

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación del Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifol (Desarrollo) en las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC”

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

AUTOR: Ruiz Pantoja Paúl Andrés

TUTOR: Msc. Mora Quilismal Segundo Ramiro, PhD.

Tulcán, 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Ruiz Pantoja Paúl Andrés con el número de cédula 040189547-9 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifol (Desarrollo) en las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en la Codificación del Reglamento de Régimen Académico y de Estudiantes de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Msc. Mora Quilismal Segundo Ramiro, PhD.

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Ruiz Pantoja Paúl Andrés con cédula de identidad número 040189547-9 respectivamente declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Ruiz Pantoja Paúl Andrés

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Ruiz Pantoja Paúl Andrés declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación del Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifol (Desarrollo) en las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Ruiz Pantoja Paul Andrés

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Jehová el todopoderoso, por conducirme, actuar como defensor ser esperanza en mi vida y acompañándome siempre en estos años de estudio.

Al ser que medio la vida, Monserrath Pantoja por su constante apoyo y bendiciones que me ha permitido el poder estudiar esta hermosa Carrera para formarme como profesional.

Agradecer a mi tutor, PhD Ramiro Mora por haberme brindado las oportunas instrucciones, ser mi guía con paciencia en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por acogerme y darme el anhelo de poder estudiar la hermosa Agropecuaria.

Ruiz Pantoja Paúl Andrés

DEDICATORIA

Reconozco que sin Dios no soy nada, el me da fortaleza para cumplir mis metas y ayudarme a no rendirme frente a las adversidades que he tenido a lo largo del camino y en mi etapa como estudiante.

A mí madre y hermano quienes me impulsaron a culminar la carrera y además siempre me apoyaron con su amor y paciencia incondicional en la realización del trabajo de campo.

A mí novia la cual con su infinito amor me demostró desde el comienzo de esta travesía como estudiante y fue apoyo, paciencia para no rendirme frente a las adversidades.

A mis tíos quienes siempre me demostraron su respaldo y ayuda en momentos en los que los necesite y me motivaron con sus palabras de aliento a continuar con mis estudios.

Agradezco a mi amigo Braulio y esposa quien con su amistad sincera me brindaron su apoyo en los momentos en que lo necesitaba con su entereza y buenos consejos.

Ruiz Pantoja Paúl Andrés

ÍNDICE

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	19
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. Procedencia del Cultivo del Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	22
2.2.2. Generalidades del trigo	22
2.2.3. Fertilización en el cultivo de trigo	23
2.2.4. Taxonomía del trigo	24
2.2.5. Características botánicas del trigo variedad (<i>T. aestivum</i>)	24
2.2.6. Descripción botánica del trigo en general	25
2.2.7. Valor Nutricional del trigo	25
2.2.8. Aporte nutricional de su grano	26
2.2.9. Fisiología del trigo (desarrollo fenológico y escala de Zadoks)	27
2.2.10. Requerimientos edafoclimáticos del trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	27
2.2.11. Manejo y Labores culturales agrícolas del cultivo.....	27

2.2.12. Factores bióticos y abióticos que afectan al trigo	28
2.2.13. Principales enfermedades que afectan al desarrollo del trigo	28
2.2.14. Control Químico de la Roya amarilla	29
2.2.15. Principales plagas e insectos que afectan al trigo.....	30
2.2.16. Biol Bovino	30
2.2.17. Elaboración del Biol	31
2.2.18. Usos y características del Biol.....	31
2.2.19. Roca Fosfórica.....	32
2.2.20. Mineralización de Biol con roca fosfórica	32
2.2.21. Beneficios del biol enriquecido en el cultivo de Trigo.....	33
2.2.22. Fertilizante químico Quimifol Desarrollo.....	33
2.2.23. Mecanismo de acción en la planta	34
2.2.24. Riesgos asociados al uso excesivo	34
III. METODOLOGÍA	35
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	35
3.1.1. Enfoque	35
3.1.2. Tipo de Investigación	35
3.2. IDEA A DEFENDER	35
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	37
3.3.1. Variables en estudio	40
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1. Localización del experimento.....	41
3.4.2. Características del Ensayo	41
3.4.3. Población y muestra.....	42
3.4.4. Tratamientos	43
3.4.5. Procedimiento	44
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47

4.1. RESULTADOS	47
4.1.1. Altura de planta	47
4.1.2. Número de Hojas	49
4.1.3. Diámetro de Tallo.....	50
4.1.4. Número de Macollos	51
4.1.5. Largo de Hojas	51
4.1.6. Longitud de Espiga	53
4.1.7. Rendimiento en kg ha^{-1}	54
4.1.8. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos por ha^{-1}	55
4.2. DISCUSIÓN	56
4.2.1. Altura de planta	56
4.2.2. Número de Hojas	56
4.2.3. Diámetro de Tallo.....	57
4.2.4. Largo de Hojas	57
4.2.5. Longitud de espigas	57
4.2.6. Rendimiento en kg ha^{-1}	57
4.2.7. Costo Beneficio	58
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1. CONCLUSIONES	59
5.2. RECOMENDACIONES	59
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VII. ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	24
Tabla 2. Composición nutricional del trigo.....	26
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	37
Tabla 4. Características del Ensayo	42
Tabla 5. Tratamientos evaluados.....	44
Tabla 6. Representación del análisis de la varianza.....	46
Tabla 7. ANOVA para altura de planta en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds.	47
Tabla 8. ANOVA para altura de planta en cm a los 90,105,120 y135 dds.	48
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta en cm 90,105,120,135 dds.	48
Tabla 10. ANOVA para número de hojas en (unidades) 30, 45, 60, 75 dds.....	49
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % para número de hojas en (u) a los 30, 60 y 75 dds.	50
Tabla 12. ANOVA para diámetro de tallo en mm a los 30, 45, 60 y 80 dds.	50
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo en mm a los 40, 60 y 80 dds.	51
Tabla 14. ANOVA para número de macollos en unidades a los 30, 45, 60 dds.....	51
Tabla 15. ANOVA para largo de hojas en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds.....	52
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para la largo de hojas en cm a los 30, 45, 75 dds...53	
Tabla 17. ANOVA para longitud de espiga en cm en 3 mediciones dds.....	53
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para longitud de espiga en cm en 3 mediciones dds.....	54
Tabla 19. ANOVA para rendimiento $\text{kg ha}^{-1} \text{ ddc}$	55
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en $\text{kg ha}^{-1} \text{ ddc}$	55
Tabla 21. Análisis Costo Beneficio del cultivo <i>Triticum aestivum</i> L por ha^{-1}	56
Tabla 22. Costos del Experimento.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala Zadoks	27
Figura 2. Ciclo biológico de la roya amarilla de la hoja: (<i>Puccinia striiformis</i>)	29
Figura 3. Fungicida TILD	29
Figura 4. Roca Fosfórica	32
Figura 5. Quimifol desarrollo	33
Figura 6. Lugar del estudio Centro Experimental San Francisco	41
Figura 7. Población del ensayo experimental	42
Figura 8. Diseño de la parcela neta	43
Figura 9. Preparación del terreno	73
Figura 10. Trazo de las parcelas y división de las parcelas	73
Figura 11. Elaboración y trazo de camas con cuadrantes.	73
Figura 12. Fertilización y preparación de todas las camas antes de la siembra	74
Figura 13. Desinfección y enfundado de la semilla	74
Figura 14. Siembra y desinfección del suelo	74
Figura 15. Plantas de trigo 30 y 45 días después de la siembra	75
Figura 16. Labores de riego y limpieza de malezas en camas y caminos	75
Figura 17. Aplicación de fertilizantes foliares y toma de datos en distintas variables del experimento	75
Figura 18. Control de plagas y enfermedades, plantas de trigo 167ddc	76
Figura 19. Cosecha por tratamientos manual y mecanizada y obtención del grano	76
Figura 20. Secado pesaje del grano con la Bascula Romana por tratamientos	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	66
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	67
Anexo 3. Costos del Experimento	69
Anexo 4. Análisis de Suelo	71
Anexo 5. Análisis de Biol	72
Anexo 6. Proceso experimental	73

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental San Francisco de la UPEC, cantón Huaca, provincia de Carchi, con el objetivo de evaluar la influencia del biol enriquecido en el cultivo de trigo *Triticum aestivum* frente a la fertilización foliar con Quimifol Desarrollo. El experimento se estableció en un diseño experimental de bloques completamente al azar DBCA, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones en camas de 12 m², se aplicó dosis de : T1 (biol 35 %, 168 cc/12m²), T2 (25 %, 120 cc/12m²), T3 (10 %, 48 cc/12m²) con roca fosfórica (1.2g/12m²); T4 (Quimifol 5 %, 2,4 g/480 ml/12m²) y T5 (testigo sin dosis). Se evaluaron variables como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, macollos, largo y ancho de hoja, longitud y número de espigas, rendimiento y análisis económico. El análisis estadístico se realizó en Statistix 8.1, se realizó la prueba Tukey al 5 %. Los resultados mostraron que los tratamientos: TR3 biol al 10 % y el TR4 Quimifol al 5 % mejoraron el rendimiento del trigo con valores similares en altura, número de hojas, longitud de espiga y producción (6270.9 kg/ha⁻¹), sin diferencias significativas. El análisis económico evidenció alta rentabilidad (B/C: 2,59 para biol y 2,55 para Quimifol) por cada dólar invertido, por lo que el biol enriquecido se plantea como alternativa sostenible, rentable y ambientalmente viable para distintas zonas agrícolas.

Palabras Claves: Biofertilizante, rendimiento, rentabilidad, análisis económico.

ABSTRACT

The research was conducted at UPEC's San Francisco Experimental Center in Huaca Canton, Carchi Province, with the aim of evaluating the influence of enriched biol on the cultivation of *Triticum aestivum* wheat compared to foliar fertilization with Quimifol Desarrollo. The experiment was set up in a completely randomized block design (CRBD), with five treatments and four replicates in 12 m² beds. The following doses were applied: T1 (biol 35%, 168 cc/12m²), T2 (25%, 120 cc/12m²), T3 (10%, 48 cc/12m²) with phosphate rock (1.2g/12m²); T4 (Quimifol 5%, 2.4 g/480 ml/12m²) and T5 (control without dose). Variables such as plant height, stem diameter, number of leaves, tillers, leaf length and width, spike length and number, yield, and economic analysis were evaluated. Statistical analysis was performed in Statistix 8.1, using the Tukey test at 5%. The results showed that the treatments TR3 biol at 10% and TR4 Quimifol at 5% improved wheat yield with similar values for height, number of leaves, spike length, and production (6270.9 kg/ha), with no significant differences. The economic analysis showed high profitability (B/C: 2.59 for biol and 2.55 for Quimifol) for each dollar invested, making enriched biol a sustainable, profitable, and environmentally viable alternative for different agricultural areas.

KEYWORDS: Biofertilizer, yield, profitability, economic analysis.

INTRODUCCIÓN

Elgourmet (2023) señala que el trigo (*Triticum aestivum L.*) es un cereal de amplia importancia alimentaria y nutricional. A nivel mundial se ubica como el tercer alimento más consumido, después del arroz y el maíz. Su uso está asociado a la elaboración de pan, pastas y diversos productos de repostería. Además, aporta carbohidratos complejos, proteínas y minerales como potasio, calcio y hierro, esenciales para una dieta equilibrada (USDA, 2019).

FAO (2023) afirma que la producción y el comercio internacional de trigo han experimentado inestabilidad en los últimos años. El conflicto entre Rusia y Ucrania, dos países con alta participación en la exportación de este cereal, generó limitaciones en el abastecimiento global y aumentos en los precios. Esta situación incide en países con baja capacidad de producción, como Ecuador, cuya oferta nacional cubre menos del 2 % de la demanda interna (Sánchez, 2021).

El encarecimiento del trigo importado también ha impactado al sector molinero ecuatoriano, generando incrementos aproximados del 9 % en los costos de producción (Expreso, 2023). En respuesta, se han impulsado proyectos para recuperar el cultivo en zonas altoandinas. En la provincia del Carchi y en cantones como Bolívar, Espejo y Montúfar se ha retomado la siembra. En 2023, Moderna Alimentos adquirió alrededor de 1,487 toneladas de trigo a 114 agricultores, entregando semillas certificadas y acompañamiento técnico (El Universo, 2023). No obstante, en sectores como Tulcán y Huaca todavía persisten limitantes agroambientales relacionadas con exceso de lluvias, heladas, suelos con baja disponibilidad mineral y periodos de sequía asociados al cambio climático, lo cual reduce el desempeño agronómico del cultivo (Moderna Alimentos, 2023)

En este escenario, se requiere evaluar alternativas que fortalezcan la productividad del trigo. La aplicación de bioestimulantes orgánicos, como el biol enriquecido con roca fosfórica, podría mejorar la absorción de nutrientes, la tolerancia del cultivo a condiciones adversas y, en consecuencia, el rendimiento agrícola (FAO, 2019).

Este estudio tiene como finalidad analizar los factores agroclimáticos y técnicos que influyen en el cultivo de trigo en la zona carchense y evaluar alternativas de fertilización orgánica con el uso de biol como bioestimulante y de bajo costo,

orientadas a incrementar la productividad y rentabilidad del cultivo, ante una demanda creciente tanto a nivel nacional como internacional.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A escala global existe abandono de la actividad agrícola como fuente de trabajo en el sector rural debido a pérdida de rentabilidad en la agricultura que genera endeudamiento, pérdida de interés y abandono del campo por parte de los agricultores pequeños y medianos. Esto se debe a la adaptación deficiente en cultivos frente a las condiciones climáticas radicalmente cambiantes. Por lo que hoy en día el cambio climático es actualmente una problemática constante que se evidencia en fenómenos meteorológicos y climáticos adversos como sequías prolongadas, heladas intensas, aparición de nuevas plagas enfermedades, entre otros (Ocampo, 2011).

A nivel mundial existe abandono de la actividad agrícola como fuente de trabajo en el sector rural debido a pérdida de rentabilidad en la agricultura que genera endeudamiento, pérdida de interés y abandono del campo por parte de los pequeños y medianos productores. Esto se debe a la adaptación deficiente de los cultivos frente a las condiciones climáticas radicalmente cambiantes.

Por lo que hoy en día el cambio climático es actualmente una problemática constante que se evidencia en fenómenos meteorológicos y climáticos adversos como sequías prolongadas, heladas intensas, aparición de nuevas plagas y enfermedades, entre otros (FAO, 2017).

Un ejemplo de esto se vive en Latinoamérica, dónde, debido a la creciente demanda de agua de riego más las sequías producidas por el cambio climático, la oferta de agua ha disminuido en estos últimos 50 años como en el Perú, México, Chile, entre otros, lo cual representa una fuerte problemática para la agricultura (FAO, 2023). Esto conlleva según CEPAL (2024), a que se produzcan síntomas como: deshidratación, hojas secas, muerte de tejido foliar por deshidratación, caída de hojas, escasa producción de brotes lo cual genera un impacto negativo en la reducción de resistencia agrícola, reducción de grandes proporciones de la siembra con un rendimiento inferior a la media, que afecta la sostenibilidad en la economía de los

agricultores. En Ecuador, en los últimos años desde (2020-2025), de acuerdo con la información del INAMHI (2025), se han reportado cambios en los fenómenos de El Niño generando sequías no vistas en 20 años y lluvias intensas fuera de temporada. Esto acarrea una pérdida significativa en la producción agrícola, donde las regiones más afectadas son la costa y la sierra debido a estos fenómenos climáticos, mientras que, en el oriente, gracias a su ubicación detrás de la cordillera, es menos afectada.

En la costa, el calor extremo ha afectado el desarrollo de los cultivos, generando pérdidas que superan los millones de dólares en el sector agroganadero (Ministerio del Ambiente, 2021). Mientras que en la región sierra, principalmente en alta montaña sobre los 2800 msnm, han sido afectados por bajas temperaturas conocidas como heladas, llegando a récords históricos de 0°C grados centígrados.

Como muestra de esto de acuerdo con INHAMI la provincia del Carchi experimentó en el año 2024 fuertes periodos de insolación con riesgo de rayos ultravioletas, y fuertes heladas que conllevaron a la pérdida de cultivos por brotes de plagas enfermedades o una baja tolerancia a estos nuevos factores climáticos. Frente a ello nace la necesidad de evaluar productos que estimulen el fortalecimiento en la resistencia de cultivos ya que la fertilización convencional ha demostrado ser deficiente frente a estos nuevos retos ya que aumenta la dependencia de productos químicos e incrementa los costos afectando aún más la sostenibilidad en la agricultura familiar fomentando el desánimo y abandono del campo por parte de familias que históricamente se han dedicado a este oficio.

Por ello las alternativas orgánicas de propio desarrollo como el Biol que puede ser elaborado en base recursos de bajo costo, abundantes en la zona son de interés para la investigación de campo para mejorarlos y aumentar su beneficio como bioestimulantes en los cultivos de la zona, especialmente en cultivos emergentes como el trigo que favorece la diversificación productiva de la zona, ayudando de esta manera en la recuperación de la agricultura resiliente y familiar como también a la no contaminación del ambiente (Nicholls y Altieri, 2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las condiciones climáticas adversas causan bajos rendimientos y elevan los costos de producción por el uso de agroquímicos como Quimifoll desarrollo y su uso frecuente contamina el ambiente.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El Biol enriquecido contribuye al fortalecimiento celular del trigo y favorece su desempeño frente a condiciones adversas como heladas, sequías y cambios bruscos de clima (FAO, 2019). Los bioinsumos orgánicos como bioestimulantes intervienen en la fisiología vegetal y mejoran la eficiencia metabólica, lo que favorece una respuesta más estable del cultivo ante el estrés ambiental (INAMHI, 2024).

Su aplicación también optimiza el crecimiento vegetativo, reflejado en mayor altura de planta, número de hojas y rendimiento final del cultivo. Estrada, (2022) destaca que el uso de biol permite mejorar parámetros productivos sin recurrir exclusivamente a fertilizantes sintéticos, demostrando que los bioestimulantes pueden generar efectos agronómicos positivos de manera sustentable.

El empleo de Biol orgánico reduce la dependencia de fertilizante químico y contribuye a disminuir los costos de producción. Para pequeños y medianos productores, esta alternativa resulta más accesible, especialmente en zonas andinas donde el costo de insumos sintéticos limita la producción y la rentabilidad de cultivos como el trigo (FAO, 2019).

Además, al ser un insumo orgánico, aporta a la conservación de la microbiota del suelo y disminuye el impacto ambiental. Nicholls y Altieri (2017) señalan que los biofertilizantes contribuyen a la salud edáfica y reducen la contaminación asociada al uso intensivo de agroquímicos. Bajo este enfoque, la presente investigación busca determinar si el biol bovino enriquecido con roca fosfórica es una alternativa agronómica viable y rentable para el cultivo de trigo harinero.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar el impacto del Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifoll Desarrollo en las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Centro Experimental San Francisco – UPEC

1.4.2. Objetivos Específicos

- Evaluar cuál es el mejor de los tratamientos en estudio en el desarrollo de las características agronómicas del cultivo.

- Determinar cuál de los tratamientos presenta el mejor rendimiento sobre el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)
- Analizar el costo-beneficio de los tratamientos en estudio

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué tratamiento es el mejor en el desarrollo de las características agronómicas del el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)?
- ¿Qué tratamiento fue el que genero mejor rendimiento en los parámetros agronómicos del cultivo de trigo ¿
- ¿Cuál es el tratamiento que presenta el mejor costo-beneficio?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Estrada (2022), en su trabajo de investigación titulado "Efecto de la aplicación de biol a base de estiércol bovino enriquecido con polvo de roca en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), en el Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca", este estudio aplicó distintas dosis de biol mediante un diseño de bloques completamente al azar, con nueve tratamientos y tres repeticiones. El tratamiento que logró mayor número de bulbos por planta en el cultivo de ajo fue el T3, con una dosis de 93 cc de biol por litro. Por otro lado, el tratamiento T8, con 168 cc de biol por litro, alcanzó la mayor rentabilidad económica, obteniendo un beneficio de 2,71 dólares.

Ulloa (2024), en su trabajo de investigación titulado "Aplicación y comparación de Bioles orgánicos en concentraciones distintas en el cultivo de arroz en el cantón Yaguachi" en donde utilizó diseño de bloques un (DBCA) con ocho tratamientos, en los cuales se colocaron distintas concentraciones de biol y ácido húmico. El tratamiento con biol al 40% mejoró significativamente la altura de las plantas y el rendimiento del cultivo, en cuanto a rentabilidad, el biol al 40% mostró la mejor relación beneficio/costo (1,91), por lo que se recomendó su uso para mejorar tanto la fertilización como los beneficios económicos en el cultivo de arroz.

Estrada (2025), en su trabajo de investigación titulado "Efecto del biol en el cultivo de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk* en la finca Núñez, Santa Cruz (Galápagos)" bajo un diseño de bloques (DBCA) en donde se trabajó con seis parcelas: tres aplicadas con biol y tres como testigo, sus resultados mostraron que el tratamiento con pasto tratado con biol foliar alcanzó una altura promedio de 189 cm, superior a los 95,25 cm del testigo. La producción de biomasa también fue mayor (6,1 kg, además, biol mejoró la calidad nutricional del forraje, El estudio concluyó que el biol es una opción efectiva y sustentable para mejorar el crecimiento y calidad del pasto.

(Cuarán (2021), en su trabajo de investigación titulado "Evaluación de tres bioles de elaboración local en el cultivo de cebolla larga (*Allium fistulosum*) en el Cantón Huaca", en el cual analizó el impacto de bioles caseros elaborados a partir de

estiércol de cuy, bovino y cerdo, aplicados en concentraciones del 20%, 30% y 40%, junto con un fertilizante químico. bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Los resultados evidenciaron que las dosis del 20% y 30% fueron las más efectivas para incrementar el peso por planta y el grosor del tallo, resaltando el biol de cuy por su elevado contenido nutricional y potasio. Estos hallazgos confirman la viabilidad del uso de bioles orgánicos locales como una alternativa prometedora para potenciar el rendimiento en el cultivo de cebolla larga.

Hernández et al. (2014), en su estudio "Efecto de la fertilización orgánica foliar y al suelo con "Biol" sobre el rendimiento y sanidad de maíz (*Zea mays*), en el ciclo O-I en Sayula de Alemán, Veracruz, "donde analizaron el impacto de la fertilización orgánica mediante biol aplicado tanto al suelo como de forma foliar en el cultivo de maíz (*Zea mays*) empleando un diseño de bloques al completamente al azar con parcelas divididas, donde se evaluaron diversas combinaciones de tratamientos: la aplicación de 150 L/ha⁻¹ de biol directamente al suelo en tres momentos (15, 30 y 45 días tras la emergencia), y biol foliar al 70% mezclado con harina de ave, suero y melaza, aplicado cada 15 días a razón de 2 L/ha⁻¹. Los resultados reflejaron que la mezcla foliar de biol con harina de ave y melaza favoreció la sanidad de las mazorcas y alcanzó el mayor rendimiento de grano con 2,79T/ha⁻¹. El estudio concluye que el empleo de biol ayuda a reducir la contaminación del suelo y la dependencia de fertilizantes químicos, posicionándose como una opción orgánica y sostenible para pequeños agricultores afectados por el deterioro del suelo y problemas sanitarios del cultivo.

Tambo et al. (2016), en su trabajo de investigación titulado "Impacto del biol bovino aplicado en concentraciones del 25%, 50% y 75% sobre el rendimiento de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en la Estación Experimental Choquenaira, Bolivia" mediante un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados indicaron que el tratamiento con biol al 75% obtuvo la mayor producción de materia verde en el primer corte (7,30 t/ha), mientras que la dosis del 50% favoreció el crecimiento en altura de las plantas (61,42 cm) y el número de macollos (9,5), mostrando diferencias significativas respecto al control. En cuanto al análisis económico destacó que el biol al 50% presentó la mejor relación beneficio-costos. En conclusión, el estudio resalta que el biol bovino, aplicado en dosis intermedias y moderadas, es una opción orgánica sostenible y rentable para fortalecer la producción forrajera en ambientes altoandinos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Procedencia del Cultivo del Trigo (*Triticum aestivum*)

Los cereales en la época antigua han sido en la alimentación de mucha importancia para el hombre, es así que el trigo es una de las gramíneas más esenciales. Hoy en la actualidad para la mayor parte de seres humanos es uno de los cereales más esenciales que se puede encontrar en la mesa para la alimentación familiar. Los Mesopotamia principalmente en la región de Asia menor particularmente, A nivel global, el trigo se posiciona como uno de los tres cereales con mayor producción, junto al maíz y al arroz, y desde tiempos antiguos ha sido uno de los alimentos más consumidos en las regiones occidentales (Infoagro, 2023).

El trigo fue recolectado por el ser humano hace más de 12,000 años, principalmente las especies *Triticum monococcum* y *Triticum dicoccum*, las cuales se caracterizaban por tener espigas frágiles que al madurar se desintegraban fácilmente.

Según Simón y Golik, (2022), a lo largo de la domesticación, los especialistas en agricultura escogieron y preservaron semillas de especies vegetales con más capacidad de respuesta y versatilidad. Esto produjo en forma lenta la domesticación de trigos que eran capaces de subsistir en el estado silvestre sin la ayuda de las personas, sin embargo, eran altamente productivos en la agricultura. En el año 2000 a.C. ya se plantaban diversas variedades de trigo en extensos territorios de Europa. Por ejemplo, los granos emmer y einkorn fueron cruceros en el Medio Oriente y Europa durante miles de años, hasta que fueron en gran medida superpoblados por los granos panaderos y candeales, los cuales se difundieron y se mejoraron.

2.2.2. Generalidades del trigo

La siembra de esta gramínea genera alrededor de 219 millones de hectáreas de tierra cada año, lo que lo convierte en el cultivo más grande entre los cereales, seguido por el maíz (177 millones de hectáreas) y el arroz (162 millones de hectáreas). Este cereal harinero es uno de los más importantes alimentos en términos por producción: aporta alrededor del 20% de las calorías de la dieta humana de manera mundial para consumo directo detrás del maíz. De hecho, dado que la mayor parte del maíz se utiliza como alimento animal, el trigo se considera el principal alimento para las personas a nivel global, seguido del arroz y el maíz. Este grano es un componente fundamental en la elaboración del pan., pastas, galletas y muchos otros productos y es clave para la seguridad alimentaria en muchos países (Abbate, 2017).

2.2.2.1. Importancia

En términos de su importancia agrícola, el trigo es un cultivo de estación fría (cereal de invierno), adaptado a climas templados y semiáridos, pero su flexibilidad genética le permite cultivarse en una amplia gama de entornos. Los principales productores mundiales son China, India, Rusia y Estados Unidos, entre otros, con rendimientos promedio que varían según la tecnología utilizada y las condiciones agroclimáticas. Fue uno de los primeros cultivos domesticados por los humanos y es un alimento básico para muchas culturas.

2.2.2.2. Producción de trigo en Ecuador

En Ecuador, pese a su relevancia histórica, el trigo actualmente cubre menos del 2% del consumo nacional, afectado por la preferencia por cultivos más lucrativos y el incremento de las importaciones. MAG (2025) afirma que producción local, concentrada en la sierra, apenas alcanza 8 mil hectáreas, frente a más de 100 mil en los años 60. La industria molinera importa hasta 1,2 millones de toneladas anuales, principalmente desde Canadá, EE. UU. y Argentina. Los costos elevados y los bajos rendimientos (1Tha^{-1}) limitan la rentabilidad, pese al precio mínimo de \$24/quintal fijado como apoyo. Iniciativas en provincias como Carchi y Chimborazo buscan reactivar el cultivo mediante variedades mejoradas, fertilizantes locales y agricultura asociativa. Si se alcanzaran 2 toneladas/ ha^{-1} , los ingresos superarían los costos, haciendo viable el cultivo. Actualmente, pese a su baja competitividad, el trigo continúa siendo clave para la seguridad alimentaria (FAO, 2011).

2.2.3. Fertilización en el cultivo de trigo

La fertilización foliar consiste en aplicar nutrientes directamente sobre las hojas para complementar la fertilización del suelo en etapas críticas del trigo. Esta técnica permite una rápida absorción y efecto inmediato, ya que los nutrientes se integran rápidamente a la savia y llegan a las zonas de crecimiento, corrigiendo deficiencias puntuales. Por ejemplo, la aplicación foliar de nitrógeno en floración incrementa en promedio un 11 % el contenido proteico del grano, mejorando su calidad. Además, los nutrientes que se aplican directamente a las hojas se absorben de 8 a 10 veces más rápido que los que se aplican al suelo, lo cual resulta muy útil especialmente en suelos alcalinos. Donde nutrientes como el fósforo, el zinc o el hierro están menos disponibles para la plantase utiliza en fases críticas, desde macollamiento hasta encañado, para asegurar un buen desarrollo de espigas y crecimiento.

Los fertilizantes foliares, aplicados junto a pesticidas, reducen costos y el impacto ambiental al usarse en dosis bajas. No sustituyen la fertilización del suelo, pero son útiles cuando este es deficiente o tras pérdidas por clima. En trigo, su uso mejora el rendimiento y calidad, cubriendo deficiencias puntuales y evitando pérdidas por lixiviación. Son muy útiles en fases críticas o en épocas de sequía, ya que permiten que el trigo reciba nutrientes de forma rápida cuando las raíces no logran absorberlos adecuadamente (UNESP, 2002).

El nitrógeno es clave para la producción de trigo, favoreciendo la formación de proteínas, clorofila y el crecimiento de hojas, siendo fundamental durante el macollamiento y llenado del grano. El fósforo impulsa el desarrollo radicular y debe aplicarse al sembrar para asegurar su disponibilidad temprana. El potasio regula la presión hídrica y fortalece la resistencia de la planta, requiriendo reposición cuando se retiran los residuos de cosecha. Además, el Calcio, azufre y magnesio juegan un papel fundamental en el desarrollo de las células y en el proceso de fotosíntesis, lo que influye directamente en la salud y calidad del cultivo (Haifa, 2019).

2.2.4. Taxonomía del trigo

Tabla 1. Clasificación taxonómica del trigo (*Triticum aestivum* L.)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Triticum
Especie	Estivum
Nombre científico	<i>Triticum aestivum</i> L.
Nombre común	Trigo harinero

Fuente: (Galarza, 2023)

2.2.5. Características botánicas del trigo variedad (*T. aestivum*)

El trigo común (*T. aestivum*) se caracteriza por tener espigas compactas y espiguillas sésiles. Al trillar es fácil que queden granos desnudos. La altura de la planta puede alcanzar de 0,7 a 1,2 metros. Son generalmente altas, con hojas planas y lineales y tallos huecos (capullos) con nudos firmes. Esta es una especie (en su mayoría auto polinizadoras). aunque con una proporción pequeña de cruzamiento natural. Diferencias entre las variedades de trigo panificable Ciclo (primavera vs invierno), altura (regular vs semienana), etc. genes Rht), resistencia al estrés y calidad del

grano (por ejemplo, fuerza de horneado de la harina) depende del contenido y tipo de gluten (Intagri, 2018).

2.2.6. Descripción botánica del trigo en general

Raíces: El sistema radicular del trigo se desarrolla principalmente en los primeros 25 cm de profundidad, aunque puede alcanzar más de un metro; su crecimiento comienza durante la etapa de macollamiento y se completa al finalizar esta fase.

Hojas: Las hojas presentan nervaduras paralelas y forma de correa con extremos puntiagudos, 4 a 6 hojas por planta de 15 a 25 cm de longitud. Se compone de una vaina y extremidades.

Tallo: el tallo es hueco y cuenta con seis nudos que varían en longitud dependiendo de la especie.

Inflorescencia: Se trata de una espiga formada por espiguillas alternadas en el raquis, cada una con varias flores, cada espiguilla contiene de 2 a 5. Entre los trigos panificables, el trigo duro contiene de 2 a 4.

Grano: Cuya superficie presenta estrías en su parte ventral y está recubierto por un pericarpio. La mayor proporción del grano corresponde al endospermo, que es la estructura encargada de almacenar las sustancias nutritivas que conforman la mayor parte del volumen del grano (Conahcyt, 2023).

2.2.7. Valor Nutricional del trigo

El cultivo de trigo requiere un aporte equilibrado de nutrientes para desarrollarse correctamente y producir una cosecha de calidad. Entre los elementos más importantes se encuentran el nitrógeno, fósforo y potasio, necesarios en grandes cantidades. El trigo necesita nutrientes secundarios como azufre, calcio y magnesio, junto con pequeñas cantidades de minerales esenciales como hierro, zinc, manganeso, cobre y boro, los cuales intervienen en procesos fisiológicos importantes para su desarrollo y producción (Agrotey, 2024).

El (*Triticum aestivum* L.) se destaca por su alto aporte nutricional, ya que es una fuente importante de carbohidratos, fibra dietética, magnesio, vitaminas del complejo B (incluidas B2, B3, B6 y B9), vitamina E, sodio, hierro, zinc, fósforo, selenio, potasio y calcio.

Tabla 2. Composición nutricional del trigo

NUTRIENTES	%	AMINOÁCIDOS	%
Carbohidratos	70	Arginina	2,08
Proteínas	16	Lisina	1,8
Humedad	10	Leucina	1,67
Lípidos	2	Valina	1,41
Minerales	2	Fenilalanina	1,11
Proteínas	16	Isoleucina	0,97
		Histidina	0,64

Fuente: (Salud y buenos alimentos, 2024)

Semilla Variedad INIAP Imbabura 2014

Para asegurar un óptimo rendimiento en el cultivo de trigo, es fundamental emplear semillas certificadas adaptadas a la región específica de siembra. Para zonas de clima frío y alta montaña, el INIAP recomienda la variedad Imbabura 2014, desarrollada por el CIMMYT y evaluada en Ecuador desde 2000, con ensayos continuos hasta la actualidad. Esta variedad se caracteriza por espigas compactas, granos oblongos de color rojo, tallos resistentes al acame y una altura promedio de 105 cm, presentando un ciclo de cultivo de 160 a 180 días y días al espigamiento de 85. Produce alrededor de 300 espigas/m², con 45 granos por espiga, un peso de mil granos de 45 g y un rendimiento estimado de 4 t_{ha}⁻¹. Además, ofrece resistencia parcial a enfermedades como roya amarilla, roya de la hoja y Fusarium, mientras que su calidad de grano permite un peso hectolitrito de 79,5 kg_{ha}⁻¹ y un rendimiento harinero de 72% con un extracto libre de nitrógeno del 80,2%. Por estas características, Imbabura 2014 constituye una alternativa confiable para los productores de trigo en la sierra ecuatoriana (INIAP, 2014).

2.2.8. Aporte nutricional de su grano

Sus granos aportan entre un 70 y un 75 % de carbohidratos, entre un 10 y un 14 % de proteínas (incluido el gluten necesario para las propiedades de horneado) y Aportan de manera significativa diversas vitaminas como la B. Estas propiedades, combinadas con su capacidad de conservarse bien después de la cosecha, explican su valor estratégico en el suministro mundial de alimentos.

2.2.9. Fisiología del trigo (desarrollo fenológico y escala de Zadoks)

Tabla de las fases de desarrollo siguiendo la escala decimal Zadoks (Z0.0 a Z9.9)					
Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase	Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase
0	Germinación	0.0-0.9	5	Espigado	5.0-5.9
1	Producción de hojas TP	1.0-1.9	6	Antesis	6.0-6.9
2	Producción de macollos	2.0-2.9	7	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9	8	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
4	Vaina engrosada	4.0-4.9	9	Madurez	9.0-9.9

TP: tallo principal

Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.

Figura 1. Escala Zadoks
Fuente : (FAO, 2023)

2.2.10. Requerimientos edafoclimáticos del trigo (*Triticum aestivum* L.)

Suelos. El trigo se desarrolla mejor en suelos franco-arcillosos o franco-arenosos, con pH cercano a la neutralidad (6–7) y buena porosidad, lo que favorece la penetración radicular y el movimiento del agua, especialmente en la germinación.

Temperatura. Este cereal se adapta a climas templados y semifríos (9–20 °C). El exceso de calor afecta el crecimiento de hojas y espigas, mientras que las heladas pueden debilitar tallos y hojas, aumentando la susceptibilidad al acame y a plagas.

Precipitación. Una lluvia acumulada de hasta 750 mm durante la siembra y el ciclo es adecuada, ya que asegura humedad para la germinación. Sin embargo, precipitaciones excesivas elevan el riesgo de pudrición radicular y enfermedades fúngicas.

Luminosidad. La fotosíntesis y la síntesis de compuestos energéticos del grano se optimizan con 4–6 horas diarias de sol, en condiciones semicálidas.

Altitud. El cultivo prospera entre los 2,500 y 3,000 m s. n. m.

2.2.11. Manejo y Labores culturales agrícolas del cultivo

Selección del lote. El trigo requiere suelos profundos, bien drenados y de textura media. Se recomienda evitar parcelas con historial de cereales y optar por aquellas donde se sembraron papa o leguminosas, ya que aportan nitrógeno y fósforo. Además, la pendiente no debe superar el 5 %.

Análisis del suelo. Este procedimiento permite definir el plan de fertilización y corregir limitantes como acidez o alcalinidad. En suelos ácidos, la presencia de aluminio o

hierro reduce la disponibilidad de nutrientes como fósforo, calcio o magnesio, lo que puede disminuir la eficiencia de los fertilizantes si no se ajusta previamente el pH (Intagri, 2018).

Preparación del suelo. Se recomienda iniciar un mes antes de la siembra, con un pase de arado seguido de dos de rastra, lo que mejora la aireación y favorece la germinación.

Abonado previo. Basado en el análisis del suelo, se ajusta la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y azufre, en función del rendimiento esperado. Generalmente se aplica antes de la última rastra, de manera que el fertilizante se incorpore al suelo y quede disponible para la semilla al momento de la siembra.

2.2.12. Factores bióticos y abióticos que afectan al trigo

2.2.12.1. Enfermedades asociadas a estrés hídrico (sequía)

En Ecuador, la producción de trigo enfrenta importantes restricciones, principalmente por la escasez de agua en áreas sin sistemas de riego, la pobre fertilidad de los suelos y factores climáticos adversos que afectan su desarrollo (Escobar, 1972).

Estos factores provocan cosechas poco estables y de bajo rendimiento. La carencia de humedad en etapas críticas como el macollamiento, la floración y el llenado del grano reduce el número de espigas y favorece la formación de granos vacíos. A esto se añaden las temperaturas elevadas, que reducen el tiempo de llenado del grano afectando su peso y calidad, junto con las heladas tardías, que dañan las flores y generan esterilidad parcial. Estas dificultades se evidencian en el campo mediante un crecimiento deficiente, amarillamiento prematuro de las hojas y escaso desarrollo foliar. Por ello, se plantea como solución el desarrollo de variedades más adaptadas y la adopción de prácticas como el riego complementario y una fertilización adecuada para minimizar el estrés en las plantas.

2.2.13. Principales enfermedades que afectan al desarrollo del trigo

El trigo es susceptible a diferentes enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, además de ataques de insectos plaga. Entre las más frecuentes están las royas, que afectan diferentes partes de la planta. La roya amarilla (causada por *Puccinia striiformis*), la roya de la hoja (*P. triticina*) y la roya del tallo (*P. graminis*) se manifiestan con pequeñas lesiones en hojas y tallos, que varían de color entre amarillo anaranjado y marrón rojizo. Estas infecciones disminuyen la capacidad fotosintética

del cultivo, afectando su desarrollo(Cuesta, 1994).



Figura 2. Ciclo biológico de la roya amarilla de la hoja: (*Puccinia striiformis*)
Fuente:(Chaves, 2019)

2.2.13.1. Sintomatología de la Roya amarilla y otras enfermedades asociadas al cultivo de trigo

Chaves (2019), afirma que casos severos, la roya amarilla deforma los granos causa lesiones en hojas y reduce su peso y afectar el llenado. Otras enfermedades importantes son el oídio, visible como polvo blanco en las hojas por *Blumeria graminis*; la septoriosis foliar, que causa manchas necróticas con puntos negros de *Septoria tritici* y *S. nodorum*; y la fusariosis de la espiga, que genera granos vacíos y rosados por *Fusarium graminearum*. Estas enfermedades, favorecidas por humedad alta y clima templado, provocan pérdidas en rendimiento, calidad y riesgo de micotoxinas.

2.2.14. Control Químico de la Roya amarilla



Figura 3. Fungicida TILD
Fuente:(Agrozamo, 2024)

Según Agrozamo (2024), aconseja emplear variedades de trigo resistentes, complementadas con la aplicación precisa de fungicidas como Tilt® 250EC, un producto efectivo contra enfermedades como cenicienta, roya, manchas en las hojas y carbones. Este fungicida tiene acción sistémica, lo que le permite inhibir el desarrollo inicial de los patógenos dentro de la planta, favoreciendo su protección y contribuyendo a un mejor rendimiento del cultivo. Se aconseja aplicarlo entre Zadoks 39-65 para controlar royas. Complementan su eficacia la rotación de cultivos y eliminación de residuos contaminados.

2.2.15. Principales plagas e insectos que afectan al trigo

Las principales plagas del trigo son los pulgones, como *Schizaphis graminum* y *Diuraphis noxia*, que succionan la savia de las hojas y espigas, además de ser vectores de virus como el causante del enanismo amarillo.

2.2.15.1. Sintomatología de plagas e insectos

En diversas zonas, los pulgones son la plaga más significativa del trigo, causando reducciones importantes en la producción si no se controlan. Provocan amarillamiento y enrollamiento de hojas, y transmiten virus que generan enanismo y clorosis. Además, gorgojos atacan el grano almacenado. La incidencia varía según región y clima; los pulgones predominan en zonas andinas en periodos secos, y la mosca de Hess afecta principalmente en climas templados otoñales (La tienda del agricultor, 2024).

2.2.15.2. Vigilancia de plagas

Sequías, suelos de baja fertilidad y enfermedades reducen considerablemente el rendimiento del trigo, por lo que es esencial combinar variedades resistentes, fertilización adecuada, riego y control químico para mantener la estabilidad productiva del cultivo. Suelos pobres y enfermedades limitan la producción. Por ello, es clave combinar variedades resistentes, fertilización, riego y manejo químico para asegurar estabilidad productiva.

El control de plagas en trigo se sustenta en una supervisión continua y en aplicar tratamientos en el momento adecuado, utilizando insecticidas específicos cuando la cantidad de pulgones sobrepasa los niveles tolerables (Cimmyt, 2019).

2.2.16. Biol Bovino

2.2.16.1. Definición y generalidades del Biol

El biol es un fertilizante líquido orgánico producido por fermentación anaeróbica de estiércol y residuos vegetales, generando biogás y un líquido nutritivo. Se usa principalmente como fertilizante foliar, aunque puede aplicarse al suelo. Suministra nutrientes clave como nitrógeno, fósforo y potasio, además de compuestos orgánicos y fitohormonas que favorecen el desarrollo y crecimiento de la planta (Biobolsa, 2016). Además, contiene microorganismos beneficiosos que protegen los cultivos, siendo un insumo integral y sostenible para mejorar la salud y desarrollo de las plantas.

2.2.17. Elaboración del Biol

El biol es un fertilizante líquido elaborado mediante un proceso de fermentación anaeróbica, donde se utilizan estiércol fresco, agua y, ocasionalmente, melaza dentro de biodigestores durante un lapso de 30 a 60 días. Este producto aporta nutrientes clave como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, además de micronutrientes y fitohormonas naturales que favorecen el desarrollo de las plantas. Aunque su concentración es inferior a la de los fertilizantes sintéticos, su aplicación foliar permite una absorción más rápida y eficiente. También contiene microorganismos benéficos que fortalecen las defensas naturales de los cultivos y mejoran la calidad del suelo. Su producción es sencilla y de bajo costo, pudiendo ser enriquecido con minerales para aumentar su aporte nutricional.

2.2.18. Usos y características del Biol

El biol posee una microbiota variada, donde destacan bacterias como *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Lactobacillus*, junto con levaduras y hongos que producen sustancias bioactivas con capacidad de controlar enfermedades, especialmente las fúngicas. El uso constante del biol mejora la textura del suelo, incrementa su fertilidad, favorece la retención de humedad y estimula la actividad de microorganismos beneficiosos, lo que se traduce en cultivos más vigorosos y un mayor rendimiento.

2.2.18.1. Ventajas y desventajas del biol

El biol ofrece ventajas notables como el incremento de la fertilidad y la mejora de la estructura del suelo, lo que favorece la retención de agua y nutrientes. Aporta microorganismos que estimulan la actividad biológica y contiene fitorreguladores que promueven el desarrollo de raíces, hojas y flores, fortaleciendo la resistencia del cultivo frente a plagas, enfermedades y condiciones adversas. Al ser un abono orgánico, constituye una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, pues no contamina y puede aumentar la producción agrícola entre un 30 y 50 %. No obstante, su elaboración requiere tiempo, los biodigestores rústicos deben protegerse del sol para evitar daños y, en grandes extensiones, se precisa de equipos especializados para su aplicación, lo que limita su uso masivo (CIAD, 2024).

2.2.19. Roca Fosfórica



Figura 4. Roca Fosfórica
Fuente: (Fosyeiky,2024)

2.2.19.1. Que es la Roca Fosfórica

La roca fosfórica es un mineral natural con alto contenido de fósforo, fundamental para el crecimiento vegetal y usado en la agricultura como fertilizante.

Usos: Puede aplicarse directamente al suelo en forma de harina, incorporarse en compost o emplearse en biofertilizantes.

2.2.19.2. Ventajas y desventajas

Su aporte gradual de fósforo, junto con calcio y otros minerales, mejora la fertilidad, estructura y actividad biológica del suelo, siendo compatible con sistemas de producción orgánica.

Entre sus limitaciones están su baja solubilidad, la variabilidad en su composición y la posible presencia de metales pesados, lo que exige análisis previos y un manejo técnico adecuado. De esta manera, constituye una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos, aunque requiere precauciones para garantizar su eficiencia y seguridad (Esto es agricultura, 2023).

2.2.20. Mineralización de Biol con roca fosfórica

La roca fosfórica, rica en fosfatos de calcio, se disuelve lentamente en suelos neutros o alcalinos, pero su solubilidad mejora en ambientes ácidos, como los generados durante la fermentación anaeróbica en biodigestores (Biobolsa, 2016). En este proceso, la producción de ácidos orgánicos y dióxido de carbono disminuye el pH, lo que facilita la liberación de fósforo soluble. Además, ciertas bacterias presentes en el biodigestor solubilizan el fósforo mediante enzimas, mientras que compuestos orgánicos ayudan a mantenerlo disponible para las plantas. Después de

aproximadamente 90 días de fermentación, el biol enriquecido contiene niveles más altos de fósforo soluble y calcio, lo que mejora su eficacia como fertilizante; sin embargo, es necesario un manejo adecuado para evitar acumulación de sedimentos y asegurar su correcta aplicación.

2.2.21. Beneficios del biol enriquecido en el cultivo de Trigo

El biol enriquecido combina los beneficios tradicionales del biol—nutrientes, hormonas y microorganismos con un aporte extra de fósforo, clave para cultivos como el trigo, especialmente en suelos serranos donde este nutriente es limitado (Vihos, 2014). Su aplicación foliar asegura una absorción rápida y directa, fortaleciendo la nutrición en momentos críticos del cultivo. Además, sus compuestos orgánicos y fitohormonas favorecen procesos fisiológicos esenciales, mejorando la resistencia del trigo frente al estrés y contribuyendo a un mayor rendimiento productivo.

2.2.22. Fertilizante químico Quimifol Desarrollo



Figura 5. Quimifol desarrollo
Fuente: (QSY, 2024)

2.2.22.1. Definición y composición del Quimifol Desarrollo

El fertilizante Quimifol Desarrollo es un producto foliar de alta solubilidad, formulado en microcristales finos y de calidad superior, lo que facilita su disolución completa en agua y su absorción eficiente por las hojas (Agroplaza, 2024). Su fórmula estándar, como el Quimifol N510 Plus, contiene elevadas concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio, acompañadas de micronutrientes esenciales como magnesio, boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y vitamina B1. Se aplica principalmente en las etapas iniciales del cultivo para garantizar un desarrollo equilibrado. Es un fertilizante NPK balanceado (1:1:1), soluble en agua y diseñado para aportar macro y micronutrientes, favoreciendo el crecimiento y previniendo deficiencias nutricionales.

2.2.23. Mecanismo de acción en la planta

El Quimifol Desarrollo se absorbe eficientemente por las hojas, integrándose rápidamente al metabolismo de la planta. El nitrógeno, absorbido en forma de urea o nitrato amónico, impulsa la síntesis de clorofila y proteínas, promoviendo hojas más verdes y un desarrollo vegetativo más rápido. El fósforo impulsa la generación de energía celular y la formación de tejidos nuevos, mientras que el potasio regula la apertura estomática, mejora la turgencia y fortalece la resistencia frente al estrés. Los micronutrientes esenciales, como el hierro y el zinc, evitan carencias nutricionales y favorecen el buen funcionamiento de la fotosíntesis en el cultivo. Según Serfi (2022) el producto contiene vitamina B1, potencia el metabolismo de carbohidratos, azúcares y el desarrollo radicular. En conjunto, mejora la fotosíntesis, acelera el crecimiento y corrige desequilibrios nutricionales, evidenciándose en un reverdecimiento visible y desarrollo acelerado tras su aplicación.

2.2.23.1. Consideraciones de aplicación en trigo

El Quimifol Desarrollo se aplica desde las 4 hojas verdaderas hasta el macollamiento, iniciando tras el trasplante y repitiendo cada 20 días. Se usan 1–2 L o kg ha^{-1} en 200 L de agua, aplicándolo en horas frescas y sin lluvia esto dependerá de las recomendaciones de la casa comercial donde lo adquiera. Debe rociarse de forma uniforme y puede mezclarse con agroquímicos compatibles. En riego, hasta 4 aplicaciones

2.2.24. Riesgos asociados al uso excesivo

Fitotoxicidad: no lo es si usa en dosis moderadas, aunque es crucial respetar las recomendaciones del uso de la casa comercial.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

Cuantitativo

Se tomaron datos en cantidades numéricas debido a que este estudio tuvo por objetivo el análisis cuantitativo de los promedios obtenidos de las medidas tomadas de 10 variables agronómicas del cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L) para determinar la correlación entre el biol frente al químico Quimifol Desarrollo y su impacto en dichas variables.

3.1.2. Tipo de Investigación

Campo

La investigación se llevó a cabo a campo abierto en el Centro Experimental "San Francisco" de la UPEC, situado en el cantón Huaca, provincia del Carchi.

Experimental

En este estudio se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformado por cinco tratamientos y cuatro repeticiones, cuyos resultados fueron evaluados mediante análisis estadístico.

Bibliográfica

Para el desarrollo de la investigación se consultaron diversas fuentes, entre ellas artículos científicos, revistas especializadas y sitios web, con el fin de sustentar y ampliar el conocimiento sobre las variables analizadas.

3.2. IDEA A DEFENDER

Hipótesis nula (H0): El Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifol (Desarrollo) no mejoró las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L)

Hipótesis Alternativa (HA): El Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifol (Desarrollo) si mejoró las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L).

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variables Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumentos
<p>Independientes</p> <p>Bioestimulante orgánico: es un fertilizante líquido orgánico producido por fermentación anaeróbica de estiércol y residuos vegetales.</p> <p>Fertilizante químico: está formulado para aportar de forma rápida y precisa los nutrientes que la planta necesita, favoreciendo una absorción inmediata y eficiente.(Mendoza, 2024).</p>	T1: Concentración de Biol al 35% elaborado a partir de estiércol bovino y roca fosfórica el cual es bioestimulante orgánico.	Se aplicó 168 cc/12m ² la primera dosis a los 30 dds, después se realizó la fertilización cada 15 días desde el segundo mes hasta el quinto mes de desarrollo de las plantas.	Foliar (Aplicación manual)	Bomba de fumigar manual de 8 Lt. Balanza Tubos
	T2: Concentración de Biol al 25% elaborado a partir de estiércol bovino y roca fosfórica el cual es bioestimulante orgánico.	Se aplicó 120 cc/12m ² la primera dosis a los 30 dds, después se realizó la fertilización cada 15 días desde el segundo mes hasta el quinto mes de desarrollo de las plantas.	Foliar (Aplicación manual)	Dosificadores (Jeringa de 10 cc)
	T3: Concentración de Biol al 10% elaborado a partir de estiércol bovino y roca fosfórica el cual es bioestimulante orgánico.	Se aplicó 48 cc/12m ² la primera dosis a los 30 dds, después se realizó la fertilización cada 15 días desde el segundo mes hasta el quinto mes de desarrollo de las plantas.	Foliar (Aplicación manual)	
	T4: Concentración de Fertilizante químico (Quimifol desarrollo) 35-6-10: al 5 %: el cual contiene 35% de nitrógeno, 6% de fósforo y 10% de potasio, ideal para un crecimiento y desarrollo de raíces y flores en las plantas.	Se aplicó 2.4 g /12m ² la primera dosis a los 30 dds, después se realizó la fertilización cada 15 días desde el segundo mes hasta el quinto mes de desarrollo de las plantas.	Foliar (Aplicación manual)	Bomba de fumigar manual de 8 Lt. Balanza Tubos Dosificadores (Jeringa de 10 cc)
	T5: Sin concentración (Testigo Absoluto).	Sin aplicación, testigo.	Sin fertilización	

<p style="text-align: center;">Dependiente</p> <p>Desarrollo y crecimiento del cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum</i>. L): hace referencia al desarrollo y crecimiento de sus características agronómicas (Córdova, 2015).</p>	Altura de plata (cm)	Se seleccionaron 10 plantas de cada unidad experimental, se las identificó con piolas de color azul y se midió su altura en centímetros, utilizando un metro, considerando el tramo desde la base del tallo hasta la hoja bandera. Las mediciones se realizaron a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 dds.	Observación/ medición y registro	Instrumentos de Agro dimensión: Libreta de Campo/ Metro
	Diámetro de tallo (mm)	Se seleccionaron 10 plantas de cada unidad experimental, se las identificó con piolas de color azul y se midió el diámetro de sus tallos en milímetros, esto se realizó ayuda de un escalímetro o pie de rey realizando las mediciones a los 30, 45, 60 y 80 dds.	Observación/ medición y registro	Escalímetro o (Pie de Rey) / Libreta de Campo
	Número de hojas (Unidades)	Se seleccionaron 10 plantas de cada unidad experimental, se las identificó con piolas de color azul y se realizó el conteo de sus hojas por planta seleccionada a los 30, 45, 60 y 75 dds y posteriormente se sacó el promedio.	Observación/ medición y registro	Libreta de Campo Escalímetro o (Pie de Rey) / Libreta de Campo
	Largo de hojas (cm)	Se seleccionaron 10 plantas de cada unidad experimental, se las identificó con piolas de color azul, se midió su largo con ayuda de un metro en centímetros a los 30, 45, 60 y 75 dds.	Observación/ medición y registro	Libreta de Campo/ Metro
	Número de macollos (Unidades)	Se seleccionaron 10 plantas de cada unidad experimental, se las identificó con piolas de color azul, se contabilizó el número de macollos en unidades a los 30, 45, 60 días obteniéndose posteriormente el promedio de dichos valores dds.	Observación/ medición y registro	Libreta de Campo

Longitud de espigas (cm)	En las 10 plantas seleccionadas de cada unidad experimental se registró la longitud de la espiga en centímetros con ayuda de un metro y posteriormente se calculó el promedio de dichas mediciones dds.	Observación/ medición y registro	Libreta de Campo/ Metro
Rendimiento en Kg/ha ⁻¹	Después de la cosecha y realizar la trilla del grano recolectado en cada unidad experimental, el grano obtenido fue pesado con precisión en costales negros de 50 kg utilizando una balanza romana. A partir de este peso, se procedió a calcular el rendimiento por hectárea aplicando la regla de tres simple de forma directa.	Observación/ medición y registro	Libreta de Campo
Análisis Costo beneficio (\$)	Después de la cosecha y para comercializar, se realizó un análisis económico-costo/beneficio.	Fórmula Relación Costo-Beneficio (C/B) = $\frac{\text{Ganancia neta}}{\text{Costo de producción}}$	Libreta de campo/ Balanza Romana Libreta de campo -Computadora

3.3.1. Variables en estudio

Variables morfológicas y productivas

Altura de planta: Se seleccionaron 10 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron identificadas con piolas de color azul, se midió su altura en centímetros, utilizando un metro, considerando el tramo desde la base del tallo hasta la hoja bandera. Las mediciones se realizaron a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 y 135 dds.

Número de hojas: Se seleccionaron 10 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron identificadas con piolas de color azul, la recopilación de datos se realizó a los 30, 45, 60 y 75 días posteriores a la siembra, contando manualmente las hojas en 10 plantas seleccionadas de cada unidad experimental.

Diámetro del tallo: Se seleccionaron 10 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron identificadas con piolas de color azul, Se midió a los 30, 45, 60 y 80 días tras la siembra en 10 plantas por unidad experimental, utilizando un calibrador vernier o pie de rey, y los resultados se anotaron en milímetros.

Largo de hojas: Se seleccionaron 10 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron identificadas con piolas de color azul, Se midió en 10 plantas por unidad experimental a los 30, 45, 60 y 75 días tras la siembra, utilizando un flexómetro o cinta métrica desde la base hasta la punta de cada hoja.

Numero de macollos: Se seleccionaron 10 plantas por cada unidad experimental, las cuales fueron identificadas con piolas de color azul, A los 30, 45 y 60 días después de la siembra, se realizó un conteo manual en 10 plantas por unidad experimental para obtener los datos.

Longitud de espiga: En cada unidad experimental marcada con lazo azul, se eligieron 10 plantas para medir las espigas de sus macollos usando una cinta métrica. Se registró la longitud desde la base del raquis hasta la última espiguilla en etapas clave como la espigues o madurez fisiológica. Finalmente, se calculó el promedio para cada unidad experimental.

Rendimiento en kg \cdot ha⁻¹: Tras realizar la trilla manual y mecánica del trigo recolectado en cada unidad experimental, el grano obtenido fue pesado en kilogramos con precisión utilizando una balanza romana. A partir de este peso, se procedió a calcular el rendimiento por hectárea aplicando la regla de tres simple de forma directa.

Costo Beneficio:

Después de la cosecha, el análisis costo-beneficio se efectuó calculando el ingreso total por hectárea mediante la multiplicación del rendimiento promedio de trigo (kg ha^{-1}) por el precio de venta por kilogramo. Posteriormente, se calculó la ganancia neta restando del ingreso el costo total de producción por hectárea para cada tratamiento. Finalmente, se determinó la relación costo-beneficio dividiendo el ingreso total entre el costo de producción, lo que permitió evaluar la rentabilidad relativa y la eficiencia económica de las diferentes aplicaciones foliares evaluadas.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Localización del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental San Francisco, se localiza en la zona norte del Valle Interandino del Ecuador, en el sector La Calera, cantón Huaca, provincia del Carchi., a 2,780 metros sobre el nivel del mar. La zona presenta una temperatura promedio de 12,7 °C, una humedad relativa del 78 % y una precipitación anual que varía entre 779 y 1,200 mm (Romo, 2016).



Figura 6. Lugar del estudio Centro Experimental San Francisco
Fuente: (Google Maps, 2025)

3.4.2. Características del Ensayo

Para la instalación del experimento se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Tabla 4. Características del Ensayo

Datos del experimento Dimensiones	Dimensiones
Número de tratamientos	Cinco (5)
Número de repeticiones	Cuatro (4)
Número de unidades experimentales	Veinte (20)
Parcela neta	12m ² (ancho 3m; largo 4 m)
Área total del ensayo	565 m ² (ancho 19,50 m; largo 29 m)
Área total a trabajar	442m ² (ancho 17 m; largo 26 m)
Área de unidad experimental	12 m ² (3 ancho; 4 largo)
Parcela neta	2m ² (1 ancho; 2 largo)
Total, de plantas por unidad experimental	Tres mil seiscientas (3600) plantas (300 semillas x m ²)
Total, de plantas	Setenta y dos mil (72.000)

3.4.3. Población y muestra

Población

El experimento se desarrolló en 20 unidades experimentales, cada una con un área total de 12 metros cuadrados (3 metros de ancho por 4 metros de largo), subdividida en 12 cuadros de un metro cuadrado cada uno. En cada metro cuadrado se sembraron 300 semillas de trigo, conformando una población total aproximada de 72,000 plantas (300 plantas/m² × 12 m² × 20 unidades experimentales), en un área total de 442m².

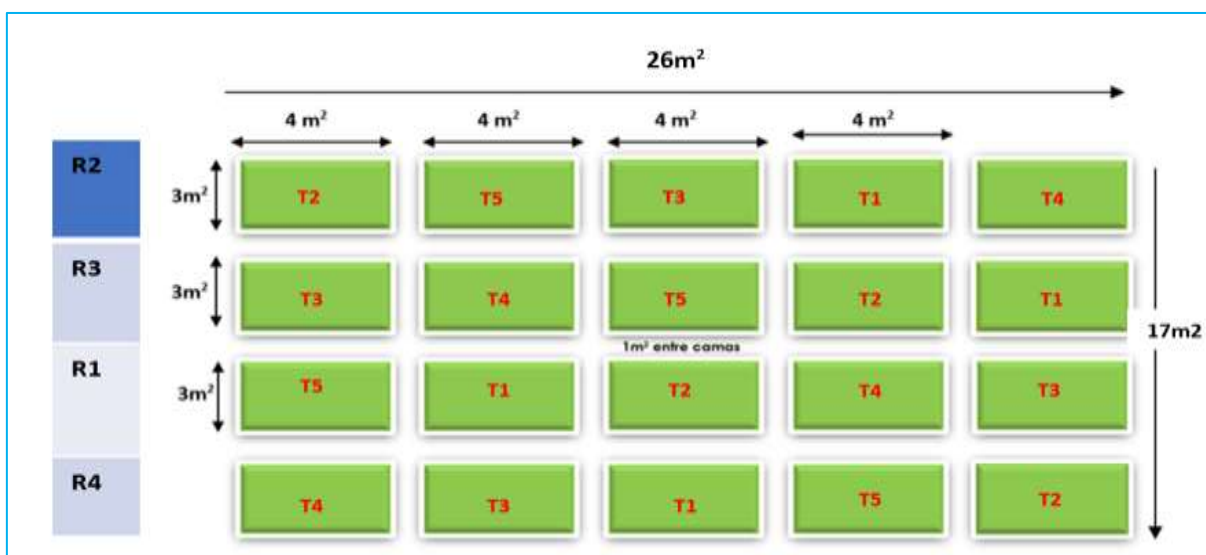


Figura 7. Población del ensayo experimental

Muestra:

Para la evaluación agronómica se seleccionaron 10 plantas representativas por cada unidad experimental, logrando una muestra total de 200 plantas divididas en

20 parcelas. Esta selección se realizó para obtener datos manejables pero representativos del comportamiento del cultivo dentro del área estudiada.

Diseño Gráfico de la parcela neta

En la figura 8 se presenta la gráfica de la parcela total de 12 m² y la parcela neta del experimento de 2m², con sus respectivas dimensiones.

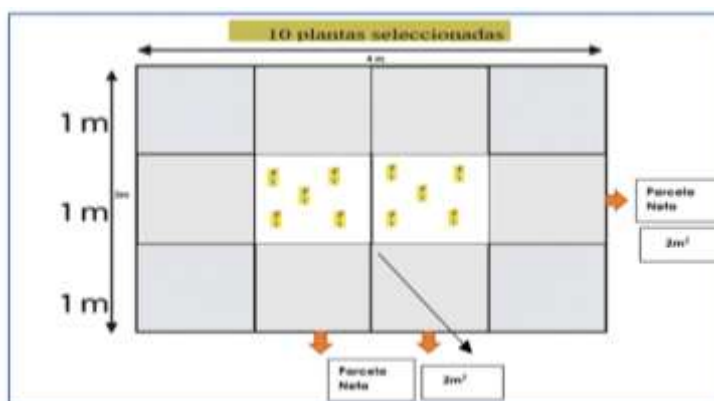


Figura 8. Diseño de la parcela neta

La parcela neta corresponde a 2m² centrales de 1 metro cuadrado cada uno, excluyendo los demás cuadros sombreados que representan los bordes del total cada unidad experimental. En esta área se seleccionaron 10 plantas para la evaluación, distribuidas dentro de estos cuadros para evitar el efecto de borde que son alteraciones en el crecimiento de las plantas causadas por condiciones especiales en las orillas y obtener resultados más confiables.

3.4.4. Tratamientos

En este ensayo se evaluaron cinco tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones. Se utilizaron diferentes concentraciones de Biol enriquecido, así también con un fertilizante químico, además de incluir un tratamiento testigo donde no se aplicó ningún insumo.

Tabla 5. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Producto	Dosis por hectárea	Dosis para 12 m²	Frecuencia
T1	Biol enriquecido con Roca fosfórica 35 %	140 L / ha	168 ml	Cada 15 días
T2	Biol enriquecido con Roca fosfórica 25 %	100 L / ha	120 ml	Cada 15 días
T3	Biol enriquecido con Roca fosfórica 10 %	40 L / ha	48 ml	Cada 15 días
T4	Quimifol Desarrollo (35.6.10)	2 kg en 400 L (5 g/L)	2,4 g en 480 ml solución	Cada 15 días
T5	Testigo absoluto (sin aplicación)	0	0	Sin aplicación

Las dosis para 12 m² se calcularon proporcionalmente con base en la dosis por hectárea (1 ha = 10,000 m²).

Para Biol, la dosis está en litros de mezcla aplicada, con el porcentaje indicando concentración del Biol.

Para Quimifol, la dosis es en gramos de producto diluido en volumen correspondiente, siguiendo recomendación comercial.

Frecuencia: todas las aplicaciones fueron cada 15 días salvo el testigo que no recibe aplicación.

3.4.5. Procedimiento

a) Análisis del suelo

Con el fin de determinar la disponibilidad de nutrientes en el área de siembra, se efectuó un muestreo de suelo 20 días antes de la implantación del cultivo. El recorrido se realizó en forma de zigzag, tomando cinco submuestras a 15 cm de profundidad, las cuales fueron reunidas en un balde plástico para conformar una muestra compuesta. De esta mezcla se extrajo aproximadamente 1 kg, que se colocó en una funda plástica y se envió al laboratorio para su análisis correspondiente.

b) Preparación del terreno

Se realizaron labores de preparación del terreno, consistentes en dos pasadas de arado y dos de rastra, que ayudaron a remover el suelo y eliminar restos vegetales. Luego, se niveló la superficie usando herramientas manuales como el azadón y el rastrillo, buscando afinar la textura del suelo y dejarlo uniforme, lo cual favoreció la siembra y una germinación adecuada de las semillas.

c). División de Parcelas o Unidades Experimentales

Cada parcela fue fraccionada en secciones de un metro cuadrado para facilitar la siembra y garantizar un control más preciso durante el desarrollo del experimento. Las unidades experimentales en campo ocuparon 12 m² cada una, separadas entre sí por caminos de 50 cm, siguiendo las directrices establecidas en el instructivo oficial de Agrocalidad para ensayos de eficacia en productos agrícolas en Ecuador (Agrocalidad, 2017).

d) Siembra

Antes de la siembra se procedió a abonar el terreno con cal agrícola esto con el objetivo de asegurar un terreno más limpio y elevar su PH, de la misma forma todo esto se lo realizó aplicando uniformemente en cada cama experimental.

Para la siembra, se calculó la cantidad de semillas requeridas por metro cuadrado, tomando como referencia la recomendación de la ficha técnica de la variedad Imbabura-INIAP 2014, la cual sugiere aplicar 135 kg ha⁻¹, lo que equivale a aproximadamente 299, redondeado a 300 semillas. Posteriormente se sembró repartiendo las semillas en las camas experimentales con una área 12m² cada una de manera uniforme y no al voleo como comúnmente se lo realiza, esto con el objetivo de asegurar una siembra y un crecimiento más uniforme y de igual forma una toma de datos más controlada y precisa.

f) Labores Culturales

El deshierbe se efectuó de forma individual en todas las camas de 12 m² para no dañar el cultivo ni afectar la salida de las plántulas del cultivo de trigo. Esta tarea se realizó cada 20 días durante el segundo y cuarto mes del desarrollo del cultivo.

E) control fitosanitario

Se realizó durante todo el ciclo del cultivo, con especial atención desde el día 30 después de la siembra hasta el día 90, periodo en el que se presentó incidencia de enfermedades fúngicas, como la Roya amarilla, así también no hubo presencia moderada de insectos que pudieran afectar al cultivo. Al concluir los 90 días, se realizó la aplicación final para el control de roya utilizando 200 ml de Tilt, cuyo principio activo es el Propiconazole, diluidos en 200 litros de agua por hectárea. Esta intervención se efectuó al inicio de la fase de espigamiento, con el fin de no interferir en el desarrollo del estudio.

F). Cosecha

A los 195 días del cultivo de trigo, se efectuó la cosecha manual y mecánica con el uso de maquinaria especializada cortando las plantas de trigo cama por cama de manera cuidadosa. Posteriormente se realizó el llenado del grano en costales de 50 kg de capacidad para realizar el pesaje correspondiente.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en cada variable, se utilizó el software Statistix 8.1, en donde se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), con el objetivo de determinar la presencia o ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Además, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia para comparar las medias y determinar qué tratamientos presentaron diferencias reales, estableciendo grupos homogéneos desde el mejor al menos efectivo en cada variable evaluada.

Tabla 6. Representación del análisis de la varianza.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Total	$norte-1$	$5 \times 4 - 1 = 19$
Tratamientos	$e-1$	$5 - 1 = 4$
Repeticiones	$o-1$	$4 - 1 = 3$
Error experimental	$(e-1)(r-1)$	$(5-1)(4-1) = 12$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Altura de planta

En la tabla 7 se muestran los resultados del análisis de varianza correspondiente a la altura de planta en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds. Los valores de p son mayores a 0.05 evidenciando que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados esto permite concluir que ninguna de las aplicaciones foliares efectuadas influyó de manera consistente en la altura de las plantas durante estos periodos. Por otra parte, las medias varían de 15,10 a 52,25 respectivamente en altura de planta, y los coeficientes de variación obtenidos fluctuaron entre 7,27% a 8,17% lo cual es menor al 20 %, lo que nos indica que la investigación es aceptable.

Tabla 7. ANOVA para altura de planta en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds.

FV	GL	30 dds p-valor	45 dds p-valor	60 dds p-valor	75 dds p-valor
Rep/Bloq	3				
Tratamiento	4	0,1013 ns	0,3671ns	0,2820 ns	0,2171ns
Error	12				
Total	19				
Media		15,10	27,15	43,05	52,25
CV (%)		8,11	8,17	8,04	7,27

Leyenda: FV= Fuente de Variación; GL = Grados de Libertad; p-valor = valor de significancia estadística para cada día; Media = promedio de altura de planta en centímetros; CV (%) = coeficiente de variación, indicador de precisión del experimento. ns indica que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

En la tabla 8 los resultados del análisis de varianza correspondiente a la altura de planta en cm a los 90,105,120 y135 dds. Los valores de p fueron de 0,0003, 0,0000, 0,0001 y 0,0003 respectivamente los cuales son menores a 0,05 indicando que existe diferencias significativas entre los tratamientos en los periodos evaluados. Las medias fluctuaron de 64,30 a 89,75 en altura de planta y los coeficientes de variación fueron de 2,92 a 5,10 lo cual es menor al 20 % indicando que la investigación es aceptable.

Tabla 8. ANOVA para altura de planta en cm a los 90,105,120 y135 dds.

FV	GL	90 dds p-valor	105 dds p-valor	120 dds p-valor	135 dds p-valor
Rep/Bloq	3				
Tratamiento	4	0,0003*	0,0000*	0,0001*	0,0003*
Error	12				
Total	19				
Media		64,30	72,00	80,95	89,75
CV (%)		5,10	4,15	4,31	2,92

Leyenda: FV = Fuente de Variación; GL = Grados de Libertad; p-valor = nivel de significancia estadística, donde * indica significación ($p < 0,05$). Media = promedio de altura de planta en cm; CV (%) = coeficiente de variación que indica precisión y homogeneidad de los datos. Los resultados muestran diferencias significativas entre tratamientos para los días evaluados.

Se presenta la prueba de Tukey al 5 % en la tabla 9 para altura de planta (cm) a los 90, 105, 120 y 135 días después de la siembra (dds). A los 90 días, los tratamientos T4, T3 y T1 no presentan diferencias significativas entre sí, al compartir el mismo grupo estadístico. El tratamiento T5 se ubica en una posición intermedia, pues comparte grupo con T1 y T3, pero también con T2, por lo que no difiere significativamente de ninguno de ellos. En cambio, el tratamiento T2 difiere significativamente de T4, siendo este último el mejor tratamiento con una media de 71,50 cm en altura de planta. A los 105 días, se observa que T4, T3 y T1 permanecen sin diferencias significativas entre sí. El testigo (T5) vuelve a actuar como intermedio, al no diferir de T1 ni de T2. Sin embargo, T4 difiere significativamente de T2, destacándose con una media de 80,75 cm como el mejor tratamiento. A los 120 días, la tendencia se mantiene: T4, T3 y T1 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T5 ocupa una posición intermedia al compartir grupo con T1 y con T2. Nuevamente, T4 difiere significativamente de T2, registrando la mayor altura con una media de 90,25 cm. Finalmente, a los 135 días, los tratamientos T4, T3, T1 y T5 no muestran diferencias significativas entre sí. No obstante, T2 difiere de T4, manteniéndose este último como el mejor tratamiento con una media de 94,75 cm en la altura final de planta.

Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para altura de planta en cm 90,105,120,135 dds.

	90 dds media	Rango	105dds media		120 dds media		135 dds media	
T4	71,50	A	80,75	A	90,25	A	94,75	A
T3:	67,25	AB	75,50	AB	85,00	AB	93,25	AB
T1:	67,25	AB	75,50	AB	85,00	AB	93,25	AB
T5:	66,00	BC	72,75	BC	82,00	BC	90,00	AB
T2:	59,25	C	66,25	CD	74,75	CD	87,75	BC

Leyenda T1: Biol enriquecido 35 %, 168 ml/12 m²; T2: Biol enriquecido 25 %, 120 ml/12 m²; T3: Biol enriquecido 10 %, 48 ml/12 m²; T4: Quimifol Desarrollo 5 %, 2,4 ml/12 m²; T5: Testigo absoluto (sin aplicación); dds: días después de la siembra; ABCD: letras que diferencian los grupos estadísticos según la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.2. Número de Hojas

En la tabla 10 en el análisis de varianza para número de hojas en (unidades) a los 30, 45, 60 y 75 dds. Los valores de p son menores a 0,05 evidenciando que a los 30 y 75 dds los tratamientos tuvieron un efecto altamente significativo, a los 60 dds existió diferencias muy significativas sin embargo a los 45 dds no existió diferencias significativas. Las medias fluctúan de 3,7, 8, 9, 8,33 y 24 en el número de hojas respectivamente y los coeficientes de variación varían de 4,24 a 17,45 que son menores al 20 % lo que nos indica que la investigación es aceptable.

Tabla 10. ANOVA para número de hojas en (unidades) 30, 45, 60, 75 dds

FV	GL	30 dds p-valor	45 dds p-valor	60 dds p-valor	75 dds p-valor
Rep/Bloq	3				
Tratamiento	4	0,0000***	0,0846 ns	0,0015**	0,0000***
Error	12				
Total	19				
Media		3,7	8,9	8,33	24
CV (%)		17,45	14,32	16,25	4,64

Leyenda: ANOVA para el número de hojas a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds). FV: fuentes de variación; GL: grados de libertad; CV: coeficiente de variación. Valores de significancia: ns = no significativo, ** = muy significativo ($p \leq 0,01$), *** = altamente significativo ($p \leq 0,001$).

Se presenta la tabla 11, en la cual se realizó la prueba de Tukey al 5 % para número de hojas en unidades a los 30, 60 y 75 dds. A los 30 días, los tratamientos T3 y T4 no presentan diferencias significativas entre sí, al compartir letras de agrupación, mientras que T2 y T1 tampoco difieren entre ellos. Sin embargo, T3 difiere significativamente de T2, T1 y del testigo absoluto (T5), siendo el mejor tratamiento el T3 Biol enriquecido 10 % (48 ml/12 m²) con una media de 5,25 hojas. A los 60 días, los tratamientos T3 y T4 continúan sin diferencias significativas entre sí, mientras que T3 tampoco difiere de T1. Sin embargo, T4 difiere significativamente de T1, T2 y T5, destacándose como el mejor tratamiento el T4 Quimifol 5 % (2,4 ml/12 m²) con una media de 18,75 hojas. A los 75 días, los tratamientos T4 y T3 no presentan diferencias significativas entre sí, Por otro lado, T2, T1 y T5 tampoco muestran diferencias significativas entre ellos, pero difieren de T3 y T4 siendo el mejor tratamiento el T3 con una media de 29,25 hojas.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % para número de hojas en (u) a los 30, 60 y 75 dds.

Tratamientos	30 dds	Rango	60 dds			75 dds		
	media		Trat	Media	Trat	media		
T3:	5,25	A	T4	18,75	A	T3	29,25	A
T4:	4,75	AB	T3	18	AB	T4	29	A
T2:	3,75	BC	T1	15,5	BC	T1	21,25	B
T1:	3,25	C	T5	14,5	C	T5	20,5	B
T5:	1,5	D	T2	14,5	C	T2	20	B

Leyenda. T1: Biol enriquecido 35 %, 168 ml/12 m²; T2: Biol enriquecido 25 %, 120 ml/12 m²; T3: Biol enriquecido 10 %, 48 ml/12 m²; T4: Quimifol Desarrollo 5 %, 2,4 ml/12 m²; T5: Testigo absoluto (sin aplicación); dds: días después de la siembra; ABCD: letras que diferencian los grupos estadísticos según la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.3. Diámetro de Tallo

En la tabla 12 se muestran los resultados del análisis de varianza correspondiente al diámetro de tallo en mm a los 30, 45, 60 y 80 dds, en donde se puede observar que el valor de p es menor al 0,05 indicando que a los 45 y 60 días existe diferencias muy significativas ya que sus valores de 0,0035, 0,0036 lo confirman, a los 80 días existe también una diferencia significativa y su valor de p fue de 0,0347, sin embargo a los 30 días no existe diferencias significativas. Las medias entre los tratamientos fluctúan de 2,42 a 4,98 milímetros en el diámetro de tallo, los coeficientes de variación de 7,40 a 15,88 lo cual es menor al 20 %, indicando que la investigación es aceptable.

Tabla 12. ANOVA para diámetro de tallo en mm a los 30, 45, 60 y 80 dds.

FV	GL	30 dds p-valor	45 dds p-valor	60 dds p-valor	80 dds p-valor
Rep/Bloq	3				
Tratamiento	4	0,065 ns	0,0035**	0,0036**	0,0347*
Error	12				
Total	19				
Media		2,42	3,66	4,69	4,98
CV (%)		15,88	7,40	9,32	10,75

Leyenda: FV: fuentes de variación; GL: grados de libertad; p-valor: significancia estadística; Media: diámetro promedio del tallo (mm); CV (%): coeficiente de variación. Nivel de significancia: ns = no significativo ($p > 0,05$); * = significativo ($p < 0,05$); ** = muy significativo ($p < 0,01$); *** = altamente significativo ($p < 0,001$).

Se presenta la tabla 13, en la cual se realizó la prueba de Tukey al 5 % para diámetro de tallo en mm a los 40, 60 y 80 dds. A los 40 días, los tratamientos T3 y T4 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T5 ocupa un grupo intermedio y tampoco difiere significativamente de T3/T4 ni de T2 y T1. Por su parte, T2 y T1 no presentan diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, T3 y T4 difieren significativamente de T2 y T1, siendo el mejor tratamiento el T3 Biol enriquecido 10 % (48 ml/12 m²) con una media de 4,08 mm en el diámetro de tallo. A los 60 días, los tratamientos T4 y T3 continúan sin diferencias significativas entre sí, y T5 se ubica como

intermedio, sin diferir significativamente ni de T3/T4 ni de T1/T2. No obstante, T4 y T3 difieren significativamente de T1 y T2, destacándose como el mejor tratamiento el T4 Quimifol (36.6.10) al 5 % (2,4 ml/12 m²), con una media de 5,35 mm en su diámetro de tallo. A los 80 días, los tratamientos T3, T4, T5 y T1 no presentan diferencias significativas entre sí dentro de sus grupos respectivos, sin embargo, T3 difiere significativamente de T2, siendo el mejor tratamiento el T3 Biol enriquecido 10 %, con una media de 5,80 mm en el diámetro de tallo en la medición final.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para diámetro de tallo en mm a los 40, 60 y 80 dds.

Tratamiento	40 dds		60 dds		80 dds		Trat	Media	
	Media	Rango	Trat	Media	Trat	Media			
T3:	4,08	A	T4	5,35	A	T3	5,80	A	
T4:	4,01	A	T3	5,28	A	T4	5,15	AB	
T5:	3,51	AB	T5	4,43	AB	T5	4,79	AB	
T2:	3,39	B	T1	4,29	B	T1	4,61	AB	
T1:	3,30	B	T2	4,10	B	T2	4,54	B	

Leyenda: T1: Biol enriquecido 35 %, 168 ml/12 m²; T2: Biol enriquecido 25 %, 120 ml/12 m²; T3: Biol enriquecido 10 %, 48 ml/12 m²; T4: Quimifol Desarrollo 5 %, 2,4 ml/12 m²; T5: Testigo absoluto (sin aplicación); dds: días después de la siembra; ABCD: letras que diferencian los grupos estadísticos según la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.4. Número de Macollos

En la tabla 14 se presenta el análisis de varianza para número de macollos en unidades a los 30, 45 y 60 dds en dónde se puede observar que el valor de p es menor al 0,05 indicando que no existe diferencia significativa en ninguna de estas mediciones entre los tratamientos. Las medias fluctúan de 2,86 ,4,48 a 16,62 macollos por planta, los coeficientes de variación de 13,21 a 18,60 los cuales son menores al 20 % indicando que la investigación es aceptable.

Tabla 14. ANOVA para número de macollos en unidades a los 30, 45, 60 dds.

FV	GL	30 dds p- valor	45 dds p- valor	60 dds p- valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0,2827 ns	0,1759 ns	0,3006 ns
Error	12			
Total	19			
Media		2,86	16,62	4,48
CV (%)		16,62	13,21	18,60

Leyenda: FV: fuentes de variación; GL: grados de libertad; p-valor: significancia estadística; Media: número promedio de macollos por planta; CV (%): coeficiente de variación. Nivel de significancia: ns = no significativo ($p > 0,05$); * = significativo ($p < 0,05$); ** = muy significativo ($p < 0,01$); *** = altamente significativo ($p < 0,001$).

4.1.5. Largo de Hojas

En la tabla 15 se presenta el análisis de varianza para largo de hojas en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds, en dónde se puede observar que el valor de p es menor a 0,05

indicando que existen diferencias altamente significativas a los 30 y 75 dds, ya que sus valores de 0,0094 y 0,0015 lo confirman, a los 45 días también existe una diferencia significativa con un valor de $p = 0,0428$, sin embargo a los 60 días no se observan diferencias significativas. Las medias de los tratamientos fluctúan entre 11,40 a 26,79 centímetros en el largo de hojas y los coeficientes de variación de 3,23 a 9,23 menores al 20% indican que la investigación es aceptable.

Tabla 15. ANOVA para largo de hojas en cm a los 30, 45, 60 y 75 dds.

FV	GL	30 dds p-valor	45 dds p-valor	60 dds p-valor	75 dds p-valor
Rep/Bloq	3				
Tratamiento	4	0,0094 **	0,0428 *	0,0657 ns	0,0015 **
Error	12				
Total	19				
Media		11,40	16,09	22,31	26,79
CV (%)		9,23	8,52	6,87	3,23

Leyenda: Análisis de varianza (ANOVA) para el largo de hoja (cm) a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra. FV = Fuente de variación; GL = grados de libertad; CV (%) = coeficiente de variación. Los asteriscos indican significancia: * = significativo, ** = altamente significativo, ns = no significativo.

Se presenta la tabla 16, en la cual se realizó la prueba de Tukey al 5 % para el largo de hojas en cm a los 30, 45 y 75 dds. A los 30 días, los tratamientos T4, T3 y T2 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T1 ocupa un grupo intermedio y T5 difiere significativamente de T4, T3 y T2. El mejor tratamiento fue el T4 Quimifol 5 % (2,4 ml/12 m²) con una media de 12,70 cm en el largo de hojas. A los 45 días, los tratamientos T3, T2 y T1 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T4 difiere parcialmente de estos tratamientos y T5 se mantiene como el de menor valor. El mejor tratamiento fue nuevamente el T4 Quimifol 5 %, con una media de 17,57 cm en el largo de hojas. A los 75 días, los tratamientos T4, T3 y T2 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T1 se ubica como intermedio y T5 difiere significativamente de T4, T3 y T2, siendo el mejor tratamiento el T4 con el de mayor promedio, de 27,82 cm en el largo de hojas en la etapa final.

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para la largo de hojas en cm a los 30, 45, 75 dds.

Tratamiento	30 dds		45 dds		75 dds	
	media	Rango	media		media	
T4:	12,70	A	17,57	A	27,82	A
T3:	11,97	A	17,00	AB	27,75	A
T2:	11,87	A	16,02	AB	27,35	A
T1:	11,00	AB	15,52	AB	26,25	AB
T5:	9,47	B	14,32	B	24,80	B

Leyenda: T1: Biol enriquecido 35 %, 168 ml/12 m²; T2: Biol enriquecido 25 %, 120 ml/12 m²; T3: Biol enriquecido 10 %, 48 ml/12 m²; T4: Quimifol Desarrollo 5 %, 2,4 ml/12 m²; T5: Testigo absoluto (sin aplicación); dds: días después de la siembra; ABCD: letras que diferencian los grupos estadísticos según la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.6. Longitud de Espiga

En la tabla 17 se presenta el análisis de varianza para longitud de espiga en cm en 3 mediciones dds, donde se puede observar que el p valor es menor a 0,05 indicando que existen diferencias muy significativas en las tres mediciones realizadas desde el inicio de el espigado hasta el final del desarrollo de la espiga, los valores de p fueron de 0,0000, 0,0000, 0,0000 lo cual confirma los resultados. Las medias fluctuaron de 8,88, 9,79 y 10 cm en longitud de espiga con coeficientes de variación de 1,50 a 2,27 que son menores al 20 % indicando que la investigación es aceptable.

Tabla 17. ANOVA para longitud de espiga en cm en 3 mediciones dds.

FV	GL	Medición 1 p- valor	Medición 2 p- valor	Medición 3 p- valor
Rep/Bloq	3			
Tratamiento	4	0,0000 ***	0,0000 ***	0,0000 ***
Error	12			
Total	19			
Media		8,83	9,79	10,00
CV (%)		2,27	1,50	1,68

Leyenda:DF: fuentes de variación; GL: grados de libertad; p-valor: significancia estadística; Media: longitud promedio de espiga (cm); CV (%): coeficiente de variación. Nivel de significancia: ns = no significativo ($p > 0,05$); * = significativo ($p < 0,05$); ** = muy significativo ($p < 0,01$); *** = altamente significativo ($p < 0,001$).

Se presenta la tabla 18 la prueba de Tukey al 5 % para longitud de espiga en cm en tres mediciones (dds). En la primera medición, los tratamientos T4 y T3 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T2 y T1 tampoco difieren significativamente entre ellos. Por su parte, T1 y T5 tampoco presentan diferencias significativas entre sí, pero los tratamientos T4 y T3 difieren significativamente de T2, T1 y T5. El mejor tratamiento fue el T4 Quimifol (36.6.10) al 5 % (2,4 ml/12 m²), con una

media de 9,65 cm en longitud de espiga. En la segunda medición, los tratamientos T4 y T3 continúan sin diferencias significativas entre sí, al igual que T2 y T1. Sin embargo, T4 y T3 difieren significativamente de T5, destacándose nuevamente el T4 como el mejor tratamiento, con una media de 10,65 cm en longitud de espiga. En la tercera medición, los tratamientos T4 y T3 no presentan diferencias significativas entre sí, al igual que T2 y T1; sin embargo, T4, T3, T2 y T1 difieren significativamente del T5 siendo el mejor tratamiento el T4 con una media de 10,93 cm, seguido muy de cerca del T3 con 10,85 cm en longitud de espiga.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5 % para longitud de espiga en cm en 3 mediciones dds.

Tratamientos	Medición 1		Medición 2		Medición 3	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
T4:	9,65	A	10,65	A	10,93	A
T3:	9,23	A	10,58	A	10,85	A
T2	8,75	B	9,63	B	9,78	B
T1:	8,38	BC	9,30	B	9,53	B
T5:	8,15	C	8,78	C	8,95	C

Leyenda: T1: Biol enriquecido 35 %, 168 ml/12 m²; T2: Biol enriquecido 25 %, 120 ml/12 m²; T3: Biol enriquecido 10 %, 48 ml/12 m²; T4: Quimifol Desarrollo 5 %, 2,4 ml/12 m²; T5: Testigo absoluto (sin aplicación); dds: días después de la siembra; ABCD: letras que diferencian los grupos estadísticos según la prueba de Tukey al 5 %.

4.1.7. Rendimiento en kg ha⁻¹

En la tabla 19 se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en kg ha⁻¹ del cultivo de trigo en donde se puede observar que el valor de p es menor a 0,05 lo cual indica que los tratamientos tuvieron una diferencia altamente significativa, el valor de p = 0,0000 confirma los resultados. Esto significa que las diferencias observadas en el rendimiento no se deben al azar, sino al efecto real de las aplicaciones evaluadas. La media general del rendimiento fue de 5,350 kg ha⁻¹, mientras que el coeficiente de variación es de 5,70 % lo cual es menor al 20 % indicando que la investigación es aceptable.

Tabla 19. ANOVA para rendimiento kg ha^{-1} ddc.

FV	GL	Rendimiento Kgha^{-1}	p-valor
Rep/Bloq	3		
Tratamiento	4		0,0000 **
Error	12		
Total	19		
Media		5,350 kg ha^{-1}	
CV (%)		5,70	

Leyenda: Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento del trigo (kg ha^{-1}). FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; CV (%) = coeficiente de variación; p-valor indica significancia: ** = altamente significativo.

Se presenta la tabla 20, la prueba de Tukey al 5 % para la variable rendimiento por hectárea ddc, en donde se puede observar que los tratamientos T4 y T3 no presentan diferencias significativas entre sí, mientras que T3 y T2 tampoco difieren significativamente entre ellos, al igual que T2 y T1. Sin embargo, T4, si difiere de T2, T1 y T5, siendo el mejor tratamiento el T4 Quimifol Desarrollo al 5 %, con una dosis de 2,4 ml/12 m², el cual presentó el mayor rendimiento promedio con una media de 6270,9 kg ha^{-1} , seguido del T3 (Biol enriquecido al 10 % con una dosis de 48 ml/12 m²) con una media de 6020,8 kg ha^{-1} , que se ubicó en el grupo AB, indicando un desempeño similar entre ambos. Por el contrario, el peor tratamiento en rendimiento fue el T5 (Testigo absoluto) con una media de 3895,9 kg ha^{-1} . Estos resultados confirman que la fertilización foliar aplicada en T3 y T4 mejora significativamente la productividad del trigo en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para la variable rendimiento en kg ha^{-1} ddc

Rendimiento en kg ha^{-1} .		
Tratamiento	Media (kg/ha)	Rango
T4	6270,9	A
T3	6020,8	AB
T2	5479,2	BC
T1	5083,3	C
T5	3895,9	D

Leyenda: T1: Biol enriquecido 35%; T2: Biol enriquecido 25%; T3: Biol enriquecido 35%; T4: Químico Quimifol 5% (36.6.10); T5: Testigo Absoluto

4.1.8. Análisis Costo Beneficio de los tratamientos por ha-1

En la tabla 21 se puede observar el análisis costo beneficio del cultivo *Triticum aestivum* L. haciendo un análisis observamos que todos los tratamientos en estudio son buenos y tienen una rentabilidad positiva con relaciones mayores a 1, siendo el mejor tratamiento el T3 Biol al 10 % con un costo-beneficio de 2,59, ctvs. de rentabilidad o de beneficio por cada dólar invertido. El Quimifol (T4) presentó un

beneficio casi similar, con relación 2,55, siendo una alternativa competitiva. Los Bioles al 25 % y 35 % (T2 y T1) también mostraron resultados favorables (2,26 y 2,05), mientras que el testigo (T5) tuvo la menor rentabilidad (1,60), lo que resalta la importancia de aplicar tratamientos para optimizar la producción. El precio de venta considerado fue de 0,52 USD/kg, basado en valores actuales del mercado local.

Tabla 21. Análisis Costo Beneficio del cultivo *Triticum aestivum* L por ha⁻¹

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Precio de venta público (USD/kg)	Costo de producción (USD/ha)	Ingreso (USD/ha)	Ganancia (USD/ha)	Costo-Beneficio
TR1: Biol 35%	5.083,3	0,52	1.291	2.643,32	1.352,32	2,05
TR2: Biol 25%	5.479,2	0,52	1.258	2.849,18	1.591,18	2,26
TR3: Biol 10%	6.020,8	0,52	1.207	3.130,82	1.923,82	2,59
TR4: Quimifol	6.270,9	0,52	1.278	3.260,87	1.982,87	2,55
TR5: Testigo	3.895,9	0,52	1.270	2.025,87	755,87	1,60

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Altura de planta

En el presente estudio, para la variable altura de planta, el mejor tratamiento fue el T4, Quimifol al 5%, con fertilización foliar y dosis de 2,4 ml/12 m², alcanzando una altura promedio de 94,75 cm a los 135 días. Estos resultados concuerdan con (Reyes y Martínez (2017), en su investigación "Evaluación del efecto de la fertilización con Biol y sintética Química sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de Maíz, variedad NB-9043", donde el mejor tratamiento fue el T4 (12-30-10 + Urea 46 %) con 1,53cm en altura y con dosis de 130 kg ha⁻¹, evidenciando que la fertilización química favorece el crecimiento de las plantas.

4.2.2. Número de Hojas

Para la variable número de hojas, el mejor tratamiento fue el T3, Biol enriquecido al 10 %, con dosis de 48 ml/12 m², alcanzando un promedio de 29,25 hojas a los 75 días. Estos resultados no concuerdan con Estrada, (2022), en su investigación "Efecto de la aplicación de biol a base de estiércol bovino enriquecido con polvo de roca en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.)", no encontró diferencias significativas en número de hojas de su variable evaluada entre dosis de biol enriquecido, evidenciando que la respuesta al biol depende del tipo de cultivo y condiciones de manejo. Sin embargo, sí concuerdan con (Hassan y El Sherif (2018), quienes indicaron que aplicaciones

foliares en dosis moderadas de bioles como bioestimulantes favorecen el desarrollo foliar inicial y aumentan el número de hojas en trigo variedad invierno con una media de 27,34 hojas.

4.2.3. Diámetro de Tallo

En este estudio el tratamiento T3, Biol enriquecido al 10 %, con dosis de 48 ml/12 m², fue el mejor tratamiento obteniendo el mayor diámetro de tallo, con 5,80 mm a los 80 días, superando a los demás tratamientos y mostrando que la fertilización foliar orgánica mejora esta variable. Estos resultados no concuerdan con Caizaguano (2025), quien evaluó diferentes dosis de Biol bovino (50, 100 y 200 ml/L) en mezclas forrajeras de alfalfa, kikuyo y raigrás, y encontró que las dosis más altas aumentaron significativamente el diámetro del tallo en 3,3mm Aunque su estudio se realizó en mezclas forrajeras y no en trigo, y sus dosis son distintas respalda la idea de que el Biol puede fortalecer la estructura del tallo en gramíneas, como se observa en nuestro experimento.

4.2.4. Largo de Hojas

En el presente estudio, el tratamiento T4, Quimifol (36.6.10) al 5 %, con 2,4 ml/12 m², alcanzó el mayor largo de hojas: con 12,70 cm a los 30 días, 17,57 cm a los 45 días y 27,82 cm a los 75 días, lo cual no concuerda con la investigación de Monagón (2014), ya que no se encontró diferencias significativas en esta variable con el uso de Biol en distintas concentraciones en su investigación.

4.2.5. Longitud de espigas

Para la variable longitud de espiga el mejor tratamiento fue el T4, Quimifol (36.6.10) al 5 %, con 2,4 ml/12 m² con una media de 10,93 cm, estos resultados concuerdan con la investigación de Monagón (2014), el cual obtuvo una longitud de espiga de 10,10 cm bajo fertilización química en el T2 con el uso de Urea foliar al 10 % lo cual evidencia que la fertilización foliar química favorece el desarrollo y crecimiento de la espiga en el cultivo de trigo.

4.2.6. Rendimiento en kg ha⁻¹

En el presente estudio, el mejor tratamiento para rendimiento en kg ha⁻¹ fue el T4, Quimifol Desarrollo al 5 % aplicado como fertilización foliar con 2,4 ml/12 m², alcanzando 6270,9 kg ha⁻¹, sin diferencias significativas con el T3 (Biol enriquecido al 10 %), ambos superando al testigo (T5) con 3895,9 kg ha⁻¹. Estos resultados coinciden

con Chanta (2018), donde el T2 con fertilización química NPK al 46% alcanzó un rendimiento 7644 kg ha^{-1} en trigo variedad Crow y también con Biol alcanzó un rendimiento 4644 kg ha^{-1} , evidenciando que fertilización foliar química y orgánica mejora la productividad. Las diferencias en magnitud podrían deberse a variedad, clima o manejo agronómico, pero la tendencia respalda la eficiencia de la fertilización foliar en trigo.

4.2.7. Costo Beneficio

En el presente estudio, para la variable costo-beneficio, el mejor tratamiento fue el T3, Biol al 10 %, con una relación beneficio/costo de 2,59, por cada dólar invertido. Estos resultados concuerdan con Ulloa (2024), quien en su investigación con aplicación foliar de biol en el cultivo de arroz donde el tratamiento con biol al 40 % presentó la mejor rentabilidad, con una relación beneficio/costo de 2,62, superando a los tratamientos con ácido húmico y al testigo. Esto evidencia que las aplicaciones moderadas de biol no solo favorecen el rendimiento del cultivo, sino que también optimizan la rentabilidad económica como en nuestra investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Biol Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Quimifoll tuvo un impacto positivo en el desarrollo de las características agronómicas del cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y se considera una nueva alternativa favorable y económicamente rentable.
2. El tratamiento T4 (Quimifol Desarrollo al 5 %) con dosis de 2,4 ml/12 m², demostró ser efectiva en promover un mayor desarrollo en las características agronómicas tanto en altura de planta, longitud de espiga, largo de hojas en comparación con el T3 alcanzando niveles similares al fertilizante químico Quimifoll desarrollo.
3. El tratamiento T4 (Quimifol Desarrollo al 5 %) presenta el mejor promedio con 6270,9 kg ha^{-1} , seguido del T3 (Biol enriquecido al 10 %) con una media de 6020,8 kg ha^{-1} , logrando los mejores resultados en cuanto al rendimiento del cultivo de trigo.
4. El tratamiento T3 (Biol enriquecido al 10 %) presentó la mejor relación costo-beneficio con 2,59, seguido del T4 (Quimifol Desarrollo 5 %) con 2,55, demostrando ambos alta eficiencia económica. Los tratamientos con Biol al 25% y 35% también fueron rentables, mientras que el testigo absoluto (TR5) mostró la menor rentabilidad. Estos resultados confirman que la aplicación de fertilizantes foliares, especialmente Biol al 10%, optimiza la rentabilidad del cultivo de trigo.

5.2. RECOMENDACIONES

Dar a conocer a los agricultores sobre la importancia de utilizar abonos orgánicos como bioestimulantes foliares en el cultivo de trigo, buscando disminuir la dependencia de fertilizantes químicos y promover la producción de alimentos más saludables para los consumidores.

Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen el efecto del Biol enriquecido en dosis controladas en otras variables como calidad del grano, así como en diferentes etapas fenológicas del trigo, para optimizar su aplicación.

Se recomienda el uso de Biol orgánico enriquecido al 10 % como bioestimulante en el cultivo de trigo frente a la fertilización foliar con Quimifoll desarrollo como una alternativa económicamente más accesible para los agricultores de la provincia del Carchi asegurando una buena rentabilidad y brindando beneficios positivos al ambiente frente a las condiciones climáticas adversas.

Fomentar investigaciones futuras que evalúen el potencial del Biol en combinación con otros insumos orgánicos o biofertilizantes, para potenciar aún más el rendimiento y la calidad del cultivo de trigo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, P. E. C. M. J. C. L. E. (2017, October). (PDF) El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo. https://www.researchgate.net/publication/320465244_El_trigo_su_difusion_importancia_como_alimento_y_consumo
- Agrocalidad. (2023). Instructivo para la aprobación, ejecución y supervisión de ensayos de eficacia de plaguicidas y productos afines, de uso agrícola en REPÚBLICA DEL ECUADOR MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA REPUBLICA DEL ECUADOR AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO. <https://www.agrocalidad.gob.ec/>
- Agroplaza. (2024). QUIMIFOL 600 PLUS x 1KG – Agroplaza – Tienda de insumos agrícolas | Abonos – Fertilizantes. <https://www.agroplaza.pe/producto/quimifol-600-plus-x-1kg/>
- Agrotey. (2024). Importancia de los micronutrientes en las plantas. <https://www.agrotey.com.mx/importancia-de-los-micronutrientes-en-las-plantas/>
- Agrozamo. (2024). TILT – AGROZAMO. <https://agrozamo.com/producto/tilt/>
- Biobolsa. (2016). Contenido. www.sistemabiobolsa.com
- Caizaguano, D. (2025). Evaluación de la aplicación de BIOL bovino a diferentes dosis en la producción de mezclas forrajeras en la parroquia de Belisario Quevedo, Provincia de Cotopaxi-Ecuador. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/14511>
- Cardenas, P. (2018). "EVALUACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE RIESGOS Y POSIBLES SINIESTROS EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE IMBABURA."
- CEPAL. (2024). Sesión 1 "Agua, Agricultura y Ecosistemas" - Diálogos Regionales del Agua para América Latina y el Caribe 2024 | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/notas/sesion-1-agua-agricultura-ecosistemas-dialogos-regionales-agua-america-latina-caribe-2024>
- Chanta, V. (2018). Efecto de las fuentes y niveles de fertilización química orgánica y órgano mineral sobre el rendimiento y calidad de Trigo (*Triticum durum* L.) VAR CROW, en el distrito de Pacaipampa – Ayabaca. <https://core.ac.uk/download/pdf/250077584.pdf>
- Chaves, R. Facundo. (2019). "Diagnóstico y análisis de la evolución temporal de las enfermedades en diferentes cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.

- Merr.) en la localidad de Junín.
<https://repositorio.unnoba.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/23601/514/TFG%20Chaves%20Rodrigo%20Facundo%20Ing.%20Agronomica.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- CIAD. (2024). Biol - Un abono orgánico para potenciar tus cultivos.
<https://farosagroecologicos.ciad.mx/biol-un-abono-organico-para-potenciar-tus-cultivos/>
- Cimmyt. (2019). Control de pulgón en trigo con productos de bajo impacto – CIMMYT. <https://www.cimmyt.org/es/noticias/control-de-pulgón-en-trigo-con-productos-de-bajo-impacto/>
- Conahcyt. (2023). Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías: Características morfológicas y desarrollo del trigo Trigo. <https://secihti.mx/>
- Córdova, N. H. (2015). COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN TRES FECHAS DE SIEMBRA. *Cultivos Tropicales*, 36(1), 86–92.
<https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/944>
- Cuarán, D. (2021). Evaluación de tres bioles de elaboración local en el cultivo de la cebolla larga (*Allium fistulosum*) en el Cantón Huaca. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1014>
- Cuesta, H. (1994). Resistencia de planta adulta en trigo (*Triticum aestivum*) a roya amarilla (*puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Santa Catalina - Pichincha. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/378>
- El gourmet. (2023, March). Los 10 alimentos más consumidos en el mundo. <https://elgourmet.com/noticias/los-10-alimentos-mas-consumidos-en-el-mundo>
- El Universo. (2023). Moderna Alimentos adquirió 1.487 toneladas de trigo de 114 agricultores en el 2023, como parte de su programa Cultiva. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/moderna-alimentos-cumple-13-anos-con-su-programa-cultiva-en-2023-adquirio-1487-toneladas-de-trigo-de-114-agricultores-nota/>
- Escobar P., R. (1972). El cultivo del trigo y su relación con el clima. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2732>
- Esto es agricultura. (2023). Roca Fosfórica. Qué Es | Usos | Propiedades 100% Ecológico. <https://estoesagricultura.com/roca-fosforica-agricola-ecologico-organico/>
- Estrada. (2022). Efecto de la aplicación de biol a base de estiércol bovino enriquecido con polvo de roca en el cultivo de ajo (*Allium Sativum* L.), en el Centro Experimental San Francisco, Cantón Huaca. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1678>

- Estrada, A. (2025). Efecto del abono biol en el rendimiento y valor nutricional de las pasturas, en la finca Nuñez del cantón Santa Cruz de la provincia de Galápagos. Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/31751>
- Expreso. (2023). La demanda encarece el trigo. <https://www.expreso.ec/actualidad/economia/demanda-encarece-trigo-99197.html>
- FAO. (2011). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. <https://www.fao.org/4/i2330s/i2330s.pdf>
- FAO. (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura Tendencias y desafíos. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/f7ecc7f0-8b58-48b5-ae57-290d5f8808c1/content>
- FAO. (2019). Los fertilizantes orgánicos y su uso: Guía para oficiales de extensión. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d81ae4cf-54e9-421d-8bac-d36719b2eaf0/content>
- FAO. (2023a). Escala Zadoks. <https://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/zadoks.pdf>
- FAO. (2023b). Índice de precios de los alimentos de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>
- FAO. (2023c). "La escasez de agua supone menos agua para la producción agrícola, lo cual, a su vez, se traduce en una menor disponibilidad de alimentos y pone en peligro la seguridad alimentaria y la nutrición." <https://www.fao.org/newsroom/detail/water-scarcity-means-less-water-for-agriculture-production-which-in-turn-means-less-food-available-threatening-food-security-and-nutrition/es>
- Galarza, T. E. (2023). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE AGRONOMÍA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/90f396ef-e8e9-4550-afde-3524aa2f1695/download>
- Haifa. (2019). Los nutrientes de las plantas y sus funciones | Haifa Group. <https://www.haifa-group.com/es/principales-funciones-de-los-nutrientes-vegetales>
- Hassan, F., & El Sherif, M. (2018). Efecto de la fertilización foliar sobre los parámetros fisiológicos, rendimiento e índices de calidad del trigo de invierno. *Agronomy*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY14010073>
- Hernández, M. A., Linares Gabriel, A., & Tinoco Alfaro, C. A. (2014). Efecto de la fertilización orgánica foliar y al suelo con "Biol" sobre el rendimiento y sanidad de maíz (*Zea mays*), en el ciclo O-I en Sayula de alemán,

Veracruz, México. Revista Biológico-Agropecuaria Tuxpan, 2(1), 165–171.
<https://doi.org/10.47808/REVISTABIOAGRO.V2I1.282>

INAMHI. (2025). INAMHI. <https://servicios.inamhi.gob.ec/>

Infoagro. (2023). Agricultura. El cultivo del trigo. 1ª parte.
<https://infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>

INIAP. (2014). INIAP-Estación Experimental Santa Catalina.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/04619828-9877-4d4b-85a7-c1732b7b0786/content>

Intagri. (2018). Sinergismos y Antagonismos entre Nutrientes | Intagri S.C.
<https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sinergismos-y-antagonismos-entre-nutrientes>

La tienda del agricultor. (2024). Mosquito del Trigo en Cereales de Invierno - Blog La Tienda del Agricultor.
<https://www.latiendadelagricultor.com/blog/mosquito-del-trigo-en-cereales-de-invierno-b118.html>

MAG. (2025). Importaciones de trigo no pagan aranceles – Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/importaciones-de-trigo-no-pagan-aranceles/>

Mendoza, L. (2024). Niveles de fertilización NPK y guano de islas en el rendimiento de col (*Brassica oleraceae* L.) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho.
<https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/6804>

Ministerio del Ambiente, A. y T. E. del E. (2021). PLAN-NACIONAL-DE-SEQUIA. Quito, Ecuador.
<https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2022/01/PLAN-NACIONAL-DE-SEQUIA.pdf>

Moderna Alimentos. (2023). Memoria de sostenibilidad 2023.
<https://modernaalimentos.com.ec/wpcontent/uploads/2024/05/MDS2023ES-MEMORIA-DE-SOSTENIBILIDAD-MODERNA-ALIMENTOS-2023.pdf>

Monagón, R. (2014). EVALUACIÓN DE SIETE VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) CON TRES TIPOS DE MANEJO NUTRICIONAL, A 2890 m.
https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf?utm_source=chatgpt.com

Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2017). Nuevos caminos para reforzar la resiliencia agroecológica al cambio climático. <https://archive.foodfirst.org/wp-content/uploads/2017/10/Libro-REDAGRES-Caminos-a-la-resiliencia.pdf>

Ocampo, O. (2011). El cambio climático y su impacto en el agro. *Revista de Ingeniería*, 33, 115–123. <https://doi.org/10.16924/REVINGE.33.11>

QSY. (2024). Agrícola – QSI Ecuador. <https://qsi.ec/categoria-producto/agroveterinaria/agricola/>

- Reyes, M., & Martínez, M. (2017). UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA.
https://repositorio.una.edu.ni/3800/1/tnf04r457b.pdf?utm_source=
- Romo, Y. (2016). Evaluación de la técnica de Selección Positiva en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* sp.) para la obtención de semilla en la Finca Experimental San Francisco, Cantón Huaca, Provincia del Carchi.
<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/509>
- Salud y buenos alimentos. (2024). Alimentos – Salud y buenos alimentos.
<https://saludybuenosalimentos.es/alimentos/?s1=s1&s2=s2&s3=trigo>
- Sánchez, J. (2021). Producción y consumo de trigo en Ecuador: desafíos y perspectivascolombiano. 45–60. <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.40465>
- Serfi. (2022). QUIMIFOL ® N 510 Plus. <https://serfi.pe/wp-content/uploads/2020/02/Ficha-Tecnica-QUIMIFOL-N-510-Plus-v08.2022-2.pdf>
- Simón, M. R., & Golik, S. I. (2022). Cereales de invierno.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/154685>
- Tambo, D., Céspedes Paredes, R., & Esprella Viorel, B. (2016). Evaluación del efecto de biol bovino en la producción y calidad de cebada (*Hordeum Vulgare* L.) en época de invierno en la estación experimental choquenaira, Viacha- La Paz. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 3(1), 55–66.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182016000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ulloa, C. (2024). COMPARACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS Y QUÍMICOS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) TRABAJO EXPERIMENTAL.
https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91A%20ULLOA%20CARLOS%20RAY.pdf?utm_source=
- UNESP. (2002). Fertilización Foliar: Principios y Aplicacion.
https://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf
- USDA. (2019). USDA. <https://www.usda.gov/>
- Vihos. (2014). WATERSUPPLYEC - Biol | Fertilizante Orgánico | Ecuador.
<https://www.watersupplyec.com/biol-ecuado>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
ACTA
DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Paiz Andrés Ruiz Pantoja	CÉDULA DE IDENTIDAD:	D40189547-9
PERIODO ACADÉMICO:	2025 B	DOCENTE TUTOR:	PHD. SEGUNDO RAMÍREZ MORA GUILISMAL
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. HADDY DANIELA JACOME LUCERO	DOCENTE:	MSC. JOSE ALFONSO ANGEL ARMAS
TEMA DEL TIC:	"Evaluación del Biot Enriquecido con Roca fosfórica como bioestimulante frente al fertilizante foliar Guimilol (Desarrollo) en las características agronómicas del cultivo de Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en el Centro Experimental San Francisco - UPEC"		

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,67	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,67	Revisar estructura
3	METODOLOGÍA	7,67	
4	RESULTADOS	7,67	Actualizar el formato de las tablas
5	DISCUSIÓN	7,67	Mejorar la discusión, incluir más autores para contrastar las ideas
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,67	No trabajar con nombres comerciales en las conclusiones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,67	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,67	Revisar faltas de ortografía y formato de las referencias

Conociendo una nota de: **7,67** 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. HADDY DANIELA JACOME LUCERO
 PRESIDENTE TRIBUNAL


 PHD. SEGUNDO RAMÍREZ MORA GUILISMAL
 DOCENTE TUTOR


 MSC. JOSE ALFONSO ANGEL ARMAS
 DOCENTE



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

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

Autor: RUIZ PANTOJA PAÚL ANDRÉS

Fecha de recepción del abstract: Viernes, 7 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 10 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



MARTEA ARACELLY
VIVEROS ALMEIDA

MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN


Anexo 3. Costos del Experimento

Tabla 22. Costos del Experimento

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	UNIDADES	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Cultivo: Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)				
Zona: Huaca, sector La Mariscal				
Dirección: Centro Experimental San Francisco - UPEC		Sistema: Semi-tecnificado		
Tipo de suelo: Franco Arenoso		Área: 565 m ²		
Elaborado por: Paúl Ruíz Pantoja				
RECURSO INSTITUCIONAL				
Adecuación del sitio (Tractor)	Unidad	1	30.00	30.00
Biol bovino de la C.E.S.F.	Litros	15	3.00	45.00
RECURSO DE LABORATORIOS				
Análisis de suelo (Labonort)	Unidad	1	43.00	43.00
Análisis de Biol (Agrocalidad)	Unidad	1	60.00	60.00
MATERIALES DE SEÑALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO				
Estacas de las parcelas	Unidades	80	0.23	18.40
Piola azul	Metros	400	0.03	12.00
Letreros por parcela	Unidades	20	3.00	60.00
Alambrado para cerca	Metros	170	0.15	25.50
Letrero del proyecto	Unidad	1	20.00	20.00
Manguera para riego	Metros	1	17.50	17.50
Palos para cercado	Unidades	6	2.00	12.00
INSUMOS AGRÍCOLAS				
Semilla de trigo harinero variedad INIAP Imbabura 2014	Kg	10	0.75	7.50
INSUMOS O FERTILIZANTES				
Fertilizante Quimifol Desarrollo (35-6-10)	Unidad	1	9.50	9.50
Roca fosfórica	Kg	1	25.50	25.50
Cal agrícola	Kg	30	0.25	7.50
Herbicida selectivo	Unidad	1	7.50	7.50
Control de plagas - Tilt	Unidad	1	4.00	4.00
Vitavax (desinfección de semilla)	Unidad	1	8.00	8.00
Fungicida Topcin	Unidad	1	3.50	3.50
SIEMBRA Y FERTILIZACIÓN				
Mano de obra	Personal	5	12.00	60.00
EQUIPOS O INSTRUMENTOS				
Bomba de fumigar de 8 L	Unidad	1	20.00	20.00
Overol	Unidad	1	13.00	13.00
Hoz	Unidades	4	5.00	20.00
RECURSOS PARA LA MEDICIÓN				
Escalímetro o pie de rey	Unidad	1	20.00	20.00
Báscula romana	Unidad	1	18.00	18.00
Cinta métrica	Metros	1	18.00	18.00
Libreta de campo	Unidades	2	1.50	3.00
Sacos para almacenar grano	Unidades	20	0.50	10.00
Etiquetas de producto	Unidades	20	2.50	50.00
COSTOS DE MOVILIZACIÓN DURANTE EL EXPERIMENTO				
Transporte (5 meses - medio)	—	—	—	88.00
RECURSOS MECÁNICOS PARA LA COSECHA				
Uso de trilladora	Saco	20	2.00	40.00
RECURSOS HUMANOS PARA LA COSECHA				
Cosecha	Personal	4	12.00	48.00
RECURSOS DE TRANSPORTE				

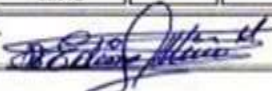

Transporte de tratamientos (vehículo doble cabina)	Unidad	1	10.00	10.00
TOTAL, GENERAL				834.40 USD

Anexo 4. Análisis de Suelo



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador tel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																							
DATOS DE PROPIETARIO Nombre: PAÚL RUIZ RANTOYA Ciudad: Huaca Teléfono: 0992410248 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Centro Experimental San Francisco Cantón: Huaca Parroquia: La Mariscal Sitio: UPEC																																																																																						
DATOS DEL LOTE Sitio: UPEC Superficie: Número de Campo: Muestra # 1 Cultivo Actual: A Cultivar: Trigo Harinero	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11589 Tipo de Análisis: Elemental Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: 2024-07-20 Fecha de Reporte: 2024-07-25																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>31.25</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>4.85</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>0.68</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>10.46</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>1.32</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td></td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>5.28</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.140</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td></td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	31.25	ppm	P	4.85	ppm	S		ppm	K	0.68	meq/100 ml	Ca	10.46	meq/100 ml	Mg	1.32	meq/100 ml	Zn		ppm	Cu		ppm	Fe		ppm	Mn		ppm	B		ppm	pH	5.28		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce	0.140	mS/cm	MO		%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">INTERPRETACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td style="text-align: center;">TÓXICO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">Requiere Cal 5,5</td> <td style="text-align: center;">6,5</td> <td style="text-align: center;">7,0 7,5 8,0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ácido</td> <td style="text-align: center;">Lig. Ácido</td> <td style="text-align: center;">Pract. Neutro</td> <td style="text-align: center;">Ug. Alcalino Alcalino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No Salino</td> <td style="text-align: center;">Ug. Salino</td> <td style="text-align: center;">Salino</td> <td style="text-align: center;">Muy Salino</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BAJO</td> <td style="text-align: center;">MEDIO</td> <td style="text-align: center;">ALTO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	INTERPRETACION				BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO	TÓXICO	0	Requiere Cal 5,5	6,5	7,0 7,5 8,0	Ácido	Lig. Ácido	Pract. Neutro	Ug. Alcalino Alcalino	BAJO	MEDIO	ALTO		No Salino	Ug. Salino	Salino	Muy Salino	BAJO	MEDIO	ALTO	
Nutriente	Valor	Unidad																																																																																					
N	31.25	ppm																																																																																					
P	4.85	ppm																																																																																					
S		ppm																																																																																					
K	0.68	meq/100 ml																																																																																					
Ca	10.46	meq/100 ml																																																																																					
Mg	1.32	meq/100 ml																																																																																					
Zn		ppm																																																																																					
Cu		ppm																																																																																					
Fe		ppm																																																																																					
Mn		ppm																																																																																					
B		ppm																																																																																					
pH	5.28																																																																																						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																																																					
Al		meq/100 ml																																																																																					
Na		meq/100 ml																																																																																					
Ce	0.140	mS/cm																																																																																					
MO		%																																																																																					
INTERPRETACION																																																																																							
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																					
BAJO	MEDIO	ALTO	TÓXICO																																																																																				
0	Requiere Cal 5,5	6,5	7,0 7,5 8,0																																																																																				
Ácido	Lig. Ácido	Pract. Neutro	Ug. Alcalino Alcalino																																																																																				
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																					
No Salino	Ug. Salino	Salino	Muy Salino																																																																																				
BAJO	MEDIO	ALTO																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">(%)</th> <th>Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7.92</td> <td>1.94</td> <td>17.32</td> <td>12.46</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural	Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	7.92	1.94	17.32	12.46						Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio  <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>																																																											
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural																																																																															
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																																																															
7.92	1.94	17.32	12.46																																																																																				

Anexo 5. Análisis de Biol

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL (ITO Y ZOOSANITARIO)	LABORATORIO DE FERTILIZANTES Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/F/09-FO01
		Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE IEN 09.003

Informe número: LN-F-E13-2296
 Fecha emisión informe: 17-12-2024

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: PAÚL ANDRÉS RUIZ PANTOJA

Dirección²: Centro Experimental San Francisco UPEC

Provincia³: Carchi

Cantón⁴: Huaca

Teléfono: 0992410248

Correo Electrónico: paulruizpantoja@gmail.com

N° Orden de Trabajo: P-24-COLS-2935

N° Factura/Documento: 005-001-4559

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo de muestra ¹ : Líquida	Conservación de la muestra ¹ : Envase apropiado
Lote ¹ :	Tipo de envase ¹ : Envase Plástico 4lt
Provincia ¹ : Carchi	Coordenadas ⁴
Cantón ² : Tulcán	
Parroquia ³ : Huaca	
Muestreado por ¹ : Paúl Ruiz	Altitud: ---
Fecha de muestreo: 30/11/2024	Fecha de inicio de análisis: 04/12/2024
Fecha de recepción de la muestra: 02/12/2024	Fecha de finalización de análisis: 17/12/2024

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETROS ANALIZADOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADOS	ESPECIFICACIÓN (FICHA TÉCNICA)
F152081	BIOL 1	P ₂ O ₅ *	PEE/F/04	%	0.04	---
		K ₂ O*	PEE/F/11	%	0.26	---
		CaO*	PEE/F/11	%	0.04	---
		MgO*	PEE/F/11	%	0.02	---
		Fe	PEE/F/12	%	0.0024	---
		Cu	PEE/F/12	%	0.001	---
		Zn	PEE/F/11	%	<0.00003	---
		B	PEE/F/05	%	<0.00005	---
		S*	PEE/F/06	%	0.18	---
		MO	PEE/F/09	%	0.61	---
		pH	PEE/F/15	---	4.47	---

*: Resultado Obtenido por cálculo

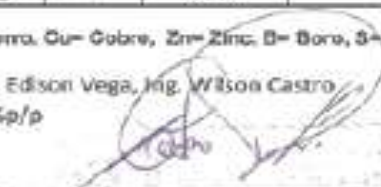
P₂O₅= Fósforo, K₂O= Potasio, CaO= Calcio, MgO= Magnesio, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Zn= Zinc, B= Boro, S= Azufre, MO = Materia Orgánica.

Analizado por: Ing. Melissa Rea, Quím. Gustavo Sandoval, Ing. Edison Vega, Ing. Wilson Castro

Observaciones: Los resultados de la muestra se expresan en %p/p

Anexo Gráficos: ---

Anexo Documentos: ---


 Ing. Wilson Castro
 Responsable Técnico Laboratorio de Calidad de Fertilizantes

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 6. Proceso experimental



Figura 9. Preparación del terreno



Figura 10. Trazo de las parcelas y división de las parcelas



Figura 11. Elaboración y trazo de camas con cuadrantes.



Figura 12. Fertilización y preparación de todas las camas antes de la siembra



Figura 13. Desinfección y enfundado de la semilla



Figura 14. Siembra y desinfección del suelo



Figura 15. Plantas de trigo 30 y 45 días después de la siembra



Figura 16. Labores de riego y limpieza de malezas en camas y caminos



Figura 17. Aplicación de fertilizantes foliares y toma de datos en distintas variables del experimento



Figura 18. Control de plagas y enfermedades, plantas de trigo 167ddc



Figura 19. Cosecha por tratamientos manual y mecanizada y obtención del grano



Figura 20. Secado pesaje del grano con la Bascula Romana por tratamientos