigar



Figura 11. Aplicación de los tratamientos

Anexo 7. Toma de Variables Evaluadas.



Figura 12. Porcentaje de germinación



Figura 13. Toma de altura



Figura 14. Toma del diámetro del tallo

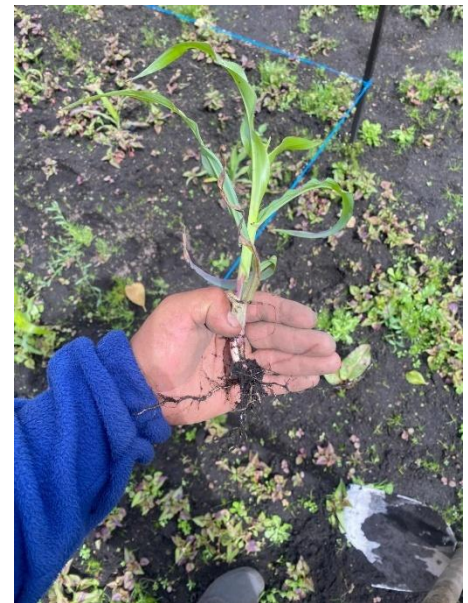


Figura 15. Plantas Enfermas

Anexo 8. Aplicación de Riego al Cultivo de Maíz



Figura 16. Riego del cultivo

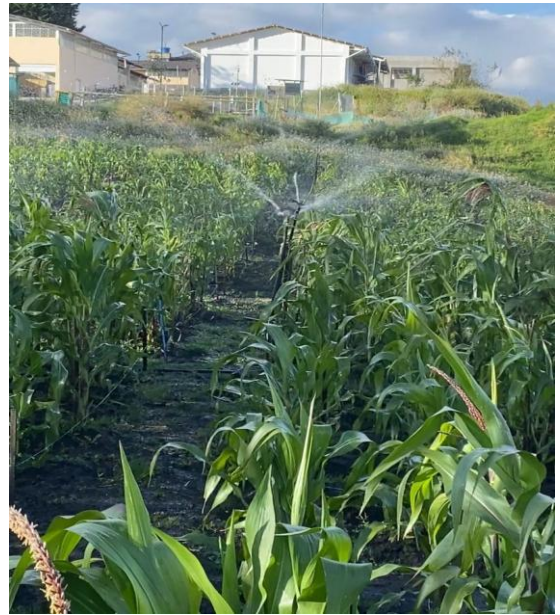


Figura 17. Sistema de riego

Anexo 9. Cultivo de Maíz a los 150 días



Figura 18. Cultivo de maíz a los cinco meses.

Anexo 10. Ensilaje de Maíz



Figura 19. Picado del cultivo



Figura 20. Corte del cultivo



Figura 21. *Peso de la unidad experimental*



Figura 22. *Picado del maíz*



Figura 23. Empacado y ensilado del cultivo de maíz