



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Carrera de Agronomía**

Tema:

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO
(*Triticum* sp.) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA,
LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR, SEGUNDA CAMPAÑA DE
SIEMBRA.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autores:

Darwin Alejandro Azogue Martínez
Freddy Jhoel Morejón Morejón

Tutor:

Ing. David Rodrigo Silva García Mg

Guaranda – Ecuador

2025

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO (*Triticum*
sp) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA,
LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR, SEGUNDA CAMPAÑA DE
SIEMBRA.

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. David Rodrigo Silva García Mg

TUTOR



Dra. Andrea Roman Ramos

DOCENTE LECTOR



Ing. Nelson Monar Gavilánez Mg

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Darwin Alejandro Azogue Martínez con C.I 1805190996 y Freddy Jhoel Morejón Morejón con C.I 0202493342 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Darwin Alejandro Azogue Martínez

C.I 1805190996

AUTOR



Freddy Jhoel Morejón Morejón

C.I 0202493342

AUTOR



Ing. David Rodrigo Silva García Mg

C.I 0201600327

TUTOR





Notaría Tercera del Cantón Guaranda
 Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez
 Notario

....rio

Nº ESCRITURA 20250201003P00706

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

DARWIN ALEJANDRO AZOGUE MARTINEZ y

FREDDY JHOEL MOREJON MOREJON

INDETERMINADA

DI: 2 COPIAS L.L

Factura: 001-001-000017246



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día dieciocho de marzo del dos mil veinticinco, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen los señores DARWIN ALEJANDRO AZOGUE MARTINEZ soltero con número de celular 0979079339; domiciliado en el Cantón Ambato y de paso por esta ciudad de Guaranda; y, FREDDY JHOEL MOREJON MOREJON soltero, con número de celular 0989651241, domiciliado en esta ciudad de Guaranda, por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaramos lo siguientes Previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, de la carrera de Agronomía, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente estudio de caso titulado: VALORACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO (*Triticum sp.*) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA, LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR, SEGUNDA CAMPAÑA DE SIEMBRA, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a los comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican y firma conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaría la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

DARWIN ALEJANDRO AZOGUE MARTINEZ
 C.C. 1805190996

FREDDY JHOEL MOREJON MOREJON
 C.C. 0202493342

ABOGADO HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



Tesis Darwin Azogue y Freddy Morejón

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.ueb.edu.ec

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

3%

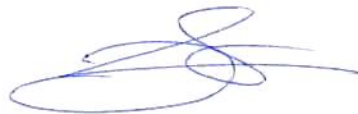
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo





Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES
Título del ejercicio: 93
Título de la entrega: Tesis Darwin Azogue y Freddy Morejón
Nombre del archivo: Tesis_Darwin_y_Freddy.pdf
Tamaño del archivo: 1.29M
Total páginas: 91
Total de palabras: 16,212
Total de caracteres: 90,973
Fecha de entrega: 18-mar.-2025 11:15a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 25632487526



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente
Carrera de Agronomía

Tema:

VALORACION AGRONÓMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO
(*Triticum sp.*) HARDNERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA,
LAGUACOTO III, PROVINCIA BOLÍVAR, SEGUNDA CAMPAÑA DE
SIEMBRA

Proyecto de investigación perteneciente a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autores:

Darwin Alejandro Azogue Martínez
Freddy Jhoel Morejón Morejón

Tutor:

Ing. David Rodrigo Salas García Mg

Guaranda - Ecuador
2025

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, darme la sabiduría e inteligencia y cuidar, por permitir haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional por las bendiciones que me brinda cada día.

A mis padres Unelido y Amada cuyo amor incondicional y sacrificio han sido mi mayor inspiración y apoyo a lo largo de este camino académico. Por brindarme su amor, cariño por apoyarme incondicionalmente, son pilares fundamentales que hicieron posible cumplir uno de mis sueños.

A mi esposa Mishell por su cariño y amor que me ha brindado en todo momento a mi hermosa hija Alejandra que ha sido mi inspiración de cada día y el motivo de seguir adelante. A mis tíos por su apoyo incondicional les estoy totalmente agradecido.

Darwin Alejandro Azogue Martínez

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis con todo mi amor: a Dios quien inspiro mi espíritu para la realización de este estudio, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

Este logro académico dedicado para mis padres Freddy Morejon y Deici Morejon. Aquí refleja sus incansables esfuerzos para proporcionarme una educación estable. Cada sacrificio que hacen por mí, cada día de duro trabajo y cada decisión que tomas son la base de mi éxito. Su dedicación y compromiso con mi educación es un regalo que no puedo expresar con palabras. Este artículo es un testimonio de su sacrificio y amor, y estaría orgulloso de honrarlos de esta manera. Gracias por ser un faro en mi vida, señalándome el camino hacia el conocimiento y enseñándome la importancia del trabajo duro y la educación.

Para mis dos increíbles hermanos Mishell Morejon Y Josué Morejon. Gracias por enseñarme que la vida es más divertida cuando hay compañía. Esta tesis es el resultado de años de compartir risas, secretos y un armario abarrotado de ropa prestada. Los amo a todos y a cada uno. ¡Este logro es de ustedes también!

Freddy Jhoel Morejón Morejón

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios, fuente de fortaleza y guía, por permitirnos culminar esta etapa tan importante de nuestra vida, brindándonos salud, sabiduría y perseverancia para alcanzar nuestros objetivos.

Agradecemos a la Universidad Estatal de Bolívar, particularmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, al programa de semillas y al proyecto FIASA, por proporcionarnos todos los medios necesarios para la realización de este trabajo investigativo. Su apoyo logístico y académico fue fundamental para llevar a cabo esta investigación.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los miembros de nuestro tribunal de tesis, así como al Ing. David Silva, tutor de este proyecto, por su invaluable asesoría y guía en cada etapa de este proceso. Agradecemos también a nuestros docentes lectores, la Dra. Andrea Román y el Ing. Nelson Monar, por su dedicación y atención en la revisión de nuestro trabajo, asegurando que este cumpla con los más altos estándares académicos.

De igual forma, hacemos un reconocimiento especial al Ing. Eduardo Rodríguez, técnico del proyecto FIASA, cuyo seguimiento constante y apoyo técnico resultaron esenciales para el desarrollo de este trabajo. Su compromiso y disposición fueron una inspiración y un respaldo invaluable para lograr nuestros objetivos.

Finalmente, extendemos un profundo agradecimiento a nuestras familias, quienes han sido nuestro pilar de apoyo incondicional, y a nuestros amigos y demás seres queridos, cuya ayuda, motivación y confianza en nosotros fueron fundamentales para la culminación de este proyecto. A todos ellos, gracias por formar parte de este logro.

Darwin & Freddy

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pag
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4 HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Origen del trigo.....	6
2.2. Clasificación taxonómica	6
2.3. Características botánicas	7
2.3.1. Raíz	7
2.3.2. Tallo	7
2.3.3. Hoja.....	7
2.3.4. Inflorescencia	8
2.3.5. Flores.....	8
2.3.6. Grano de trigo	8
2.4. Ciclo del cultivo	8
2.5. Etapas fenológicas	9
2.6. Requerimientos edafoclimáticos	10
2.6.1. Pluviosidad.....	10
2.6.2. Heliofanía.....	10
2.6.3. Temperatura	10

2.6.4.	Suelo.....	10
2.6.5.	pH.....	11
2.7.	Manejo agronómico del cultivo.....	11
2.7.1.	Selección de terreno.....	11
2.7.2.	Recomendación.....	11
2.7.3.	Siembra.....	12
2.7.4.	Preparación del lote.....	13
2.7.5.	Fertilización.....	13
2.7.6.	Control de malezas.....	13
2.7.7.	Desmezcla.....	14
2.8.	Cosecha.....	14
2.9.	Trilla.....	14
2.10.	Labores de post cosecha.....	15
2.10.1.	Secado de grano.....	15
2.10.2.	Limpieza y clasificación.....	15
2.10.3.	Ensacado e identificación de semilla.....	15
2.10.4.	Almacenamiento.....	16
2.10.5.	Parámetros de calidad.....	16
2.11.	Principales plagas.....	16
2.11.1.	Gorgojo del trigo (<i>Sitophilus granarius</i>).....	16
2.11.2.	Pulgonos del trigo (<i>Sitobion avenae</i>).....	16
2.11.3.	Polilla del trigo (<i>Sitotroga cerealella</i>).....	17
2.11.4.	Limacos (<i>Deroceras</i> sp.).....	17
2.11.5.	Zabrus del cereal (<i>Zabrus tenebroides</i>).....	18
2.11.6.	Mosquito del cereal (<i>Mayetiola destructor</i>).....	18
2.12.	Principales enfermedades.....	19

2.12.1.	Roya de la hoja (<i>Puccinia recondita</i> f.sp. <i>tritici</i>)	19
2.12.2.	Fusariosis de la espiga (<i>Fusarium</i> spp.)	19
2.12.3.	Mancha amarilla (<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>)	20
2.12.4.	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	20
2.12.5.	Rincosporiosis (<i>Rhynchosporium secalis</i>).....	21
2.13.	Variedades mejoradas de trigo.....	21
2.13.1.	INIAP CHIMBORAZO 78	22
2.13.2.	INIAP ZHALAO 2003	22
2.13.3.	INIAP VIVAR 2010.....	22
2.13.4.	INIAP SAN JACINTO 2010.....	22
2.13.5.	INIAP MIRADOR 2010	23
2.13.6.	INIAP IMBABURA-2014	23
2.13.7.	UEB – Carnavalero 2008.....	24
CAPÍTULO III.....		26
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1.	Ubicación de la investigación.....	26
3.2.	Metodología.....	27
3.2.1.	Material en estudio.....	27
3.2.2.	Factores en estudio.....	27
3.2.3.	Tratamientos.....	27
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico	27
3.2.5.	Manejo de la investigación.....	28
3.2.6.	Métodos de evaluación (Variables respuesta).....	30
3.2.7.	Análisis de datos	33
CAPÍTULO IV.....		34
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34

4.1 Trigo duro	34
4.2 Trigo harinero	39
CAPÍTULO V	49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.3. CONCLUSIONES.....	49
5.4. RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE) y altura de planta (AP) en accesiones de trigo duro	34
2	Resultados del análisis de varianza de la severidad de manchas foliares (SMF) y severidad del fusarium (SF) en accesiones de trigo duro	35
3	Resultados del análisis de varianza para el rendimiento (RT) y el peso hectolítrico (PH) en accesiones de trigo duro	37
4	Resultados del análisis de Friedman para vigor de planta (VP), hábito de crecimiento (HC), tipo de paja (TP) y tipo de grano (TG) en accesiones de trigo duro	38
5	Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE) y altura de planta (AP) en accesiones de trigo harinero	39
6	Resultados del análisis de varianza en la severidad manchas foliares (SMF), severidad P. tritici (SPT) y severidad fusarium (SF) en accesiones de trigo harinero	41
7	Resultados del análisis de varianza para el rendimiento (RT) y el peso hectolítrico (PH) en accesiones de trigo harinero	44
8	Resultados del análisis de Friedman para vigor de planta (VP), tipo de paja (TP) y tipo de grano (TG) en accesiones de trigo harinero	47
9	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) para las líneas de trigo duro en el rendimiento que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en severidad de mancha foliar (SMF)	48
10	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) para las líneas de trigo duro en el rendimiento que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en altura de planta (AP) severidad de mancha foliar (SMF) y severidad P. tritici (SPS)	49

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Medias de severidad de manchas foliares (SMF) en accesiones de trigo duro	36
2	Medias de altura de planta (AP) en accesiones de trigo harinero	41
3	Medias de severidad manchas foliares (SMF) en accesiones de trigo harinero	43
4	Medias de severidad <i>P. tritici</i> (SPS) en accesiones de trigo harinero	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Ubicación del experimento
2	Croquis del ensayo
3	Base de datos de accesiones de trigo duro y harinero
4	Evidencias de manejo de campo
5	Escala para toma de datos
6	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El trigo es uno de los cultivos más relevantes a nivel mundial. Sin embargo, en la provincia de Bolívar, la productividad del trigo enfrenta desafíos significativos debido a problemas fitosanitarios, afectando especialmente a pequeños y medianos productores. En este contexto, el presente trabajo de investigación se desarrolló con el propósito de valorar agrónomicamente y sanitariamente accesiones de trigo duro y harinero, con el objetivo de identificar las más adaptadas y productivas bajo las condiciones agroecológicas de Laguacoto III. Los objetivos de este estudio fueron: i) Caracterizar los componentes agronómicos de las accesiones de trigo harinero y duro; ii) Determinar la severidad de enfermedades en las accesiones evaluadas; iii) Evaluar la adaptación de las accesiones de trigo en función de su rendimiento. Los tratamientos consistieron en diez accesiones (cinco de trigo duro y cinco de trigo harinero), analizadas bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Se realizaron análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% y análisis de correlación. Las variables evaluadas incluyeron: porcentaje de emergencia (PE), altura de planta (AP), severidad de manchas foliares (SMF), severidad de Fusarium (SF), días al espigamiento (DE), número de granos por espiga (NGE), peso hectolítrico (PH), peso de mil granos (PMG) y rendimiento (RT), entre otras. Los resultados mostraron que las accesiones A-03 y A-01 de trigo duro presentaron menor severidad de manchas foliares (61.48% y 63.15%, respectivamente), mientras que, en trigo harinero, H-04-UEB destacó por su mayor altura (111.3 cm) y potencial adaptativo. Además, se identificaron diferencias significativas en el rendimiento total (RT) entre los tratamientos de trigo duro, resaltando el impacto del manejo y las condiciones locales. En conclusión, las accesiones A-03 y A-01 de trigo duro, y H-04-UEB de trigo harinero, se posicionan como prometedoras para su uso en programas de mejoramiento, debido a su buen desempeño agronómico y sanitario bajo las condiciones de estudio. Estos resultados ofrecen una base sólida para futuras investigaciones y estrategias de manejo en la producción de trigo en la provincia de Bolívar.

Palabras clave: Accesiones, rendimiento, severidad, trigo duro, trigo harinero

SUMMARY

Wheat is one of the most relevant crops worldwide. However, in Bolívar Province, wheat productivity faces significant challenges due to phytosanitary issues, particularly affecting small and medium-scale producers. In this context, the present research aimed to evaluate agronomic and sanitary traits of hard and soft wheat accessions to identify those best adapted and most productive under the agroecological conditions of Laguacoto III. The objectives of this study were: i) Characterize the agronomic components of the hard and soft wheat accessions; ii) Determine the severity of diseases affecting the evaluated accessions; iii) Assess the adaptation of the wheat accessions based on their yield. The treatments consisted of ten accessions (five hard wheat and five soft wheat), analyzed using a randomized complete block design (RCBD) with three replicates. Analyses included analysis of variance, Tukey's test at 5%, and correlation analysis. The variables evaluated included: percentage of emergence (PE), plant height (AP), severity of foliar spots (SMF), severity of Fusarium (SF), days to heading (DE), number of grains per spike (NGE), hectoliter weight (PH), thousand-grain weight (PMG), and yield (RT), among others. The results showed that the hard wheat accessions A-03 and A-01 presented lower severity of foliar spots (61.48% and 63.15%, respectively), while among soft wheat, H-04-UEB stood out for its greater height (111.3 cm) and adaptive potential. Additionally, significant differences in total yield (RT) were identified among the hard wheat treatments, highlighting the impact of management and local conditions. In conclusion, the hard wheat accessions A-03 and A-01, and the soft wheat accession H-04-UEB, are promising for use in breeding programs due to their favorable agronomic and sanitary performance under the study conditions. These results provide a solid foundation for future research and management strategies in wheat production in Bolívar Province.

Keywords: Accessions, yield, severity, hard wheat, soft wheat

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum* spp.) es una planta anual perteneciente a la familia de las gramíneas, caracterizada por producir una espiga terminal que contiene un conjunto de frutos modificados que se fusionan con la semilla. Esta planta puede encontrarse en estado silvestre o ser cultivada por el ser humano. El trigo fue traído a Ecuador alrededor de 15535 por Jodoco Ricke de la orden Franciscana. Se plantó en lo que hoy es la Plaza San Francisco en la capital de Pichincha (Bonjean, 2023).

El trigo es un cultivo de amplio consumo a nivel mundial, siendo un pilar fundamental en la alimentación en numerosos países. En el año 2019, las exportaciones de trigo experimentaron un notable incremento, impulsadas por la producción registrada en la Unión Europea, Argentina y Ucrania. Según la FAO, se espera que la producción mundial supere los 785 millones de t a partir del año 2021 (FAO, 2020).

En el contexto ecuatoriano, la producción de trigo alcanza las 14647 t según el INEC, concentrándose principalmente en la provincia Carchi con 2976 ha, lidera la producción entre 10 provincias que han apostado nuevamente por el cultivo de este cereal andino. Le siguen Chimborazo con 1631 ha y Bolívar con 1119 (MAG, 2021).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha desarrollado y liberado al mercado en la última década cuatro variedades de trigo, según información proporcionada por el mismo (MAG, 2020) . Entre estas variedades se encuentra la Vivar 2010, adaptada a altitudes entre 2400 y 3000 msnm; la Mirador 2010 y el INIAP-Imbabura 2014, adaptadas a altitudes entre 2200 y 3300 msnm; y San Jacinto 2010, con adaptabilidad hasta los 3050 msnm. Estas variedades buscan no solo aumentar el rendimiento del trigo a 5 t por ha, sino también mejorar su resistencia a enfermedades (MAG, 2020). La introducción de

nuevas variedades se espera que incentive el incremento de rendimiento del cultivo y fortalezca su resistencia a enfermedades (MAG, 2023).

La provincia de Bolívar se posiciona como una de las regiones productoras de trigo en el país, con 1119 ha destinadas a este cultivo en el año 2021 de acuerdo con la Corporación Financiera Nacional (CNF, 2022).

A través de la presente investigación, se busca generar conocimiento científico que permita orientar las prácticas agrícolas en la zona de estudio, así como proporcionar información relevante para la toma de decisiones en cuanto a la selección de variedades de trigo más adecuadas para su cultivo en condiciones similares. La valoración agronómica de las diez accesiones seleccionadas constituye un paso crucial en este proceso, que contribuirá a fortalecer la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la producción agrícola de este rubro en la provincia de Bolívar.

1.2.PROBLEMA

El cultivo de trigo es de vital importancia a nivel mundial, constituyendo una de las principales fuentes de alimentación para la humanidad. Sin embargo, la producción de trigo enfrenta diversos desafíos que pueden afectar tanto su rendimiento como su calidad. Uno de los principales desafíos es la selección de variedades adecuadas que se adapten eficientemente a las condiciones específicas de cada región, asegurando así una producción óptima y sostenible.

En este medio, la provincia de Bolívar ha tenido una producción de trigo históricamente significativa para la economía agrícola de la región. No obstante, la falta de información precisa sobre el rendimiento y la adaptabilidad de diferentes accesiones de trigo en las condiciones agroecológicas locales ha dificultado la selección de las variedades más adecuadas para los agricultores. Esto subraya la necesidad de investigaciones y estudios que permitan identificar las variedades de trigo que mejor se adapten a las características específicas de la provincia, con el fin de mejorar la producción y la sostenibilidad del cultivo en la región.

En este contexto surge la necesidad de valorar la respuesta sanitaria y productiva de nuevos germoplasmas de trigo duro y harinero que contrarresten la actual situación de los cultivos existentes, mismos que enfrentan una fuerte afección de enfermedades foliares y de la espiga, que, junto a un manejo inadecuado, son fuertes condicionantes para un buen rendimiento y calidad.

El Proyecto UEB-FIASA, que tiene como objetivo promover el desarrollo agrícola sostenible en la provincia de Bolívar, ha identificado la necesidad de evaluar diez accesiones de trigo harinero y duro durante su segunda campaña de siembra. Esta evaluación agronómica es crucial para determinar la idoneidad de estas accesiones en las condiciones específicas de la provincia y proporcionar a los agricultores información relevante que les permita mejorar sus prácticas de cultivo y aumentar la productividad.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Valorar agronómicamente diez accesiones de trigo harinero y duro, para el proyecto UEB-FIASA, en la zona agroecológica Laguacoto III, provincia Bolívar, en su segunda campaña de siembra.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los componentes agronómicos de las accesiones de trigo harinero y duro.
- Determinar la severidad de enfermedades en las diferentes accesiones de trigo
- Evaluar la adaptación de las diferentes accesiones de trigo, en base a su rendimiento.

1.4 HIPÓTESIS

Ho: La respuesta agronómica del cultivo de trigo harinero y duro en la zona de Laguacoto III no depende de las accesiones.

Hi: La respuesta agronómica del cultivo de trigo harinero y duro en la zona de Laguacoto III depende de las accesiones.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del trigo

El término trigo deriva del latín *triticum*, que significa quebrado, triturado o trillado. Según varios estudios, los primeros indicios de este cereal se remontan a los asentamientos de la antigua Mesopotamia, ubicada en lo que hoy conocemos como Asia Menor, Asia Central y África. Los primeros vestigios de su cultivo fueron descubiertos por los egipcios, quienes, al reconocer su potencial, lo incorporaron en la elaboración de alimentos de consumo diario y en procesos de fermentación (Yara, 2018).

Antes de ser domesticado con fines alimenticios, el trigo existía como una especie silvestre. Sin embargo, hace más de 8 mil años, diversos cruzamientos y mutaciones con otras especies contribuyeron a enriquecer su composición nutricional, proporcionándole proteínas y carbohidratos. Estos procesos evolutivos condujeron a la formación de una planta con más de tres juegos de cromosomas y con valores nutritivos mejorados (Yara, 2018).

Recientemente, el Consorcio Internacional de Investigación del Genoma del Trigo, en colaboración con otras instituciones dedicadas al estudio de este cereal, ha llevado a cabo un importante avance. Después de 13 años de investigación, se ha determinado que el genoma del trigo está compuesto por 21 cromosomas. Este logro científico ha permitido secuenciar el genoma completo del trigo, lo que facilitará la producción de variedades adaptadas a diferentes condiciones climáticas, con mayores rendimientos y una mejor calidad nutricional (Pazán et al., 2023).

2.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Briggs (2019) la clasificación taxonómica está de la siguiente manera:

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

Fuente: (Briggs, 2019)

2.3. Características botánicas

2.3.1. Raíz

La planta de trigo está dotada de raíces fibrosas o fasciculadas que se originan a partir de los primeros nudos de la base del tallo. La profundidad a la que estas raíces pueden extenderse alcanza hasta 1.50 m, dependiendo de las características del suelo en el que se desarrollan (Galarza, 2023).

2.3.2. Tallo

De constitución herbácea, la planta de trigo puede alcanzar alturas que oscilan entre los 60 y 120 centímetros. Se distingue por presentar tallos erectos de color verde, con una estructura similar a la de una caña, caracterizados por espacios vacíos en su interior, a excepción de los nudos e internudos. Durante el proceso de encañado, el tallo se alarga y se desarrollan 4 hojas envainadoras a lo largo de la longitud del entrenudo. El crecimiento del tallo se atribuye al estiramiento de los tejidos ubicados por encima de los nudos (Jecke & Mousegne, 2018).

2.3.3. Hoja

La planta de trigo despliega entre 7 y 8 hojas acintadas, emergiendo de los nudos y conformando dos partes: la vaina, que rodea al peciolo y protege el meristemo, y el limbo, que presenta nervios paralelos de forma alargada (Martinez, 2019).

2.3.4. Inflorescencia

La espiga del trigo está compuesta por un tallo central de entrenudos cortos denominado raquis. Estas espigas suelen contener de dos a cinco florecillas, que posteriormente se convertirán en granos, los cuales quedan insertos entre la cubierta externa del grano y la envoltura (Toledo, 2020)

2.3.5. Flores

Las flores del trigo carecen de pétalos y sépalos, sin embargo, están constituidas por estambres y pistilos. Cada flor femenina posee ovarios del cual emergen dos estilos terminados en dos estigmas plumosos y pegajosos, mientras que las flores masculinas presentan tres estambres que pueden variar en color entre dorado, verde o violeta (Rébola, 2023).

2.3.6. Grano de trigo

Los granos de trigo, conocidos como cariósides, tienen forma ovalada con extremos redondeados. Estos granos están compuestos por tres partes: el endospermo, que contiene almidón y proteínas y constituye la principal fuente de nutrientes, el salvado, que cubre y protege la semilla, y el germen, que representa el embrión de la nueva planta y da origen al crecimiento de una nueva raíz, tallo y hojas (Rébola, 2023).

2.4. Ciclo del cultivo

Dentro del ciclo de cultivo del trigo, se distinguen tres etapas principales:

- **Fase vegetativa:** Esta fase se extiende desde la siembra de las semillas hasta el inicio del encañado. Durante esta etapa, la planta de trigo se encuentra en un proceso activo de crecimiento vegetativo, caracterizado por el desarrollo de raíces y la formación de hojas y tallos.
- **Fase de reproducción:** Esta fase abarca desde el encañado hasta la finalización del espigado. Durante este período, la planta experimenta un cambio significativo en su estructura, con la formación de la espiga y el

desarrollo de las flores. Es en esta etapa donde tiene lugar la reproducción sexual de la planta, con la formación de los granos de trigo.

- **Fase de maduración:** Esta fase comprende desde el final del espigado hasta el momento de la cosecha. Durante esta etapa, los granos de trigo alcanzan su pleno desarrollo y madurez, adquiriendo el color y la textura característicos de la variedad. Es en esta etapa cuando la planta de trigo está lista para ser cosechada y procesada para su uso final (Estrada & Orantes, 2016).

2.5.Etapas fenológicas

2.5.1. Germinación

Puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C, temperatura óptima entre los 20 a 24° C. Se debe mantener una humedad de conservación que no sobrepase el 11%. El grano de trigo debe absorber agua para pasar del estado de vida latente al de vida activa, puede absorber de un 40% a un 65% de su peso en agua (Fioreze et al., 2019).

2.5.2. Ahijamiento

El trigo tiene un tallo similar a una caña (nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema donde se origina una hoja. Cuando los entrenudos crecen (encañado), se observa que cada hoja emerge a distinta altura en nudos sucesivos (León et al., 2018).

2.5.3. Espigado

La planta se encuentra con un nivel alto de actividad fisiológica, con una transpiración, extracción de humedad y nutrientes del suelo que llegan a su límite. Esta fase es donde varios de los azúcares de las hojas inferiores se distribuyen al grano, el riego es fundamental para que se transfieran las reservas al grano de trigo (León et al., 2018).

2.5.4. Espigado

Etapa final del ciclo, se da la acumulación de almidón en el grano, mediante la cual el almidón producido por la fotosíntesis persiste en las últimas hojas y la espiga, en cambio los carbohidratos y las proteínas se mueven en dirección del ápice, en caso de que se suspenda la actividad de riego existe el riesgo de que estas sustancias no puedan movilizarse y produzcan un quemado en el grano (León et al., 2018).

2.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.6.1. Pluviosidad

La planta de trigo tiene ciertas exigencias en términos de clima y suelo para su óptimo desarrollo. Por lo general, requiere un rango de precipitación que oscila entre los 600 y 700 mm desde la siembra hasta la cosecha (Aguirre, 2019).

2.6.2. Heliofanía

Durante todo su ciclo de cultivo, el trigo necesita una exposición solar de 1500 a 2000 horas. Durante la fase de floración, el trigo requiere días largos, es decir, con más de doce horas de luz diaria. La falta de duración del día durante esta etapa puede retrasar o incluso inhibir la floración, aunque ciertas variedades son menos sensibles a este factor (Marchisone, 2023).

2.6.3. Temperatura

Aunque el trigo se desarrolla mejor en zonas templadas, puede tolerar altas temperaturas siempre y cuando la humedad no sea excesiva. En Ecuador, se cultiva a temperaturas que van desde los 10 hasta los 22 °C (Fioreze et al., 2019).

2.6.4. Suelo

Los suelos adecuados para el crecimiento del trigo deben ser sueltos, profundos, fértiles y libres de inundaciones, manteniendo un pH entre 6.0 y 7.5. Los suelos demasiado ácidos pueden dificultar el crecimiento adecuado del cultivo. Se prefiere suelos francos, sueltos y bien drenados, con una presencia adecuada de

arcilla y cal (Dillchneider et al., 2019).

2.6.5. pH

El rango óptimo de pH del suelo para el trigo está entre 5.4 y 7.0, aunque puede tolerar niveles más altos. El cultivo de trigo tiende a tener un rendimiento deficiente en suelos ácidos y prefiere aquellos que son neutros o ligeramente alcalinos. Además, la presencia de microorganismos benéficos favorece los suelos neutros o alcalinos (León et al., 2018).

2.7. Manejo agronómico del cultivo

2.7.1. Selección de terreno

Para llevar a cabo la producción de trigo de manera óptima, es fundamental seleccionar una zona que cumpla con ciertos criterios específicos. Se prefiere que la zona tenga una pendiente menor al 10%, lo que facilita las labores de cultivo y minimiza el riesgo de erosión del suelo. Es beneficioso que el terreno esté descansado o que cuente con un sistema de rotación de cultivos, como maíz, papa o leguminosas, lo que ayuda a mantener la salud del suelo y reduce la incidencia de enfermedades y plagas específicas del trigo. Estas consideraciones contribuyen a crear un ambiente propicio para el crecimiento y desarrollo óptimos del cultivo de trigo (Ponce et al., 2022).

2.7.2. Recomendación

Es recomendable planificar la siembra del trigo con al menos uno o dos meses de antelación para permitir que el abono verde se descomponga adecuadamente y se convierta en nutrientes disponibles para el cultivo. Se aconseja sembrar el trigo después de haber cultivado previamente papas, maíz, chochos o habas. Esta práctica de rotación de cultivos contribuye a mejorar la fertilidad del suelo y aporta una mayor disponibilidad de nutrientes esenciales para el desarrollo saludable del trigo (Ponce et al., 2022).

2.7.3. Siembra

Usualmente, en Ecuador, la siembra de trigo se lleva a cabo entre los meses de febrero y marzo en las regiones norte y sur del país, mientras que en la región central se realiza entre noviembre y enero. Este calendario de siembra se debe a la preferencia de iniciar la siembra durante la temporada de lluvias, de modo que la cosecha coincida con la época seca, evitando así posibles perjuicios en los procesos posteriores a la cosecha (Ponce et al., 2020).

Existen dos métodos comunes de siembra de trigo: el método al voleo y el método mecanizado. En ambos casos, es fundamental que el suelo presente una óptima capacidad de campo, es decir, que esté lo suficientemente húmedo para permitir la germinación de la semilla sin dificultades. La profundidad de siembra debe ser mayor a cinco centímetros para asegurar un establecimiento adecuado de las plántulas (Ponce et al., 2020).

Para verificar la capacidad de campo del suelo, se realiza la prueba del puño, que consiste en tomar un puñado de tierra, apretarlo y observar que no se desprenda agua. Esta técnica garantiza una germinación óptima al proporcionar un ambiente adecuado para el desarrollo inicial de las semillas de trigo (Ponce et al., 2020).

La siembra directa es un método de conservación del suelo que busca minimizar la emisión de dióxido de carbono, el uso de maquinaria, combustible y mano de obra. En este enfoque, el suelo se mantiene cubierto por residuos vegetales o rastrojos, evitando así la remoción o preparación del suelo. Para sembrar, se emplea una maquinaria especializada, conocida como sembradora de discos, que deposita las semillas en una abertura sin necesidad de labrar la tierra. Este enfoque contribuye a preservar la estructura del suelo y a reducir la erosión, al tiempo que promueve la conservación de la biodiversidad y mejora la eficiencia de los recursos utilizados en el proceso de siembra (Ponce et al., 2020).

Se recomienda utilizar semillas certificadas o registradas, que cuenten con un porcentaje de germinación superior al 85%. Es importante desinfectar las semillas

antes de la siembra para prevenir la propagación de enfermedades (León et al., 2018).

2.7.4. Preparación del lote

El arado se emplea para incorporar los rastrojos o residuos vegetales presentes en el terreno, actividad que se realiza idealmente uno o dos meses antes de la siembra para permitir que se descompongan y se conviertan en materia orgánica beneficiosa para el cultivo. Previamente a la siembra, se recomienda realizar dos pasadas de rastra para dejar el suelo en óptimas condiciones (Cayambe, 2020).

2.7.5. Fertilización

Es fundamental realizar un análisis de suelo antes de la siembra. En ausencia de este estudio, se puede recurrir a una guía de fertilización para determinar los requerimientos nutricionales del trigo, que suelen ser alrededor de 80 kg de nitrógeno, 60 kg de P_2O_5 , 40 kg de K_2O y 20 kg de azufre por ha. Durante la siembra, se aplica el 20% del nitrógeno y el 100% del fósforo, potasio, azufre y otros microelementos. El 80% restante del nitrógeno se administra de manera complementaria a lo largo del ciclo de desarrollo del cultivo (Pila et al., 2024).

El nitrógeno es esencial para promover un adecuado macollamiento, así como para aumentar el número de espigas y granos por espiga. Por otro lado, el fósforo se aplica en la pre-siembra debido a que el trigo requiere aproximadamente el 75% de este nutriente durante su desarrollo. En caso de optar por la fertilización orgánica, es importante utilizar abonos de buena calidad y aplicarlos al momento de preparar el suelo, aproximadamente dos meses antes de la siembra (García, 2020).

2.7.6. Control de malezas

Las malezas representan una amenaza para los cultivos al competir por nutrientes y recursos con las plantas cultivadas. Su control puede realizarse de manera manual, a través de mano de obra, o mediante métodos químicos, como el uso de herbicidas específicos para malezas de hoja ancha, como el metsulfuron-metil. Sin embargo,

la mejor manera de prevenir la proliferación de malezas es mediante una adecuada preparación del suelo (Ramírez, 2022).

En el caso de que el área presente una alta presencia de gramíneas, como kikuyo y grama, se recomienda aplicar glifosato antes de la preparación del terreno para su control efectivo (Ramírez, 2022).

2.7.7. Desmezcla

Según Ponce-Molina, Garófalo, & Noroña, (2022) la desmezcla es una práctica fundamental para mantener el cultivo limpio y evitar la mezcla con otras especies vegetales. Hay que eliminar las plantas:

- Extrañas, atípicas, deformes y enfermas
- De otros cereales (cebada, avena, centeno y triticale)
- De otras variedades de trigo

Este manejo debe llevarse a cabo en dos momentos clave del ciclo del cultivo: durante el espigamiento y al inicio de la madurez fisiológica, ya que en estas etapas es más fácil distinguir las plantas no deseadas de las del cultivo principal (Sotaminga, 2023).

2.8.Cosecha

Se realiza cuando el cultivo ha alcanzado su estado de madurez en campo (grano cristalino), aproximadamente a los 170-180 días. El grano deberá tener una humedad del 12.5 % aproximadamente. Se puede realizar la cosecha manual o mecanizada, en caso de ser manual se usa hoces para cortar las espigas y formar atados, las mismas que son agrupadas para formar parvas. Este tipo de cosecha solo se lo realiza en áreas pequeñas o terrenos donde el acceso de maquinaria no es posible (terrenos con mucha pendiente) (Chasiluisa, 2021).

2.9.Trilla

Esta actividad se realiza de dos formas:

Manual: En ciertos casos se utiliza la ayuda de los animales para que hagan presión sobre los atados extendidos en la era. Con la trilla a mano se puede obtener de 15 a 40 kg de producto por hora (Catota, 2024).

Mecanizada: Se usa una trilladora estacionaria, al momento de trillar debe ser limpiada con una escoba para evitar mezcla con otras variedades (Ordóñez & Idrovo, 2021).

Después de la trilla el grano se lo debe limpiar, secar y clasificara para posteriormente recolectar en sacos para su comercialización (Ordóñez & Idrovo, 2021).

2.10. Labores de post cosecha

2.10.1. Secado de grano

Después de la cosecha el grano debe ser secado en una plataforma de cemento, la humedad requerida en la industria no debe superar el 13% para evitar daños en la semilla almacenada (Noroña, 2018).

2.10.2. Limpieza y clasificación

La semilla debe estar libre de impurezas para poder ser clasificada por el tamaño, para esto se utiliza dos tipos de zarandas:

- Zaranda de 5mm: Retiene las impurezas grandes y permite el paso de los granos grandes (gruesos) y pequeños (delgados)
- Zaranda de 3mm: Retiene el grano grande (grueso) y permitirá el paso de grano pequeño (delgado) el cual no se lo puede considerar como semilla debido a su tamaño (Pogo, 2022).

2.10.3. Ensacado e identificación de semilla

Una vez limpia, seca y clasificada, la semilla se debe colocar en sacos en buen estado y limpios, para identificarlos se debe colocar una etiqueta que contenga la

información básica (variedad, año de cosecha, nombre del productor y peso) (Sotaminga, 2023).

2.10.4. Almacenamiento

Debe ser almacenado en un lugar libre de humedad, con buena ventilación y libre de roedores. Los sacos no deben estar cerca del suelo o pegados a la pared ya que pueden absorber la humedad y ocasionar daños en la semilla (Quinga, 2023).

2.10.5. Parámetros de calidad

Parámetro	Unidad
Humedad	13 %
Impurezas	2%
Peso hectolítrico	74 kg hL ⁻¹
Quintal	45.36 kg

Fuente: (Estrella et al., 2022).

2.11. Principales plagas

2.11.1. Gorgojo del trigo (*Sitophilus granarius*)

El gorgojo del trigo es un pequeño insecto coleóptero de color marrón oscuro, que mide alrededor de 3-4 mm de longitud. Suele infestar los granos almacenados de trigo, causando daños significativos (Roca, 2020).

Para controlar esta plaga, es fundamental mantener una adecuada limpieza y manejo de los silos y almacenes de granos. Se pueden emplear métodos de control químico utilizando insecticidas específicos para el manejo de gorgojos en granos almacenados (Roca, 2020).

2.11.2. Pulgones del trigo (*Sitobion avenae*)

Los pulgones del trigo son pequeños insectos chupadores que se alimentan de la savia de las plantas de trigo. Son de color verde claro a oscuro y pueden estar alados

o ápteros, dependiendo de la especie y la etapa del ciclo de vida (Cadillo et al., 2021).

El control de los pulgones del trigo puede realizarse mediante el uso de insecticidas específicos como la cipermetrina (50 y 100 g ha⁻¹), cihalotrina (entre 5 y 30 g ha⁻¹), así como la implementación de prácticas de manejo integrado de plagas, como la conservación de enemigos naturales, la rotación de cultivos y el monitoreo regular de las poblaciones de pulgones (Cadillo et al., 2021).

2.11.3. Polilla del trigo (*Sitotroga cerealella*)

La polilla del trigo es una plaga que afecta los granos almacenados, especialmente en condiciones de humedad y temperatura adecuadas. Sus larvas se alimentan de los granos, causando pérdidas significativas en la calidad y el rendimiento (León, 2020).

Para controlar la polilla del trigo en los granos almacenados, se pueden emplear métodos como el control físico mediante el uso de trampas de feromonas para monitorear y reducir las poblaciones de adultos, así como el uso de insecticidas específicos para el manejo de polillas en almacenes de granos. Además, es importante mantener una buena ventilación y limpieza en los almacenes para reducir la humedad y prevenir la proliferación de esta plaga (León, 2020).

2.11.4. Limacos (*Deroceras* sp.)

Los caracoles son moluscos que miden entre 40 y 60 cm de largo, variando en color desde el blanco hasta el negro, con bordes más claros. Presentan un manto grande y granular, tallo con surcos longitudinales paralelos y plantas bordeadas por surcos periféricos. El moco que secretan es acuoso e incoloro. Sus huevos miden 2-4 mm de largo y generalmente tienen forma ovalada. Los individuos recién nacidos son morfológicamente similares a los adultos, aunque con genitales indiferenciados (Lejealle, 2018).

El control de esta plaga de moluscos puede realizarse mediante cebos atrayentes para atraer a los caracoles y luego eliminarlos manualmente. También se pueden

emplear trampas con cerveza y agua en las que los caracoles terminan ahogándose. Mantener un entorno limpio y eliminar restos de cultivos y hojarasca puede reducir su refugio y fuente de alimento. Los productos químicos, como los cebos tóxicos, están formulados con un atrayente alimenticio y un ingrediente activo (carbamatos o metaldehídos). Estos cebos son rápidos y efectivos en el control de caracoles, pero tienen el inconveniente de su corta residualidad, ya que son fácilmente lavados y destruidos por la humedad y la lluvia, condiciones que predominan en las épocas de mayor daño por babosas y emergencia de plantas (Equisoian, 2018).

2.11.5. Zabrus del cereal (*Zabrus tenebroides*)

Zabrus tenebroides es un escarabajo de la familia Carabidae. Estos escarabajos presentan un cuerpo alargado y oscuro, con un tamaño que puede variar, pero generalmente son de tamaño mediano a grande. Poseen mandíbulas fuertes y son depredadores activos, alimentándose de otros insectos, larvas y material vegetal en descomposición (Paredes, 2019).

El control de los escarabajos en los cultivos de cebada suele ser innecesario a menos que su población alcance niveles significativamente altos y se convierta en una amenaza para la cosecha. En esos casos, se pueden implementar prácticas de manejo de plagas como la rotación de cultivos, la eliminación de malezas y, si es necesario, el uso de insecticidas como Lambda-cihalotrin en dosis de 30-50 g L⁻¹ (Matuska et al., 2023).

2.11.6. Mosquito del cereal (*Mayetiola destructor*)

Los adultos depositan huevos en la superficie superior de las hojas y, al eclosionar, las larvas se entierran en las vainas de la base de la planta, adhiriéndose a los primeros nudos. Una vez que completan su desarrollo, forman pupas que permanecen en el mismo lugar (Torres, 2023).

El control de mosquitos en los cultivos de cebada generalmente implica la implementación de medidas de manejo integrado de plagas. Esto puede incluir la selección de variedades de cebada resistentes a esta plaga, la rotación de cultivos,

la eliminación de restos de cultivos infectados y, en algunos casos, la aplicación de insecticidas si la población de plagas alcanza niveles dañinos (Torres, 2023).

2.12. Principales enfermedades

2.12.1. Roya de la hoja (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*)

La roya del trigo es una enfermedad fúngica que afecta las hojas, tallos y espigas del trigo. Se manifiesta como pústulas de color anaranjado a marrón en la superficie de las hojas, que contienen esporas del hongo. Esta enfermedad puede reducir el rendimiento y la calidad del cultivo (Pinchao, 2023).

Se recomienda utilizar variedades de cebada resistentes. En la mayoría de las situaciones, el control de la enfermedad implica la aplicación de fungicidas. Es crucial utilizar estos productos en las dosis adecuadas para evitar residuos ambientales perjudiciales y, lo más importante, prevenir la resistencia del patógeno al fungicida. Esto se puede lograr mediante la aplicación de fungicidas como tebuconazole, flutriafol y epoxiconazole (Noriega, 2020). Además, es importante monitorear regularmente los cultivos para detectar tempranamente la presencia de la enfermedad y tomar medidas preventivas o curativas según sea necesario (Pinchao, 2023).

2.12.2. Fusariosis de la espiga (*Fusarium* spp.)

La fusariosis de la espiga es una enfermedad fúngica que afecta principalmente a las espigas del trigo durante la floración y el llenado de grano. Se caracteriza por la presencia de espigas momificadas, con coloración blanca o rosada, y por la presencia de micelio del hongo en el interior de los granos. Esta enfermedad puede provocar pérdidas significativas en el rendimiento y la calidad del trigo (Romero, 2022).

Para controlar la fusariosis de la espiga, se recomienda utilizar prácticas de manejo integrado de enfermedades, como la selección de variedades resistentes, la rotación de cultivos, la eliminación de restos de cosecha infectados y el uso de fungicidas específicos durante el período crítico de la enfermedad. Para el control químico se

recomienda prothioconazol (150 g L⁻¹) + tebuconazol (150 g L⁻¹) en dosis de 0.75 - 1.0 L ha⁻¹, aplicar durante la etapa de floración (antes) del trigo, ya que es el momento crítico para la infección por *Fusarium* (Romero, 2022).

2.12.3. Mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*)

La mancha amarilla es una enfermedad fúngica que afecta las hojas del trigo, manifestándose como manchas de color amarillo a marrón en la superficie de las hojas. Estas manchas pueden fusionarse y causar la muerte del tejido foliar, lo que resulta en una reducción del área fotosintética y, en consecuencia, en una disminución del rendimiento del cultivo (Herrera, 2024).

El control de la mancha amarilla puede realizarse mediante la selección de variedades resistentes, el uso de fungicidas específicos y la implementación de prácticas culturales como la rotación de cultivos y la eliminación de restos de cosecha infectados. Es importante monitorear regularmente los cultivos para detectar tempranamente la presencia de la enfermedad y tomar medidas preventivas o curativas según sea necesario (Herrera, 2024).

2.12.4. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla, causada por el hongo *Puccinia striiformis*, es una amenaza específica para los cereales de invierno como la cebada y el trigo, pudiendo ocasionar daños considerables en los cultivos. Sus síntomas se caracterizan por la aparición de pústulas amarillas a naranjas en las hojas de la cebada, dispuestas en líneas paralelas. Estas pústulas pueden liberar esporas que se propagan por el viento, causando nuevas infecciones (Ponce et al., 2022).

El uso de variedades de cebada resistentes a la roya amarilla es una estrategia efectiva de control. Asimismo, la rotación de cultivos puede contribuir a reducir la presión de infección. Evitar sembrar cebada en el mismo campo de manera consecutiva puede disminuir la carga de esporas en el suelo. En casos de infecciones graves, se pueden aplicar fungicidas específicos como azoxistrobin y tebuconazole (Lavilla, 2022).

2.12.5. Rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis*)

Es el hongo responsable de la rincosporiosis en la cebada, una enfermedad que puede causar daños significativos al afectar las hojas y tallos de la planta. Sus síntomas se manifiestan con la aparición de manchas circulares o elípticas en las hojas, con un centro gris o blanco rodeado de un borde más oscuro. Estas manchas pueden agrandarse y fusionarse con el tiempo, afectando la capacidad de la planta para realizar la fotosíntesis (INTA, 2019).

En el manejo de la rincosporiosis, se destaca la eficacia del benzovindiflupir, que actúa inhibiendo la respiración al afectar la enzima succinato deshidrogenasa de los hongos patógenos. Además, el prothioconazol, clasificado como un fungicida de la familia de las triazolintionas, también desempeña un papel relevante en este control. Estos agentes ofrecen un enfoque integral para combatir la rincosporiosis, aplicándose en dosis de 1 L ha⁻¹ desde el inicio del macollaje hasta el final del espigado (Syngenta, 2020).

2.13. Variedades mejoradas de trigo

Una variedad debe ser capaz de producir un grano de calidad, lo cual es fundamental para su comercialización. La variedad mejorada es responsable de aproximadamente, el 50% del rendimiento final. El otro 50% está asociado con las prácticas de manejo que el agricultor debe realizar para tener éxito en su siembra. Entre las prácticas de manejo figuran la buena preparación de suelo, dosis de semilla, uso de semilla certificada, fecha de siembra adecuada, control de malezas, fertilización, riegos de ser necesario, entre otras. Con esto el agricultor está asegurando una buena cosecha (Pogo, 2022).

El INIAP ha generado nuevas variedades mejoradas de trigo que ha liberado en la última década 2000-2010, adaptadas a las condiciones agrícolas de la sierra del Ecuador. Entre ellas tenemos INIAP-Zhalao 2003, INIAP-Vivar 2010, INIAP-San Jacinto 2010, e INIAP-Mirador 2010, que presentan características de resistencia a royas (amarilla y de hoja) con alto rendimiento y calidad industrial (Pogo, 2022).

Sumándose a este estudio INIAP-Cojitambo 92 variedad aún difundida en todo el país con buenos resultados en adaptación, rendimiento, resistencia y calidad de grano. Además de otro material promisorio nominado como variedad INIAP Imbabura que está en fases finales de evaluación y espera ser liberada próximamente (Pogo, 2022).

2.13.1. INIAP CHIMBORAZO 78

Fue introducida como línea avanzada en 1964 y posteriormente evaluada durante 8 años en 30 zonas trigueras del país en la estación experimental Santa Catalina. Esta variedad puede ser cultivada en las regiones altas de la sierra ecuatoriana, presenta un ciclo vegetativo de 180 días y puede alcanzar una altura de 100 cm. Destaca por su buena capacidad de macollaje y un rendimiento de 4.5 t ha⁻¹ (Galarza, 2023).

2.13.2. INIAP ZHALAO 2003

Otra variedad proviene del cruzamiento entre Iniap-Cojitambo 9 y FINK/IA 8834, realizado en 1997, y fue evaluada en la Estación Experimental Chuquipata en 2001. Se adapta a zonas altas de 2200 a 3200 msnm, posee granos de calidad y un alto rendimiento harinero (Chancusig, 2023).

2.13.3. INIAP VIVAR 2010

Una tercera variedad, proveniente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo de México, fue introducida en Ecuador en 2003 y evaluada en varias localidades del Austro del país. Esta variedad se adapta a altitudes entre 2400 y 3000 msnm, con un ciclo vegetativo de 165 a 175 días. Destaca por su resistencia a la sequía y enfermedades como la roya de hoja y el fusarium de la espiga (Masabanda, 2023).

2.13.4. INIAP SAN JACINTO 2010

Otra variedad ingresó al Ecuador en 1998 y fue evaluada a partir del año 2000 en varias zonas de la sierra centro norte. Se cultiva en altitudes de 2200 a 3000 msnm, con un ciclo vegetativo de 160 a 170 días y un rendimiento de 4.0 t ha⁻¹ (De La Cruz & Landázuri, 2018).

2.13.5. INIAP MIRADOR 2010

Una quinta variedad, evaluada desde el año 2000 en varias localidades de la provincia de Bolívar, se adapta a zonas de producción de cereales entre 2200 y 3000 msnm. Su altura puede alcanzar los 92 cm y su ciclo de cosecha se sitúa entre los 160 y 170 días (Galarza, 2023).

2.13.6. INIAP IMBABURA-2014

Variedad que fue introducida en el país en 1999 en el vivero 10TH HRWSN y fue seleccionada por sus características deseables. Evaluada en diversas localidades de la Sierra a partir de 2009, puede ser sembrada a altitudes de 2000 a 3000 msnm, con un ciclo de aproximadamente 160 a 180 días y una altura máxima de 105 cm, destacando por su buen rendimiento harinero (Pozo, 2024).

Ficha técnica

Características	Descripción
Ciclo del cultivo (Días)	160-180
Días al espigamiento	85
Rendimiento (t ha ⁻¹)	4.0
Peso de 1000 granos (g)	45

Reacción a enfermedades	
Roya amarilla	Resistencia parcial
Roya de la hoja	Resistencia parcial
Fusarium	Resistencia parcial
Proteína (%)	12.7
Fibra (%)	3.6
Peso hectolítrico (kghl ⁻¹)	79.5
Rendimiento harinero (%)	Bueno (72%)
Extracto libre de nitrógeno (%)	80.2

Fuente: (Falconí et al., 2014)

2.13.7. UEB – Carnavalero 2008

Después de un periodo de nueve años dedicados a la investigación, los profesores, estudiantes y graduados de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB), junto con los técnicos del INIAP y los agricultores, lograron desarrollar un tipo de grano harinero precoz. Este avance se logró mediante la combinación de la genética nacional con la suiza, específicamente adaptada a las condiciones agroecológicas de los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes. Esta variedad se cultiva en la provincia Bolívar en altitudes alcanzadas entre los 2200 y 2850 msnm (Monar, 2007).

Características	Descripción
Atura de planta	70 -80
Días a la floración	60-70
Ciclo del cultivo (días)	135-150
Rendimiento promedio rango kg ha ⁻¹	2500-4000
Respuesta a estrés hídrico	Tolerante

Reacción a enfermedades

Roya amarilla: <i>Puccinia striiformis</i>	Resistencia intermedia
Roya de la hoja: <i>P. recondita</i>	Resistente
Roya del tallo: <i>P. graminis</i>	Resistencia intermedia
Mancha foliar: <i>Fusarium nivale</i>	Resistencia intermedia
Fusarium	Resistencia parcial
Carbón común: <i>Tilletia caries</i>	Resistente
Color de grano	Rojo
Forma y tipo de grano	Ovoide, vítreos
Tipo de espiga	Barbada
Color de espiga	Blanca
Desgrane de la espiga	Resistente al viento
Densidad de espiga	Compacta
Tipo de grano	Normal, bien formado y limpio
Número de macollas por planta	3-5

Tallo	Resistente al acame
Ceniza	1.57
Extracto etéreo	1.56
Proteína	13.61
Fibra	4.35
Extracto libre de nitrógeno	78.62
Peso de 1000 semillas	40-45 granos
Peso hectolítrico	81-82 puntos
Rendimiento harinero	80 %
Aptitud panadera	Buena a muy buena

Fuente: (Monar, 2007)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Bolívar, específicamente en el cantón Guaranda, dentro de la parroquia Veintimilla. El área de investigación correspondió al sector Granja Laguacoto III, ubicada en Laguacoto III, a 1.5 km de Guaranda en la vía hacia San Simón.

- **Situación geográfica y edafoclimáticas**

Altitud	2622msnm
Latitud	01°36'52"S
Longitud	78°59'54"W
Temperatura media anual	14,4°C
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Precipitación media anual	980mm
Heliofanía promedio	900 /horas/luz/año
Velocidad de viento	6m/s
Textura	Franco arcillosa
Ph	Neutro de 7.12
Densidad	1.84 Mpa

Fuente: Laguacoto- INAMHI. (2021).

- **Zona de vida (zonificación ecológica)**

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge la zona corresponde a bosque seco Montano Bajo (bs - MB) (Holdridge, 1979)

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

Líneas de trigo harinero y duro

3.2.2. Factores en estudio

Accesiones de trigo harinero y duro

3.2.3. Tratamientos

La presente investigación se considera 10 accesiones de trigo harinero y duro

Trigo harinero

Tratamientos	Descripción
T1	H-01-UEB
T2	H-04-UEB
T3	TA-18-008
T4	TA-20-003
T5	INIAP-Imbabura 2014 (Testigo)

Trigo duro

Tratamientos	Descripción
T1	A-01
T2	A-02
T3	A-03
T4	A-04
T5	UEB-Carnavalero (Testigo)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

En el ensayo se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar simple (DBCA), con tres repeticiones (ensayos individuales para cada tipo de trigo). según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CME*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 6f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	9	$f^2 e + 3\theta^2$ tratamientos
Error Experimental (t-1) (r-1)	18	$f^2 e$
Total (t x r)-1	29	

* Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Preparación de terreno**

Se inició con la deshierba de las malezas y la eliminación de rocas, utilizando un tractor arador para remover el suelo. Posteriormente, se pasó la rastra hasta que el sitio estuvo en óptimas condiciones para la implementación de la investigación.

- **Adquisición de semilla**

Las semillas, tanto de trigo harinero como duro, procedieron del banco de germoplasma de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de semillas.

- **Selección de semillas**

La selección de la semilla se realizó manualmente, lo cual no consistió solo en sacar las semillas, sino también en eliminar los ejemplares no deseados.

- **Siembra**

Se procedió a distribuir cada tratamiento según lo indicado en el croquis, utilizando una cantidad de 64 g de semilla para cada parcela. Para este trabajo investigativo se utilizó 180 kg ha^{-1} .

- **Fertilización**

Se aplicó fertilizante de fondo para la siembra de 150 kg ha^{-1} (10-30-10) y 50 kg ha^{-1} (Sulpomag).

- **Tape**

La distribución se llevó a cabo de forma manual, empleando un rastrillo para asegurar una distribución uniforme de las semillas sin dejarlas expuestas.

- **Control de malezas**

Se realizó de dos maneras:

Se llevó a cabo la deshierba manual, con la finalidad de eliminar las plantas no deseadas dentro del cultivo establecido, considerando no dañar las parcelas de trigo.

- **Control de plagas y enfermedades**

Mediante monitoreos regulares se identificó la presencia de plagas y enfermedades. Se emplearon acephate en una dosis de 0.3 kg ha^{-1} y cipermetrina en una dosis de 0.25 kg ha^{-1} .

- **Cosecha**

Se procedió a cortar de forma manual con la ayuda de una hoz y se colocaron en diferentes bolsas para su posterior trilla.

- **Trilla**

Se empleó una trilladora artesanal especialmente diseñada para la trilla de cereales, la cual formaba parte del equipamiento del Programa de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Secado**

Se llevó a cabo de manera convencional, utilizando un tendal colocado en el suelo durante un día soleado hasta que el grano alcanzó aproximadamente un 13% de humedad.

- **Aventado**

Para este proceso, se utilizó un método manual que involucraba el viento y un ventilador portátil para facilitar la ventilación.

- **Poscosecha**

Posteriormente, se almacenó el grano en pequeñas bolsas, evitando cualquier lugar con humedad.

3.2.6. Métodos de evaluación (Variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Los datos fueron registrados a través de observaciones durante la etapa inicial del desarrollo del cultivo, cuando dos o tres hojas ya estaban completamente desarrolladas. Se utilizó la escala de evaluación de Ponce et al. (2019) de emergencia que comprendía tres categorías: buena (81–100% de plantas germinadas), regular (60–80% de plantas germinadas) y mala (<60% de plantas germinadas).

- **Número de plantas (NP)**

La determinación se llevó a cabo mediante conteo directo antes del período de macollamiento, tomando muestras al azar de cada unidad experimental. Se utilizó un flexómetro para medir un área de 50 centímetros cuadrados y se estableció la relación número de plantas por m².

- **Días al espigamiento (DE)**

La estimación del período de espigamiento se efectuó de forma visual, calculando los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las espigas estuvieran completamente visibles en cada una de las unidades experimentales.

- **Altura de planta (AP)**

Se midió la altura de las plantas utilizando un metro para registrar la distancia desde la superficie del suelo hasta el ápice de la espiga, en centímetros. Esta medición se realizó en 10 plantas seleccionadas al azar, una vez que el cultivo alcanzó su madurez fisiológica.

- **Reacción a enfermedades foliares (REF)**

Las observaciones de enfermedades como la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y otras se realizaron de manera periódica en todas las parcelas, desde la emergencia de las plantas hasta días previos a la cosecha, según las escalas establecidas para cada patología.

- **Longitud de espiga (LE)**

Se midió desde su base hasta el extremo, excluyendo las aristas, utilizando una regla graduada en centímetros. Esta medición se efectuó cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial, en 10 plantas seleccionadas al azar.

- **Número de granos por espiga (NGE)**

En 10 plantas seleccionadas previamente, se contó manualmente el número de granos en cada espiga y se estimó un promedio, considerando que las plantas estaban en madurez fisiológica.

- **Vigor de la planta (VP)**

La evaluación se realizó cuando el cultivo presentó cuatro o cinco hojas desarrolladas después de la siembra. Esta evaluación se realizó mediante observación visual, antes del inicio del macollamiento, de acuerdo con la siguiente escala: 1: Bueno se considera a las plantas y hojas grandes, bien desarrolladas. 2: Escala intermedia. 3: Regular a las plantas y hojas medianamente desarrolladas. 4: Escala intermedia. 5: Malo a las plantas pequeñas y hojas delgadas.

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Esta característica se evaluó durante todo el período de macollamiento según la escala de evaluación de Ponce et al. (2019): 1: Erecto a las hojas dispuestas verticalmente hacia arriba. 2; Intermedio (Semierecto o Semipostrado) a las hojas dispuestas diagonalmente, formado un ángulo de 45 grados. 3: Postrado a las hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

- **Tipo de paja (TP)**

Se evaluó durante el desarrollo del cultivo según la escala de evaluación de Ponce et al. (2019): 1: Tallo fuerte a los tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame. 2: Tallo intermedio a los tallos no muy gruesos, erectos y medianamente. 3: Tallo débil a los tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame

- **Peso hectolítrico (PH)**

Se utilizó una balanza analítica especializada para relacionar el peso del grano con un volumen preestablecido. Los resultados se expresaron en kg hL^{-1}

- **Peso de mil granos (PMG)**

Una vez cosechadas las unidades experimentales y seleccionado el grano con una humedad promedio del 13%, se procedió a contar mil granos de trigo por muestra y se pesaron en una balanza electrónica, expresando el resultado en gramos.

- **Peso de campo por parcela (PCP)**

Se consideró únicamente la parcela total después de la trilla, la cual se pesó en una balanza para cada unidad experimental y se expresó en kg por parcela.

- **Tipo de grano (TG)**

El tipo de grano se evaluó según criterios como el color, la forma, el tamaño, la uniformidad y la presencia de daños, utilizando la escala de evaluación de Ponce et

al. (2019): 1: Grano grueso, grande, bien formado, limpio. 2: Grano mediano, bien formado, limpio. 3: Grano pequeño, delgado, manchado, chupado.

- **Rendimiento (RT)**

Se realizó una medición del peso total de la producción de cada unidad experimental, considerando un contenido de humedad del grano del 13% y una limpieza adecuada. De acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R(kgha) = PCP \frac{10000 m^2/ha}{Anc m^2/ha} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

R= Rendimiento (kg ha⁻¹)

PCP= Peso de campo o peso de rendimiento fresco (kg)

Anc= Área neta cosechada (m²)

HC= Humedad de cosecha

HE= Humedad estándar (13%)

3.2.7. Análisis de datos

Se aplicó Análisis de Varianza (ADEVA), seguido de la separación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey al 5%. Además, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal. Todo el análisis se realizó en el programa estadístico Infostat.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Trigo duro

4.1.1 Variables agronómicas

Tabla 1

Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE) y altura de planta (AP) en accesiones de trigo duro

VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
PE (Ns)	4	0.61	0.6677	14.18
AP (Ns)	4	1.9	0.2035	4.65

Nota: ** Altamente significativo al $p < 0.01$; * $p < 0.05$; Ns no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl= Grados de libertad.

Con atención a la Tabla 1, al evaluar las variables agronómicas del trigo duro muestran que tanto el porcentaje de emergencia (PE) como la altura de planta (AP) no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados ($p > 0.05$). Bajo las condiciones experimentales, los factores evaluados no tuvieron un impacto significativo en el porcentaje de emergencia ni en la altura de las plantas de trigo duro.

4.1.2 Variables sanitarias

Tabla 2

Resultados del análisis de varianza de la severidad de manchas foliares (SMF) y severidad del fusarium (SF) en accesiones de trigo duro

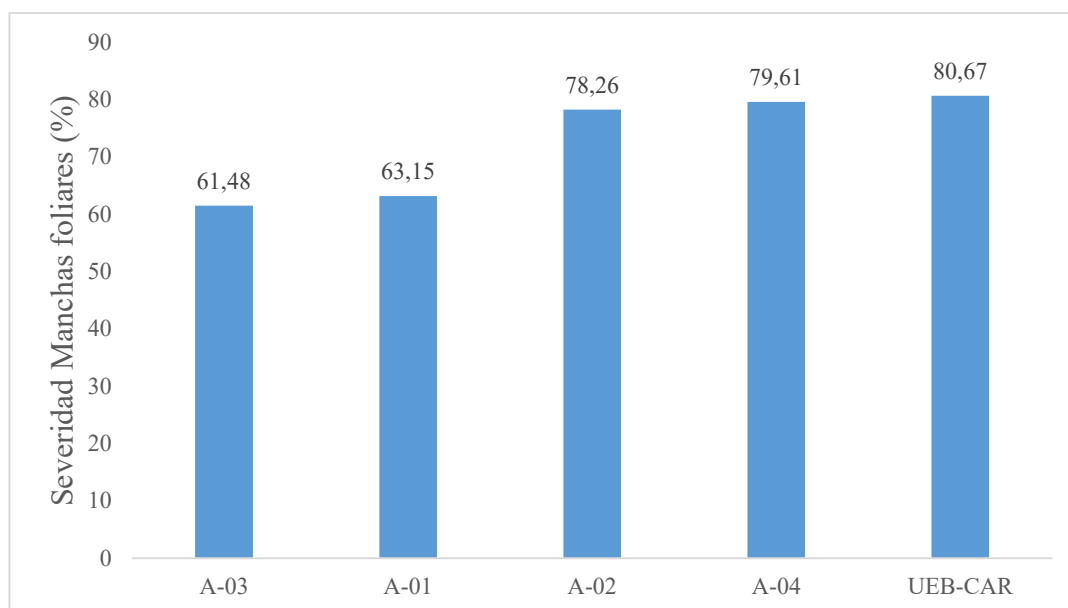
VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
SMF (*)	4	4.7	0.0302	9.43
SF (Ns)	4	1.64	0.2549	40.49

Nota: ** Altamente significativo al $p < 0.01$; * $p < 0.05$; Ns no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl= Grados de libertad.

En función de la Tabla 2, la variable severidad de manchas foliares (SMF) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), indicando que los tratamientos tuvieron un efecto notable sobre esta enfermedad. En contraposición, la variable severidad de Fusarium (SF) no evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$).

Figura 1

Medias de severidad de manchas foliares (SMF) en accesiones de trigo duro



Nota: Medias con letras diferentes refleja significancia según la prueba de Tukey $p < 0.05$

Según la Figura 1, los resultados obtenidos para la severidad de las manchas foliares (SMF) muestran que los tratamientos A-03 y A-01 presentaron las menores severidades, con 61.48% y 63.15% respectivamente. Estas líneas podrían estar asociadas con una mayor resistencia o tolerancia a la enfermedad, lo que sugiere un mejor comportamiento frente a las manchas foliares en comparación con otros tratamientos.

Por otro lado, los tratamientos A-02, A-04 y UEB-CARNAVALERO presentaron valores más altos de severidad, con 78.26%, 79.61% y 80.67%, respectivamente. Estas accesiones muestran una mayor susceptibilidad a las manchas foliares, lo que implica un mayor riesgo de pérdida de rendimiento en condiciones favorables para la enfermedad.

Esta susceptibilidad podría llevar a un aumento en el uso de fungicidas y a un manejo especializado para minimizar los daños, lo que incrementaría los costos de producción y afectaría la sostenibilidad del cultivo. En general, la severidad de las manchas foliares tiene un impacto negativo sobre la fotosíntesis, reduciendo la traslocación de carbohidratos y, por lo tanto, el rendimiento del cultivo (Briceño, 2024).

Por tanto, los tratamientos A-03 y A-01, con menor severidad, muestran un comportamiento más favorable y podrían ser considerados para futuros programas de mejoramiento genético debido a su posible resistencia o tolerancia a las manchas foliares. Mientras tanto, los tratamientos A-02, A-04 y UEB-CARNAVALERO, con mayores niveles de severidad, presentan una desventaja significativa, ya que son más vulnerables a la enfermedad, lo que podría comprometer el rendimiento y aumentar los costos asociados al control de la enfermedad.

4.1.3 Variables de rendimiento y calidad

Tabla 3

Resultados del análisis de varianza para el rendimiento (RT) y el peso hectolítrico (PH) en accesiones de trigo duro

VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
RT (Ns)	4	0.95	0.4819	15.79
PH (Ns)	4	1.05	0.4377	3.16

Nota: ** Altamente significativo al $p < 0.01$; * $p < 0.05$; Ns no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl= Grados de libertad.

De acuerdo con la Tabla 3, la variable RT no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), lo que sugiere que los tratamientos no tuvieron un impacto considerable en el rendimiento por hectárea. De la misma forma la variable PH no evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$), indicando que los tratamientos no afectaron de manera notable esta característica.

Esto sugiere que los tratamientos impactaron de manera significativa en el rendimiento por hectárea, lo que podría estar asociado con factores como las condiciones de manejo, el tipo de suelo y la genética de los materiales evaluados.

El INIAP ha desarrollado 22 variedades mejoradas de trigo, enfocadas en incrementar el rendimiento y la calidad del grano, así como en mejorar la resistencia a factores bióticos y abióticos. Estas variedades han demostrado un progreso genético significativo en el país (INIAP, 2024).

4.1.4 Variables morfológicas

Tabla 4

Resultados del análisis de Friedman para vigor de planta (VP), hábito de crecimiento (HC), tipo de paja (TP) y tipo de grano (TG) en accesiones de trigo duro

VARIABLES	p-valor
VP (Ns)	0.4609
HC (Ns)	0.2319
TP (Ns)	0.2683
TG (Ns)	0.6133

En función de la Tabla 5, las variables VP, HC, TP y TG no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). Esto sugiere que el vigor de las plantas fue consistente entre las accesiones evaluadas, lo que podría estar asociado a la estabilidad genética de las mismas, sin una influencia marcada por los factores del manejo experimental.

Las accesiones compartieron un comportamiento similar en cuanto a la disposición de las hojas, lo que podría ser una característica hereditaria y menos susceptible a cambios debido a las condiciones ambientales. Además, los tallos de las accesiones mostraron uniformidad en cuanto a su fortaleza, lo que resalta la estabilidad de esta variable dentro de las condiciones del estudio, así como características del grano, como su tamaño, forma y calidad, se mantuvieron homogéneas entre las accesiones evaluadas.

La falta de significancia sugiere que estas variables podrían estar más influenciadas por factores genéticos o ambientales no controlados durante el experimento. Además, al no observarse variaciones relevantes, estas características pueden considerarse estables dentro de las condiciones evaluadas, lo cual es importante al seleccionar variedades con características homogéneas para futuros programas de mejoramiento.

4.2 Trigo harinero

4.2.1 Variables agronómicas

Tabla 5

Resultados del análisis de varianza en el porcentaje de emergencia (PE) y altura de planta (AP) en accesiones de trigo harinero

VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
PE (Ns)	4	2.7	0.1079	9,82
AP (**)	4	21.31	0.0003	5,57

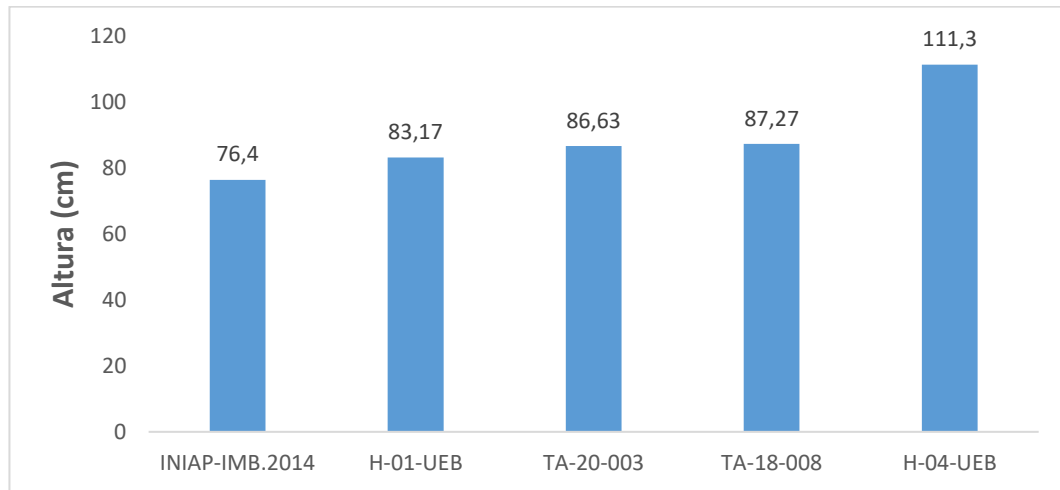
Nota: **p < 0.01=Altamente significativo; p>0.05 Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl = grados de libertad

De acuerdo con la Tabla 5, la variable altura de planta (AP) mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), lo que indica que los tratamientos tuvieron un efecto considerable sobre esta característica. En contraste, la variable porcentaje de emergencia (PE) no evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$), lo que sugiere que esta variable fue consistente entre los tratamientos y no estuvo influenciada de manera importante por los factores evaluados.

La significancia en la altura de planta resalta su relevancia como un criterio clave en la selección de variedades adaptadas a las condiciones locales, destacó como una característica que varió significativamente entre los tratamientos, lo que podría ser clave en la selección de accesiones para futuros programas de mejoramiento del trigo harinero.

Figura 2

Medias de altura de planta (AP) en accesiones de trigo harinero



Nota: Medias con letras diferentes refleja significancia según la prueba de Tukey $p < 0.05$.

De acuerdo a la Figura 2, al analizar la altura de planta (AP) en las accesiones de trigo harinero, se observó que el tratamiento con el mayor promedio de altura fue H-04-UEB, con 111.3 cm. Por otro lado, la variedad INIAP-IMBABURA.2014, así como las líneas: H-01-UEB, TA-20-003 y TA-18-008, mostraron promedios más bajos de altura, con 76.4 cm, 83.17 cm, 86.63 cm y 87.27 cm, respectivamente, aunque se ubicaron dentro del mismo rango. Estas últimas accesiones comparten características similares en cuanto a la variable altura de planta.

La mayor altura observada en el tratamiento H-04-UEB podría implicar una mayor susceptibilidad al acame, especialmente en condiciones de viento fuerte o lluvias intensas, complicando potencialmente las labores culturales y de cosecha para los agricultores. En contraste, las accesiones con menor altura, como INIAP-IMB.2014 y H-01-UEB, serían menos propensas a estos factores abióticos, facilitando el manejo del cultivo y reduciendo el riesgo de pérdidas de rendimiento.

Es importante destacar que las alturas observadas en las accesiones evaluadas se encuentran en concordancia con trabajos previos que reportan un rango general para trigo harinero dependiendo de factores genéticos y ambientales. Por ejemplo, Cruz & Espitia (2020) señalaron que las variedades con menor altura, como INIAP-IMB.2014 (76.4 cm) y H-01-UEB (83.17 cm), suelen presentar mayor resistencia

al acame y facilidad en las labores de manejo agrícola, aspectos cruciales para sistemas productivos en zonas de alta incidencia de vientos o lluvias intensas.

4.2.2 Variables sanitarias

Tabla 6

Resultados del análisis de varianza en la severidad manchas foliares (SMF), severidad de roya de la hoja (SPT) y severidad fusarium (SF) en accesiones de trigo harinero

VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
SMF (**)	4	28.7	0.0001	12.4
SPT (**)	4	13.27	0.0013	44.27
SF (Ns)	4	1.02	0.4536	21.09

Nota: ** $p < 0.01$ =Altamente significativo; $p > 0.05$ Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl = grados de libertad

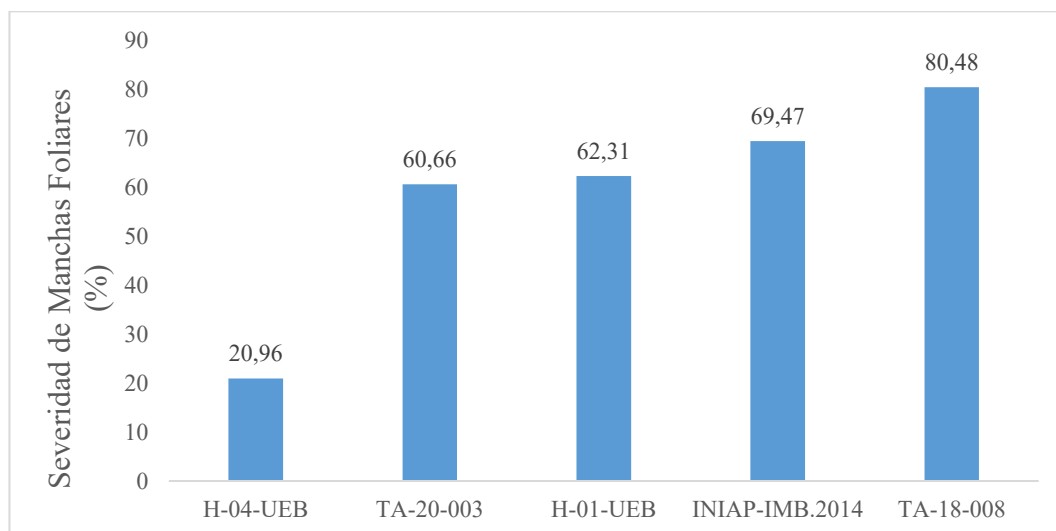
De acuerdo con la Tabla 6, las variables SMF y SPT mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con valores de ($p < 0.05$), respectivamente. Esto indica que los tratamientos tuvieron un efecto notable en la reducción de estas enfermedades foliares.

En contraste, la variable SF no evidenció diferencias significativas ($p > 0.05$), sugiriendo que esta enfermedad no fue influenciada de manera considerable por los tratamientos aplicados.

Estos resultados sugieren que la severidad las manchas foliares y la de roya de la hoja causada por *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* podría estar relacionada con factores ambientales o específicos de cada accesión. Por otro lado, la severidad de Fusarium podría indicar que esta enfermedad responde más a condiciones ambientales generales que a los tratamientos evaluados. La significancia observada en SMF y SPT refuerza la necesidad de priorizar su manejo en futuros programas de mejora genética y estrategias agronómicas.

Figura 3

Media de la severidad manchas foliares (SMF) en accesiones de trigo harinero



Nota: Medias con letras diferentes refleja significancia según la prueba de Tukey $p < 0.05$.

En la Figura 3, los resultados obtenidos para SMF en las accesiones de trigo harinero muestran una variabilidad significativa en la respuesta de las accesiones a esta enfermedad clave. El tratamiento H-04-UEB presentó la menor severidad, con un 20.96%, lo que sugiere que esta accesión tiene una mayor resistencia o tolerancia a las manchas foliares. Este comportamiento podría traducirse en una mayor estabilidad de rendimiento, ya que las plantas con menor severidad de la enfermedad son más eficientes en la fotosíntesis y en la translocación de carbohidratos hacia los granos, lo que se refleja en un rendimiento más consistente y elevado. Por otro lado, los tratamientos TA-20-003, H-01-UEB, INIAP-IMB.2014 y TA-18-008, con severidades de 60.66%, 62.31%, 69.47% y 80.48%, respectivamente, mostraron una mayor susceptibilidad a las manchas foliares.

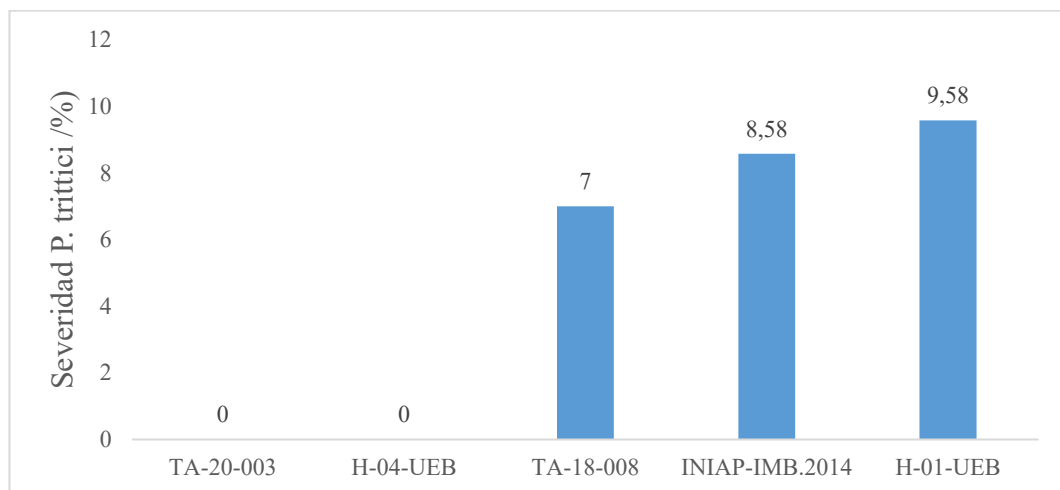
La incorporación de resistencia genética en las variedades de trigo es fundamental para el manejo eficaz de las enfermedades foliares. Esta estrategia no solo disminuye la incidencia y severidad de patógenos como las manchas foliares, sino que también reduce la dependencia de tratamientos químicos costosos. Además, las variedades con resistencia genética durable a múltiples enfermedades contribuyen a la resiliencia estática en la salud vegetal, manteniendo la estabilidad del

rendimiento del cultivo incluso en condiciones ambientales adversas o en presencia de enfermedades (Ferro, 2024).

En este sentido, los resultados obtenidos en esta investigación subrayan la importancia de seleccionar accesiones con baja severidad de manchas foliares, como H-04-UEB, para mejorar la resistencia y asegurar una mayor estabilidad en el rendimiento, especialmente en condiciones donde la enfermedad es prevalente.

Figura 4

Media de la severidad de roya de la hoja (SPT) en accesiones de trigo harinero



Nota: Medias con letras diferentes refleja significancia según la prueba de Tukey $p < 0.05$.

Los resultados observados en la Figura 4, para la SPT en las accesiones de trigo harinero muestran una clara diferenciación en la respuesta de los tratamientos evaluados. Los tratamientos TA-20-003 y H-04-UEB presentaron una severidad de 0%. Esto indica que estas accesiones tienen una excelente resistencia o tolerancia a *Puccinia recondita* f. sp. *tritici*, lo que puede traducirse en una mayor estabilidad en el rendimiento y en una menor necesidad de intervenciones químicas para el control de la enfermedad.

Por otro lado, los tratamientos TA-18-008, INIAP-IMB.2014 y H-01-UEB presentaron mayores valores de severidad, con 7%, 8.58% y 9.58%, respectivamente. Aunque estas accesiones mostraron una menor resistencia frente a *P. recondita* f. sp. *tritici*, sus niveles de severidad son relativamente bajos, lo que

podría no representar una amenaza significativa para el rendimiento, pero sí una preocupación a largo plazo si no se controlan adecuadamente.

La mayor resistencia observada en los tratamientos TA-20-003 y H-04-UEB es consistente con estudios previos que indican que el manejo del patógeno en trigo se beneficia enormemente de la selección de variedades genéticamente resistentes. Estas variedades no solo reducen los costos de control de la enfermedad, sino que también contribuyen a una mayor sostenibilidad del sistema de producción, garantizando una mejor rentabilidad a largo plazo (Rodríguez et al., 2019).

4.2.3 Variables de rendimiento y calidad

Tabla 7

Resultados del análisis de varianza para el rendimiento (RT) y el peso hectolítrico (PH) en accesiones de trigo harinero

VARIABLES	gl	F	p-valor	CV (%)
RT (**)	4	14.85	0.0009	17.76
PH (Ns)	4	0.62	0.6623	5.84

Nota: **p < 0.01=Altamente significativo; p>0.05 Ns = no significativo; CV= Coeficiente de variación; gl = grados de libertad

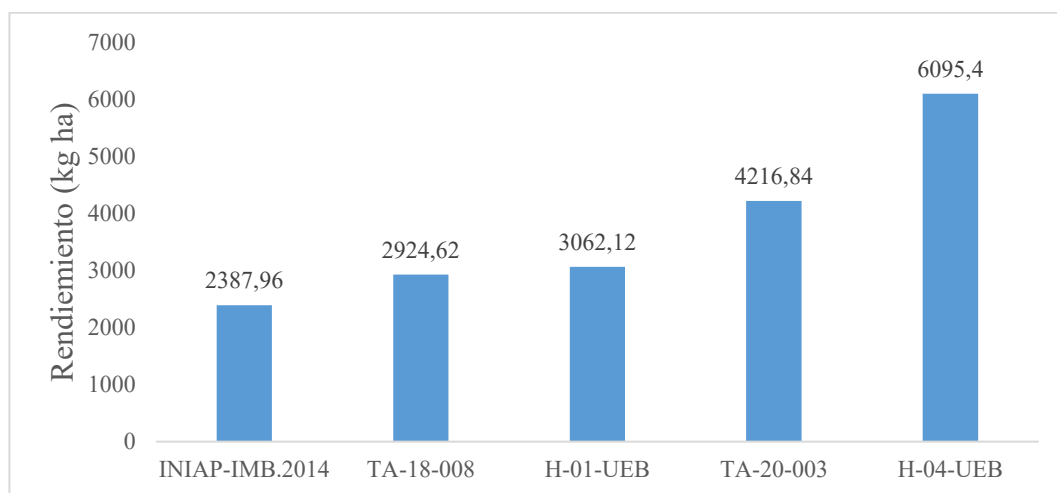
De acuerdo con la Tabla 7, la variable RT mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Esto sugiere que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto notable en el aumento o disminución del rendimiento del cultivo. En contraste, la variable PH no presentó diferencias significativas ($p > 0.05$), indicando que los tratamientos no influyeron de manera considerable en esta característica del grano.

Por tanto, los tratamientos tuvieron un impacto significativo en el rendimiento total, lo que refleja la importancia de seleccionar accesiones que optimicen la producción de grano. Sin embargo, el peso hectolítrico no mostró diferencias, lo que sugiere

que, bajo las condiciones experimentales, esta variable no fue un factor relevante en la evaluación de las accesiones de trigo harinero.

Figura 8

Medias del rendimiento (RT) en accesiones de trigo harinero



Nota: Medias con letras diferentes refleja significancia según la prueba de Tukey $p < 0.05$.

En cuanto al rendimiento en la Figura 8, las accesiones de trigo harinero, se observó que la accesión que registró el mayor promedio fue H-04-UEB, con $6095.4 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido por los tratamientos TA-20-003 con $4216.84 \text{ kg ha}^{-1}$, H-01-UEB con $3062.12 \text{ kg ha}^{-1}$, TA-18-008 con $2924.62 \text{ kg ha}^{-1}$, y finalmente INIAP-IMB.2014 con $2387.96 \text{ kg ha}^{-1}$.

El H-04-UEB, con el mayor rendimiento registrado de $6095.4 \text{ kg ha}^{-1}$, podría ser considerado como una accesión con un alto potencial productivo, especialmente si se adapta bien a las condiciones agroclimáticas de la región de Laguacoto III, en la provincia de Bolívar. Este rendimiento superior sugiere que podría beneficiarse de ciclos de crecimiento extendidos o específicos que favorezcan su desarrollo. Sin embargo, para validar esta hipótesis y evaluar su verdadero potencial agronómico, es esencial realizar ensayos adicionales en parcelas experimentales en diferentes condiciones agroecológicas. Estas pruebas permitirán comprobar la adaptabilidad de H-04-UEB y determinar si su alto rendimiento se mantiene constante bajo distintas prácticas de manejo y condiciones ambientales, lo que es clave para su recomendación en futuros programas de cultivo en la región.

El rendimiento de las accesiones de trigo harinero está influenciado por diversos factores agroecológicos y genéticos. En el presente estudio, se evidencia que aspectos como la calidad del grano, la temperatura, la humedad del suelo y el manejo agronómico impactan directamente en la productividad de las accesiones evaluadas. Además, la altitud y el índice de área foliar se identifican como determinantes clave en la eficiencia fotosintética, favoreciendo la acumulación de carbohidratos en los granos y, por ende, incrementando el rendimiento final (Catota, 2024).

5 Variables morfológicas

Tabla 9

Resultados del análisis de Friedman para vigor de planta (VP), tipo de paja (TP) y tipo de grano (TG) en accesiones de trigo harinero

VARIABLES	p-valor
VP (Ns)	0.7977
TP (Ns)	0.6862
TG (Ns)	0.2646

En función de la Tabla 9, las variables evaluadas VP, TP, y TG de las accesiones de trigo harinero no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). Esto sugiere que el vigor de las plantas fue consistente entre las accesiones evaluadas, lo cual podría estar relacionado con la estabilidad genética de las mismas, independientemente de las condiciones del manejo experimental. Además, los tallos de las accesiones mostraron uniformidad en cuanto a su fortaleza, lo que indica una posible herencia genética estable para esta variable, así como las características del grano, como tamaño y forma, se mantuvieron homogéneas entre las accesiones evaluadas.

La ausencia de diferencias en estas variables sugiere que podrían estar más influenciadas por factores genéticos o ambientales no controlados durante el experimento. La estabilidad observada refuerza la posibilidad de considerar estas

características como criterios estables y homogéneos para futuros programas de mejora genética.

4.3.Comprobación de hipótesis

De acuerdo con los resultados de los análisis estadísticos, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), con evidencia estadística de que las variables estudiadas, como rendimiento, altura de planta y severidad de enfermedades foliares, tienen un impacto significativo en la respuesta agronómica, morfológica y sanitaria del trigo harinero y duro en la zona agroecológica de Laguacoto III, Provincia Bolívar. Los resultados demuestran que estas respuestas están condicionadas por la accesión evaluada y sus características genéticas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.3. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de las accesiones de trigo duro y harinero evaluadas en la zona agroecológica de Laguacoto III, se concluye lo siguiente:

- En trigo harinero, los tratamientos fueron altamente significativos, el tratamiento H-04-UEB mostró la mayor altura de planta (111.3 cm), mientras que las accesiones con menor altura, como INIAP-IMBABURA 2014 (76.4 cm), facilitarían el manejo agrícola.
- Las accesiones de trigo duro, A-03 y A-01 destacaron por presentar menor severidad de manchas foliares (61.48% y 63.15%, respectivamente), sugiriendo una mayor resistencia o tolerancia a esta enfermedad. Sin embargo, la severidad de manchas foliares presentó variaciones significativas y altamente significativas, evidenciando diferencias en la tolerancia a esta enfermedad.
- Rendimiento y calidad, en trigo duro, las accesiones mostraron diferencias significativas en el rendimiento total (RT), indicando un impacto de los tratamientos en esta variable. Para trigo harinero, el rendimiento fue influenciado por factores genéticos y ambientales, destacando accesiones como H-04-UEB por su adaptabilidad a las condiciones locales con 6095.4 kg ha⁻¹.

5.4.RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo estudios adicionales durante diferentes ciclos de cultivo para evaluar la estabilidad de las accesiones A-03, A-01 y H-04-UEB bajo condiciones climáticas y agroecológicas variables. Esto permitirá confirmar su adaptabilidad y rendimiento a lo largo del tiempo, reforzando su viabilidad como opciones consistentes para la producción en Laguacoto III y otras zonas con características similares.
- Se recomienda realizar pruebas moleculares para identificar marcadores genéticos relacionados con la resistencia a enfermedades como manchas foliares, roya de la hoja y Fusarium en accesiones como A-03 y A-01, que demostraron menor severidad de enfermedades. Este enfoque podría proporcionar información clave para el desarrollo de variedades más resistentes y productivas, reduciendo la dependencia de insumos químicos y fomentando la sostenibilidad agrícola.
- Probar las accesiones más prometedoras en parcelas de mayor tamaño y en condiciones de producción comercial permitirá validar su desempeño en escenarios reales. Esto garantizará que las variedades recomendadas cumplan con las expectativas de los agricultores y se ajusten a las demandas del mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, G. (2019). *Características morfológicas de los cereales*. DF, México, México.
- Bonjean, A. (2023). Trigo. Recuperado de <https://conahcyt.mx/cibiogem/trigo#:~:text=El%20trigo%20es%20una%20planta,puede%20ser%20silvestre%20o%20cultivada>.
- Briceño, P. (2024). Agricultura regenerativa en el cultivo de papa: efecto en el rendimiento, rentabilidad y huella de carbono en la variedad INIA 325-poderosa. Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6570>
- Briggs, G. (2019). Trigo. *Libre Texts*. Recuperado de [https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Vida_inanimada_\(Briggs\)/02%3A_Organismos/2.55%3A_Trigo](https://espanol.libretexts.org/Biologia/Bot%C3%A1nica/Vida_inanimada_(Briggs)/02%3A_Organismos/2.55%3A_Trigo)
- Cadillo, A., Apfata, N., & Porras, R. (2021). Eficacia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control biológico de *Brevicoryne brassicae*. *Agroindustrial Science*, 185-192.
- Catota, M. (2024). Comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum L.*) en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura. [Tesis de pregrado, UTC] Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15550>
- Cayambe, J. (2020). Elaboración de un bizcochuelo genovés con sustitución total de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de haba (*Vicia faba L.*) modificando porcentajes de materia prima. [Tesis de pregrado, ESPOCH] Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14179>
- Chancusig, S. (2023). Determinación del contenido de gluten y propiedades reológicas de diferentes variedades de trigo (*Triticum aestivum*). [Tesis de pregrado, UTC]. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11600>
- Chasiluisa, J. (2021). Identificación de saberes ancestrales aplicadas en la cosecha y poscosecha de cultivos andinos en el Ecuador. [Tesis de pregrado, UTC] Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10152>

- CNF, C. F. (2022). Ficha sectorial trigo. Recuperado de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimes tre/Ficha-Sectorial-Trigo.pdf>
- Cruz, E., & Espitia, E. (2020). La productividad del trigo harinero bajo diferentes condiciones de riego. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(6), 1349-1360.
- De La Cruz, H., & Landázuri, P. (2018). Evaluación de dosis de zinc en dos formas de aplicación para la biofortificación en dos variedades de trigo (*Triticum aestivum*) variedad Imbabura y San Jacinto. [Tesis de pregrado, ESPE] Recuperado de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/37480/1/IASA-TIC-0042.pdf>
- Dillchneider, A., Frasier, I., Funaro, D., Fernández, R., & Quiroga, A. (2019). Estrategias de fertilización nitrogenada para incrementar el rendimiento y proteína de trigo en la región semiárida pampeana. *Semiárida*, 29(1), 53-62
- Equisoian, J. (2018). *Derocera reticulatum*, Arion ater y Arion subfuscus. Recuperado de https://campus.intiasa.es/pluginfile.php/6838/mod_resource/content/1/Limacos%20Extensivos_Carmen_2021.pdf#:~:text=almid%C3%B3n%20del%20interior%20de%20las,reticular%20con%20%C3%A1ngulos%20casi%20rectos.
- Estrada, D., & Orantes, A. (2016). Cultivo de Trigo harinero *Triticum aestivum*, una alternativa para la soberanía nutricional y adaptación ante el cambio climático, en el departamento de Jinotega. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 2(1), 346-362.
- Estrella, M., Lopez, R., & Uvidia, H. (2022). Índice de calidad de la harina de trigo de tres variedades (Cotacachi, Zhalao y Cojitambo) y su efecto en la comercialización. *ECA Sinergia*, 13(2), 7-16.
- Falconi, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). Iniap-Imbabura 2014. *INIAP*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3293/1/iniapscpl412.pdf>

- FAO. (2020). Situación Alimentaria Mundial. Recuperado de <http://www.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Ferro, S. (2024). Un gen de resistencia que protege al trigo de dos enfermedades. Recuperado de <https://agrobio.org/noticias/gen-de-resistencia-del-trigo- protege-el-cultivo-de-dos-plagas>
- Fioreze, S., Vacari, J., Turek, T., Michelon, L., & Drun, R. (2019). Componentes productivos do trigo em função da temperatura no período de diferenciação de espiguetas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(1), 24-32.
- Galarza, E. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca Cevallos. [Tesis de pregrado,UTA] Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24085/1/tesis>
- García, A. (2020). Manejo del nitrógeno para aumentar productividad trigo. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2960/1/15630231007160012.pdf>
- Herrera, Y. (2024). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo durum bajo las condiciones agroclimáticas de la Estación Experimental Santa Catalina–INIAP [Tesis de pregrado, UTC] Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12140>
- Holdridge, L. (1979). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: IICA.
- INIAP. (2024). Estudio del incremento del rendimiento y calidad en el cultivo de trigo en Ecuador. Recuperado de https://tecnologia.iniap.gob.ec/2024/01/29/estudio-del-incremento-del-rendimiento-y-calidad-en-el-cultivo-de-trigo-en-ecuador/?utm_source=chatgpt.com
- INTA. (2019). Rincosporiosis de cebada, centeno, *Rhynchosporium secalis*, descripción, daños y control integrado. *AgroEs.es*. Recuperado de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1270-rincosporiosis-de-cebada-centeno-rhynchosporium-secalis>

- Jecke, F., & Mousegne, F. (2018). Estrategias de protección para el control de roya del tallo en trigo. *Ediciones INTA*. Recuperado de <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/2644>
- Lavilla, M. (2022). Efecto sobre el rendimiento del trigo (*Triticum aestivum*) de la roya amarilla causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*. *Agronomía Mesoamericana*, 7.
- Lejealle, F. (2018). Limaco o babosa de cereales, decoras, descripción, daños y control integral. *AgroEs*. Recuperado de <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/trigo/1250-limaco-o-babosa-de-cereales-deroceras-descripcion-danos-y-control-integrado>
- León, I. (2020). Evaluación de ocho productos para el control de (*Tribolium castaneum*) y (*Sitotroga cerealella*) en granos almacenados de arroz. [Tesis de pregrado, Universidad de los Llanos] Recuperado de <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/2853>
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- Llunitaxi, A. (2024). Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) bajo las condiciones agroclimáticas de la estación experimental Santa Catalina - Iniap. [Tesis de pregrado, UTC] Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/12136/1/PC-003269.pdf>
- MAG. (2020). Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado de https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Resumen-Ejecutivo-Diagn%C3%B3sticos-Territoriales-del-Sector_Agro_14-08-2020-1_compressed.pdf
- MAG. (2021). Agricultores carchenses reviven la producción del trigo nacional. Recuperado de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/agricultores-carchi-produccion-trigo-sierra.html>
- MAG. (2023). Industria importa el 99 % del trigo para cubrir la demanda interna, consumo per cápita de los ecuatorianos ronda los 39 kg. El universo.

- Recuperado de <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/industria-importa-el-99-del-trigo-para-cubrir-la-demanda-interna-consumo-per-capita-de-los-ecuatorianos-ronda-los-39-kg-nota/>
- Marchisone, F. (2023). Análisis multiambiental regional de la productividad del trigo (*Triticum aestivum* L.), estabilidad y adaptabilidad según su madurez relativa. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/547225>
- Martinez, V. (2019). Características del trigo. In *Botanical-online*.
- Masabanda, E. (2023). Evaluación de un biofertilizante a base de bacillus subtilis+ pseudomonas fluorescens en dos variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.), en dos tiempos de aplicación y con el uso de materia orgánica, bajo invernadero en la estación experimental. [Tesis de pregrado, UTC] Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10676>
- Matuska, J., Wodecka, B., & Kaca, W. (2023). Characterization of *Steinernema feltiae* (*Rhabditida: Steinernematidae*) Isolates in terms of efficacy against cereal ground beetle zabrus tenebrioides (Coleoptera: Carabidae): Morphometry and Principal Component Analysis. *Insects*, 150.
- Monar, C. (2007). Nueva variedad precoz de trigo harinero para la Provincia Bolívar Boletín Técnico N 001.
- Noriega, P. (2020). Roya parda. *Instituto Tecnológico Agrario*. Recuperado de <https://plagas.itacyl.es/roya-parda>
- Noroña, L. (2018). Cinética de secado de cereales provenientes de la región centro del Ecuador. [Tesis de pregrado, UTA] Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/28372>
- Ordóñez, A., & Idrovo, J. (2021). La quinua como patrimonio cultural en la gastronomía de la comunidad de Quilloac en Cañar, Ecuador. R *Turismo, Patrimonio y Desarrollo*, (13).
- Pazán, C., Cáceres, S., & Calle, C. (2023). Moderna Alimentos fomenta la producción de trigo nacional a través de la compra de mas de 1.400 toneladas en 2023. In *Periodismo Digital*.
- Pila, S., Poveda, C., & Padilla, M. (2024). Evaluación de propiedades reológicas y contenido de gluten en variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) cosechadas en Quito, Ecuador. *Revista Colombiana de Investigaciones*

Agroindustriales, 1-12. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9425555>

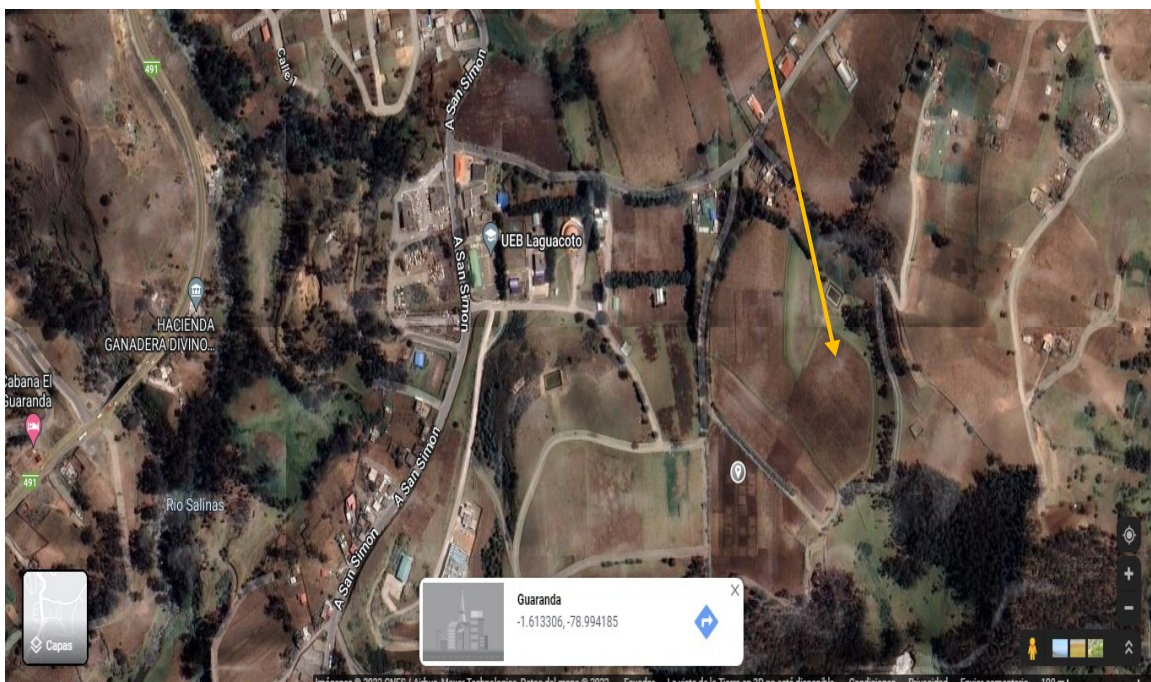
- Pinchao, O. (2023). Evaluación de líneas diferenciales para roya (*Puccinia spp.*) en el cultivo de avena, trigo y cebada, en La Granja Experimental La Pradera-Imbabura. [Tesis de pregrado, UTN]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15116>
- Pogo, A. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021–2022. [Tesis de pregrado, UTC]. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9479>
- Ponce, et al. (2019). Parámetros de evaluación y selección en cereales. Quito, Ecuador: Estación experimental Santa Catalina.
- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., Campaña, D., Nieto, M., Asaquibay, C., & Yumisaca, F. (2020). Desarrollo de técnicas de cultivo para la producción sostenible de trigo y cebada con prácticas de conservación del suelo en la sierra del Ecuador año 2020. *En cereales*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5973/1/ACTIVIDADES%20DE%20INVESTIGACION%20EN%20CEREALES%20A%20%91O%202020%20impresa.pdf#page=9>
- Ponce, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2022). Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana. *INIAP-FIASA*. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6016>
- Pozo, J. (2024). Evaluación agronómica de 18 variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del Iniap, en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura. [Tesis de pregrado, UTN] Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/15586>
- Quinga, J. (2023). Diseño y simulación de un silo cilindro fabricado en acero estructural para almacenamiento y descarga de harina de trigo con capacidad de 110 toneladas. [Tesis de pregrado, UPS]. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24925>

- Ramírez, E. (2022). Control Químico pre-emergente de malezas en el cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) en el Ecuador. [Tesis de pregrado, UTB] Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13271>
- Rébola. (2023). La importancia de cada parte del grano de trigo. In *Slow Baking-anishop*.
- Roca, K. (2020). Efecto de tierra de diatomeas en el control de gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) en las zonas de Buena Fe, Quevedo y Mocache. [Tesis de pregrado, UTEQ] Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6032>
- Rodríguez, M., González, M., Huerta, J., & Solano, S. (2021). Evaluación de fungicidas contra roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *hordei*) en seis variedades de cebada. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(3), 414-434.
- Rodríguez, M., Rojas, R., Huerta, J., Villaseñor, H., Zavaleta, E., Sandoval, J., & Crossa, J. (2019). Genética de la resistencia a roya amarilla causada por *Puccinia striiformis* f. en tres genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.). *Revista fitotecnia mexicana. Revista fitotecnia mexicana*, 42(1), 31-38.
- Romero, B. (2022). Evaluación de la resistencia de seis variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) a tres cepas de *Fusarium* spp. [Tesis de pregrado, UCUENCA] Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/40446/1/Trabajo-de-Titulaci%C3%B3n.pdf>
- Sotaminga, J. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP, sector Querochaca [Tesis de pregrado, UTA] Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/39759>
- Syngenta. (2020). Rincosporiosis de la cebada. Detección, Daños y Tratamiento. Recuperado de <https://blog.syngenta.es/rincosporiosis-de-la-cebada-deteccion-danos-y-tratamiento/>
- Toledo, R. (2020). Presentación didáctica de la clave de seguimiento fenológico de Trigo. Recuperado de [https://ansenuza.ffyh.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086.1/1372/TRIGO%20-%20Clave%20de%20Zadocks%20et%20al.,%20\(1974\).pdf?sequence=1](https://ansenuza.ffyh.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086.1/1372/TRIGO%20-%20Clave%20de%20Zadocks%20et%20al.,%20(1974).pdf?sequence=1)

Torres, A. (2023). Evaluación de MOBs aplicados al cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) para determinar su efectividad en el crecimiento. [Tesis de pregrado, UPS] Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24954>

ANEXOS

Anexo 1 Ubicación del experimento



Anexo 2 Croquis del ensayo

Trigos duros
 Trigos harineros

1 A-01 R1	10 A-03 R2	11 A (02) R3	5 INIAP-IMB.2014 R1	6 H-01-UEB R2	15 TA-20-003 R3
2 A-02 R1	9 A-04 R2	12 UEB-CAR R3	4 TA-20-003 R1	7 TA-18-008 R2	14 H-01-UEB R3
3 A-03 R1	8 A-01 R2	13 A-04 R3	3 TA-18-008 R1	8 INIAP-IMB.2014 R2	13 H-04-UEB R3
4 A-04 R1	7 A-02 R2	14 A-03 R3	2 H-04-UEB R1	9 TA-20-003 R3	12 TS-18-008 R3
5 UEB-CAR R1	6 UEB-CAR R2	15 A-01 R3	1 H-01-UEB R1	10 H-04-UEB R3	11 INIAP-IMB.2014 R3

Anexo 3 Base de datos de accesiones de trigo duro y harinero

N o · U E	Bl oq ue	V a r.	Trat ami ento	Em erg _%	V ig o r	H ab it o	Es pig _d _i _a	Alt _pl _c _m	Ti p _paj _a	Dia _cos _echa	Re nd _K _g _h _a	PH _k _g,h _l	Ti p _gra _n	Sev _M _F_T _3	SEV _PT _T3	SEV _FU _S_T _3	B Y D V
1	1	1	A-01	60,00	3	2	74	82,8	3	147	4261,84	77,9	2	66,954	0	43,9	0
2	1	2	A-02	80,00	1	2	74	85	3	147	4706,97	75,32	1	71,1815	0	61,8	0
3	1	3	A-03	80,00	1	2	74	78,4	2	147	3784,77	78,8	1	68,3595	0	45,1	0
4	1	4	A-04	60,00	4	2	74	81,4	2	147	3226,43	76,26	1	77,0805	0	18,2	0
5	1	5	UE B- CA R	90,00	1	2	74	77,2	2	147	3976,04	78,84	2	87,763	0	71,95	0
6	2	5	UE B- CA R	80,00	2	1	74	73,3	2	147	3494,86	77,97	2	80,175	0	73,55	0
7	2	2	A-02	80,00	2	1	74	79,4	3	147	4215,68	71,91	1	74,5205	0	75	0
8	2	1	A-01	80,00	4	2	74	84,7	2	147	4309,26	77,44	2	63,573	0	36,25	0
9	2	4	A-04	90,00	3	1	74	72,9	2	147	3570,26	75,23	1	78,887	0	58,05	0
10	2	3	A-03	60,00	4	2	74	72,9	1	147	3470,17	80,95	1	54,61	0	12,9	0
11	3	1	A-02	80,00	3	2	74	73,4	2	147	4217,78	76,7	1	58,9155	0	40,45	0
12	3	2	UE B- CA R	90,00	1	1	74	74,6	3	147	4064,08	79,44	2	89,5605	0	70	0
13	3	5	A-04	80,00	3	2	74	70,7	2	147	2841,87	74,61	1	74,0725	0	24,85	0
14	3	2	A-03	90,00	2	2	74	73	3	147	3717,10	78,97	1	78,5745	0	74,65	0
15	3	4	A-01	90,00	1	2	74	80,1	3	147	5083,74	75,65	2	82,859	0	66,8	0
1	1	1	H-01- UEB	90,00	1,00	1,00	81,00	90,70	3,00	147,00	3798,02	76,67	2,00	72,988	11,25	55,7	0
2	1	2	H-04- UEB	80,00	1,00	1,00	81,00	112,30	2,00	147,00	5626,87	74,56	1,00	19,92	0	52,5	0
3	1	3	TA-18- 008	60,00	3,00	2,00	81,00	90,60	2,00	147,00	2624,18	72,16	1,00	78,3475	8,25	47,25	0
4	1	4	TA-20- 003	90,00	1,00	2,00	81,00	83,70	2,00	147,00	4909,77	76,33	1,00	68,387	0	55,3	0

5	1	5	INI AP- IMB .201 4	80, 00	4, 0 0	2, 00	81, 00	73, 10	1,0 0	147, 00	197 6,0 6	63, 00	2,0 0	74, 706 5	6,2 5	41,4 5	0
6	2	1	H- 01- UEB	80, 00	3, 0 0	2, 00	81, 00	80, 00	1,0 0	147, 00	279 4,1 4	76, 21	2,0 0	58, 633	8	34,0 5	0
7	2	3	TA- 18- 008	80, 00	2, 0 0	2, 00	81, 00	83, 30	2,0 0	147, 00	307 0,9 5	74, 40	1,0 0	82, 871	3,7 5	50,7 5	0
8	2	5	INI AP- IMB .201 4	80, 00	3, 0 0	2, 00	81, 00	77, 50	1,0 0	147, 00	251 6,9 1	78, 91	2,0 0	56, 962 5	5,7 5	37,9	0
9	2	2	TA- 20- 003	80, 00	2, 0 0	2, 00	81, 00	92, 30	2,0 0	147, 00	440 3,1 7	76, 70	1,0 0	48, 516	0	46,8	0
1 0	2	4	H- 04- UEB	90, 00	1, 0 0	1, 00	81, 00	115 ,50	2,0 0	147, 00	719 4,5 1	71, 07	1,0 0	20, 623 5	0	46,1 5	0
1 1	3	5	INI AP- IMB .201 4	90, 00	1, 0 0	2, 00	81, 00	78, 60	2,0 0	147, 00	267 0,9 0	78, 77	2,0 0	76, 747	13, 75	41,8	0
1 2	3	2	TA- 18- 008	60, 00	3, 0 0	2, 00	81, 00	87, 90	2,0 0	147, 00	307 8,7 3	74, 02	1,0 0	80, 232	9	51,1 5	0
1 3	3	1	H- 04- UEB	80, 00	3, 0 0	2, 00	81, 00	106 ,10	1,0 0	147, 00	546 4,8 1	70, 87	1,0 0	22, 342	0	26,7 5	0
1 4	3	4	H- 01- UEB	80, 00	4, 0 0	3, 00	81, 00	78, 80	1,0 0	147, 00	259 4,2 0	77, 04	2,0 0	55, 313	9,5	18,5 5	0
1 5	3	3	TA- 20- 003	80, 00	2, 0 0	2, 00	81, 00	83, 90	2,0 0	147, 00	333 7,5 9	76, 28	1,0 0	65, 079	0	36,2 5	0

Anexo 4 Evidencias de manejo de campo

Preparación del terreno



Nivelación del terreno



Trazado de parcela



Selección de la Semilla



Selección de la Semilla



Evaluación de variables agronómicas (% de emergencia, vigor y hábito de crecimiento)



Fertilización



Fertilización



Riego



Primera evaluación de manchas foliares



Identificación de parcelas



Evaluación de roya



Registro de datos



Evaluación de fusarium



Altura de planta



Cosecha de tratamientos



Trilla y almacenamiento



Registro de variables de post cosecha



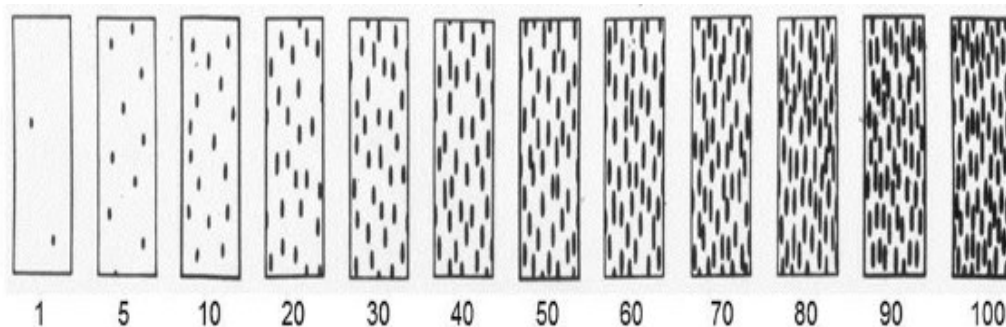
Visita de tribunal

Anexo 5 Escala para toma de datos

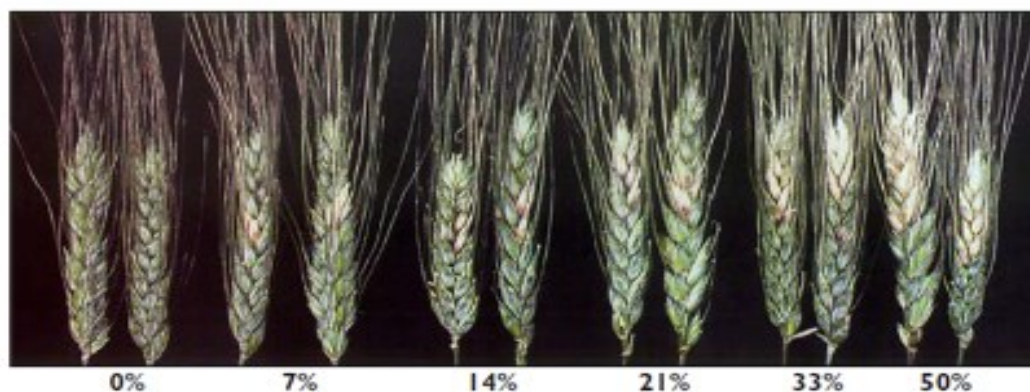
Escala para severidad manchas foliares.

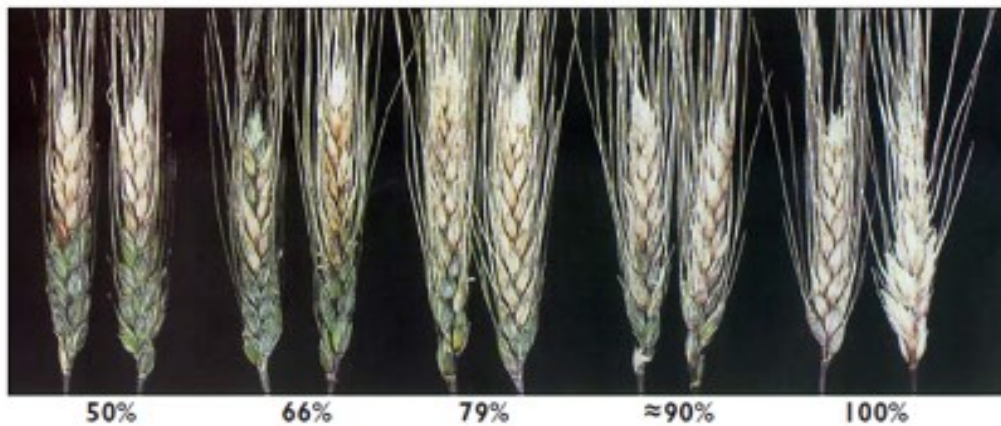
Grado	Porcentaje de enfermedad	Porcentaje de Salud	Grado fórmula (%)
0	0	100	1,17
1	0-3	97-100	2,34
2	3-6	94-97	4,68
3	6-12	88-94	9,37
4	12-25	75-88	18,75
5	25-50	50-75	37,50
6	50-75	25-50	62,50
7	75-88	12-25	81,25
8	88-94	6-12	90,63
9	94-97	3-6	95,31
10	97-100	0-3	97,66
11	100	0	98,62

Escala para determinar la severidad en royas.



Escala para determinar la Severidad en Fusarium.





Escala para determinar el grado de daño por virosis.

GRADO	SIGNIFICADO
1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
3	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.
4	Amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo.
5	Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo.
6	Amarillamiento severo, espigas pequeñas; enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
7	Amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
8	Amarillamiento casi completo, de todas las hojas; enanismo; macollamiento reducido en apariencia (presencia de rosetas); tamaño reducido de las espigas con alguna esterilidad.
9	Enanismo severo; amarillamiento completo, espigas escasas; considerable esterilidad; madurez acelerada o secamiento de la planta antes de la madurez normal.

Anexo 6 Glosario de términos técnicos

Adaptabilidad: Capacidad de una planta para desarrollarse y producir en diferentes condiciones ambientales. Las variedades de trigo evaluadas en este estudio se seleccionan por su adaptabilidad a diversas altitudes y climas.

Almidón: Polisacárido presente en el endospermo del grano de trigo, utilizado como fuente de energía durante la germinación y el crecimiento de la planta. Se estudia el contenido de almidón en los granos de las diferentes variedades de trigo.

Bioestimulantes: Sustancias que promueven el crecimiento, la salud y la resistencia de las plantas, aplicadas como complemento a los fertilizantes convencionales. Se investiga el efecto de los bioestimulantes en el rendimiento y la calidad del trigo.

Ciclo vegetativo: Periodo desde la germinación hasta la madurez de una planta. Se menciona el ciclo vegetativo de las variedades de trigo para indicar la duración de su crecimiento y desarrollo.

Conductividad eléctrica del suelo: Medida de la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica, relacionada con su contenido de sales y nutrientes disueltos. Se analiza la conductividad eléctrica del suelo como indicador de su calidad y fertilidad para el cultivo de trigo.

Espiga: Estructura floral del trigo donde se encuentran los granos. Se describe la formación y características de la espiga en las variedades evaluadas en el estudio.

Estrés hídrico: Situación en la que las plantas experimentan una deficiencia de agua que afecta su crecimiento y desarrollo. Se estudia el efecto del estrés hídrico en las variedades de trigo para evaluar su tolerancia.

Fertilización: Proceso de aplicación de nutrientes al suelo para mejorar la productividad de los cultivos. Se menciona la fertilización como una práctica de manejo importante para obtener buenos rendimientos de trigo.

Fitomejoramiento: Proceso de selección y cruzamiento de plantas para obtener características deseables. Se menciona el fitomejoramiento como la base para el desarrollo de nuevas variedades de trigo.

Floración: Proceso en el cual las plantas de trigo desarrollan sus flores, paso previo a la formación de los granos. Se estudia el tiempo de floración de las variedades de trigo en relación con su adaptación a diferentes condiciones ambientales.

Fotosíntesis: Proceso mediante el cual las plantas producen azúcares a partir de la energía solar, dióxido de carbono y agua. Se estudia la eficiencia fotosintética de las variedades de trigo en diferentes condiciones ambientales.

Fusarium: Género de hongos patógenos que afectan a las plantas y que se transmite en el suelo, puede causar marchitez, amarillamiento y muerte en las plantas.

Genotipo: Conjunto de genes de un organismo. Se estudian diferentes genotipos de trigo para identificar variedades con características agronómicas deseables.

Germinación: Proceso mediante el cual una semilla comienza a desarrollarse y a crecer. Se menciona la germinación como parte del ciclo de vida del trigo.

Heterosis: Fenómeno por el cual la descendencia resultante del cruce entre dos variedades diferentes muestra un rendimiento superior al de los progenitores. Se evalúa el efecto de la heterosis en el rendimiento de las nuevas variedades de trigo.

Índice de área foliar: Relación entre la superficie total de las hojas de una planta y su área terrestre. Se mide el índice de área foliar como indicador del estado de desarrollo y la salud de los cultivos de trigo.

Inoculación: Proceso de introducción controlada de microorganismos beneficiosos en el suelo o en las semillas para mejorar la fertilidad y la salud de las plantas. Se estudia el efecto de la inoculación con bacterias fijadoras de nitrógeno en el crecimiento del trigo.

Macronutrientes: Elementos químicos requeridos por las plantas en grandes cantidades para su crecimiento y desarrollo. Se estudia la disponibilidad de macronutrientes en el suelo y su influencia en el rendimiento del trigo.

Micorrizas: Asociaciones simbióticas entre las raíces de las plantas y hongos del suelo, que mejoran la absorción de nutrientes, especialmente fósforo. Se investiga el papel de las micorrizas en la nutrición y el crecimiento del trigo.

Paniculado: Inflorescencia en forma de panícula, característica de ciertas variedades de trigo. Se describen las características del paniculado en las variedades evaluadas en el estudio.

Ploidía: Número de juegos completos de cromosomas en una célula. Se estudia la ploidía de las variedades de trigo y su relación con el vigor, la productividad y la adaptabilidad.

Rizosfera: Zona del suelo que rodea las raíces de las plantas y que está influenciada por su actividad. Se investiga la composición microbiológica de la rizosfera en los cultivos de trigo.

Tillering: Proceso de formación de tallos laterales o macollos en la base de la planta de trigo. Se estudia el efecto del macollamiento en la densidad de plantas y el rendimiento del cultivo.

Tolerancia: Capacidad de una planta para sobrevivir y crecer en condiciones adversas, como sequía, salinidad o altas temperaturas. Se evalúa la tolerancia de las variedades de trigo a diversos factores ambientales para seleccionar las más resistentes y productivas.

Trigo duro: Es una variedad de trigo conocida por sus granos de color ámbar, alto contenido de proteínas y gluten, que lo hacen ideal para la producción de pastas de alta calidad, como espaguetis y macarrones, así como sémola para cuscús y panes tradicionales. Este tipo de trigo se cultiva principalmente en regiones de climas secos y cálidos, ya que es más resistente a la sequía en comparación con otras variedades de trigo.

Trigo harinero: también conocido como trigo blando, es la variedad más comúnmente cultivada a nivel mundial. Se caracteriza por su bajo contenido de proteínas y gluten, lo que lo hace perfecto para la elaboración de productos de panadería como pan, pasteles, galletas y otros productos de repostería. Este tipo de trigo se adapta a una amplia variedad de climas y suelos, lo que contribuye a su extensiva producción global.

Vigor híbrido: Capacidad de las plantas híbridas para germinar y desarrollarse rápidamente, mostrando un crecimiento vigoroso. Se evalúa el vigor híbrido en las nuevas variedades de trigo obtenidas mediante cruzamientos.