



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* spp.) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DE SANTA ROSA- TUNGURAHUA.

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.

Autor:

Freddy Darío Caiza Yanchaliquin.

Tutor:

Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

Guaranda – Ecuador

2024


VALORACIÓN AGRONÓMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO (*Triticum*
spp.) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA EN LA ZONA
AGROECOLÓGICA DE SANTA ROSA- TUNGURAHUA

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

TUTOR



Dra. Andrea Román Ramos.

DOCENTE LECTOR



Ing. Nelson Monar Gavilanez Mg.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Freddy Darío Caiza Yanchaliquin, con cédula de identidad número 0250343043, declaro 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 correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa vigente.

.....
Freddy Darío Caiza Yanchaliquin

AUTOR

Cl. 0250343043



.....
Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

TUTOR

Cl. 0201600327



Doctora MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N°20240201004P00567

DECLARACIÓN JURAMENTADA
OTORGA:
FREDDY DARIO CAIZA YANCHALIQUIN
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 2 COPIAS

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy miércoles a los diecisiete días del mes de julio del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSC. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, el señor **FREDDY DARIO CAIZA YANCHALIQUIN**, de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiante, domiciliado en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con celular número cero nueve nueve nueve siete uno siete nueve cuatro ocho; y, con correo electrónico freddycai.29@gmail.com, hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, en base a los cuales obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura, a petición del compareciente se incorpora los documentos personales como son la cedula de ciudadanía y certificado de votación. Advertido el compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, instruido por mí de la obligación que tiene que decir la verdad con claridad y exactitud; y advertido sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio me solicita se recepte su declaración juramentada: Yo, **FREDDY DARIO CAIZA YANCHALIQUIN**, de estado civil soltero, declaro bajo juramento que: Los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado: **VALORACIÓN AGRÓNOMICA DE DIEZ ACCESIONES DE TRIGO (*Triticum spp.*) HARINERO Y DURO, PARA EL PROYECTO UEB-FIASA EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DE SANTA ROSA – TUNGURAHUA** “. Autorizo a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de lo que contiene la obra, con fines estrictamente académicos o de investigación expuestos en el mismo. En el 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, Recurso Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere; y, leída que le fue al compareciente íntegramente por mí la Notaria, aquel se afirma y ratifica en la aceptación de todo su contenido y firma junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe. -----


SR. FREDDY DARIO CAIZA YANCHALIQUIN.

C.C. 0950343043


DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION.
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA.



NOMBRE DEL TRABAJO

**CAIZA_FREDDY_PROYECTO_FINAL_TRIG
O.pdf**

AUTOR

Freddy Darío Caiza Yanchaliquin

RECUENTO DE PALABRAS

18456 Words

RECUENTO DE CARACTERES

103847 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

94 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

4.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 15, 2024 9:20 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 15, 2024 9:21 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref



0201600327

DEDICATORIA

A, Dios, el creador de todas las cosas, el que siempre me dio la fuerzas para continuar, mostrándome que su tiempo siempre es el más perfecto, por fortalecer mi corazón, e iluminar mi mente y camino.

A mi querido padre Segundo Félix Caiza Yanchaliquin, por su apoyo incondicional, por enseñarme con ejemplo a luchar y trabajar duro para cumplir con los objetivos propuestos.

A mi querida madre María Juana Yanchaliquin Yanchaliquin, por darme la vida, por su amor infinito que día a día llena de amor nuestra familia, por tenerme paciencia, por todas sus oraciones y porque gracias a ella sigo cumpliendo mis metas.

A mis hermanas y hermanos por ser mis compañeros de vida y siempre brindarme sus ánimos y comprensión.

A mi hermana María Olga Caiza Yanchaliquin, por ser como mi segunda madre y enseñarme que todo se puede, que a pesar de las dificultades siempre habrá luz.

Todo esfuerzo tiene su recompensa y siempre estaré agradecido con ellos, porque cada esfuerzo que hicieron por mí para que esto sea posible se los recompensare hasta el último momento.

Freddy

AGRADECIMIENTO

Con profunda gratitud y amor, agradezco este logro a mis padres por su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor incondicional, han sido luz que me ha guiado a lo largo de este camino académico. Cada éxito que alcanzo es también suyo, ya que su constante aliento y ejemplo han sido mi mayor inspiración.

Gracias por ser mis pilares en los momentos más desafiantes y por celebrar conmigo cada triunfo. Este logro lleva su nombre y dedicación y es en honor a ustedes que continúo esforzándome por alcanzar mis metas.

A la Universidad Estatal de Bolívar y la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por albergarme en sus aulas durante este tiempo y por llenarme de conocimiento para convertirme en un profesional. A mi director de tesis, Ing. David Rodrigo Silva García, por su invaluable orientación y paciencia, agradezco también a los docentes, cuyas enseñanzas y consejos me han proporcionado las herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto. A los técnicos quienes forman parte del Proyecto UEB FIASA, por permitirme formar parte del equipo durante el proceso de investigación.

A mis compañeros de estudios, por su amistad y colaboración.

Freddy

ÍNDICE DE CONTENIDOS

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	6
2.2. Clasificación Taxonómica.....	7
2.3. Descripción botánica	7
2.3.1 Morfología	7
2.4. Características Botánicas.....	7
2.4.1 Raíz	7
2.4.2. Tallo	7
2.4.3. Hojas	8
2.4.4. Inflorescencia	8
2.4.5. Flores.....	8
2.4.6. Fruto.....	8
2.5. Ciclo del cultivo	9
2.5.1. Germinación del trigo.....	9
2.5.2. Ahijamiento.....	9
2.5.3. Encañado.....	10
2.5.4. Espigado.....	10
2.5.5. Maduración	10
2.6. Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.6.1 Suelo	10
2.6.2. Altitud	10
2.6.3. Precipitación.....	11

2.6.4. Temperatura	11
2.6.5 pH.....	11
2.7. Manejo agronómico del cultivo.....	11
2.7.1. Selección del predio	11
2.7.2. Preparación del suelo.....	12
2.7.3. Desinfección de semilla.....	12
2.7.4. Siembra	12
2.7.5. Densidad de siembra	12
2.7.6. Riego.....	13
2.7.7. Fertilización	13
2.7.8. Control de maleza.....	13
2.7.9. Cosecha y Trilla	14
2.8. Labores de postcosecha	14
2.8.1. Secado de grano	14
2.8.2. Limpieza y clasificación.....	14
2.8.3. Ensacado e identificación de la semilla	15
2.9. Almacenamiento	15
2.10. Principales enfermedades del trigo en Ecuador	15
2.10.1. Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	15
2.10.2. Roya de la hoja (<i>Puccinia Triticina</i>).....	16
2.10.3. Roya del tallo (<i>Puccinia graminis</i>).....	16
2.10.4. Fusariosis (<i>Fusarium</i> spp.)	17
2.10.5. Virus del enanismo amarillo (Barley yellow dwarf virus – BYDV)	17
2.10.6. Carbón (<i>Ustilago</i> spp.)	17
2.11. Plagas.....	18
2.11.1 Pulgones (<i>Aphididae</i>)	18
2.11.2. Gusanos Blancos (<i>Diloboderus abderus</i>)	18
2.11.3. Mosquita blanca del trigo (<i>Bemisia tabaci</i>)	19
• Ciclo de vida	19
• Método de control	19
2.11.4. Trips (<i>Haplothrips tritici</i>).....	19
• Medidas preventivas.....	20
• Uso de productos fitosanitarios	20
2.12. Clasificación del trigo	20

2.13. Variedades del trigo	21
2.13.1 Líneas promisorias	21
2.13.2. Variedades mejoradas.....	21
2.14.1. Variedad INIAP- Imbabura	21
2.14.2. Variedad UEB- Carnavalero.....	22
CAPÍTULO III.....	24
3. MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 Ubicación de la investigación.....	24
• Localización de la investigación.....	24
• Situación geográfica y edafoclimática.....	24
• Zona de vida.....	24
3.2. Metodología	24
3.2.1. Material experimental.....	24
3.2.2. Factores en estudio	24
3.2.3. Tratamientos.....	25
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico	25
3.2.5 Manejo del experimento en campo.....	26
• Selección del terreno	26
• Preparación del suelo	26
• Nivelación del terreno	26
• Trazado de parcela	26
• Siembra	26
• Riegos	27
• Control de maleza.....	27
• Fertilización	27
• Cosecha	27
• Trilla.....	27
• Secado.....	27
• Aventado	27
• Almacenado	28
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuestas)	28
• Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)	28
• Vigor de la planta (VP)	28
• Severidad a manchas foliares (SVMF).....	29

• Severidad a enfermedades.....	29
• Severidad a <i>Fusarium</i> spp.	29
• Virus de enanismo amarillo del trigo (VYDV).....	29
• Altura de planta (AP).....	29
• Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).....	30
• Días a la cosecha (DC)	30
• Longitud de la espiga (LE)	30
• Número de granos por espiga (NGE)	30
• Tipo de paja (TP)	30
• Tipo de grano (TG)	30
• Rendimiento (R).....	31
• Peso Hectolítrico (PH).....	31
3.2.7. Análisis de datos	31
CAPÍTULO IV	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1.2. Trigo Duro	32
4.1.2.1. Variables morfológicas de líneas de trigo duro	33
4.1.2.2. Variables agronómicas de líneas de trigo duro.....	35
4.1.3. Trigo Harinero	39
4.1.3.1. Variables morfológicas de líneas trigo harinero	40
4.1.3.2. Variables agronómicas de líneas de trigo harinero	41
4.1.4. Análisis de correlación y regresión lineal para líneas de trigo duro y harinero	48
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	49
CAPÍTULO V	50
5.1. CONCLUSIONES	50
5.2. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de las accesiones de trigo duro.	32
2	Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de las accesiones de trigo harinero.	39
3	Resultados del análisis de correlación y regresión lineal para las accesiones de trigo duro y harinero.	48

ÍNDICE DE FIGURAS

N °	Detalle	Pag.
1	Análisis de frecuencia para el tipo de paja (TP), en cinco accesiones de trigo duro (**).	33
2	Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de trigo duro (**).	34
3	Respuesta estadística para los días al espigamiento (DE) en las accesiones de trigo duro (**).	35
4	Respuesta estadística para los días a la cosecha (DC) de las accesiones de trigo duro (**).	36
5	Respuesta estadística para la longitud de la espiga (LE) de las accesiones de trigo duro (**).	37
6	Respuesta estadística para el rendimiento (R), de las accesiones de trigo duro (**).	38
7	Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de trigo harinero.	40
8	Respuesta estadística para los días al espigamiento (DE) de las accesiones de trigo harinero (**).	41
9	Respuesta estadística para la severidad de <i>Puccinia triticina</i> (SVPT), de las accesiones de trigo harinero (**).	42
10	Respuesta estadística para la severidad de <i>Fusarium</i> (SVFU) de las accesiones de trigo harinero (**).	43
11	Respuesta estadística para los días a la cosecha (DC) de las accesiones de trigo harinero (**).	44
12	Respuesta estadística para número de granos por espiga (NGE) de las accesiones de trigo harinero (**).	45
13	Respuesta estadística para el rendimiento (R), de las accesiones de trigo harinero (**).	46
14	Respuesta estadística para el peso hectolítrico (PH), de las accesiones de trigo harinero (**).	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

Anexo 2. Croquis del ensayo

Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Anexo 4. Fotografías

Anexo 5. Escalas para severidad a manchas foliares y enfermedades

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El trigo, es de los cereales más importantes en el mundo, su producción a nivel global es muy dispersa. La productividad de trigo en la provincia Tungurahua, presenta una fuerte presión por los efectos del cambio climático en el agro ecosistema, incidiendo en la baja productividad y rentabilidad de este cultivo, por este motivo el presente trabajo de investigación se estableció para valorar agrónomicamente diez accesiones de trigo harinero y duro, para el proyecto UEB-FIASA. 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 diferentes accesiones de trigo. iii) Evaluar la adaptación de las diferentes accesiones de trigo, en base a su rendimiento. Los tratamientos en estudio fueron las accesiones de trigo duro y harinero del proyecto UEB-FIASA. El diseño del experimento fue de bloques completo al azar (DBCA) con tres repeticiones. Los análisis realizados fueron varianza, prueba de Tukey al 5%, además, un análisis de correlación y regresión lineal simple. Las variables agronómicas que fueron altamente significativas en el trigo duro fueron: días al espigamiento (DE), días a la cosecha (DC), longitud de la espiga (LE) mientras que para el trigo harinero fueron: días al espigamiento (DE), días a la cosecha (DC), rendimiento (R), peso hectolítrico (PH) y número de granos por espiga (NGE). Los resultados demostraron que en las cinco accesiones de trigo harinero fueron altamente significativas para la severidad de roya (SVPT) y (SVFU) presentando que las accesiones H-04-UEB y la variedad INIAP-IMBABURA 2014 con una menor severidad, lo que indica que cuentan con cierta resistencia al ataque de estas enfermedades, estas mismas accesiones presentan un rendimiento entre 3017.2 a 2363.3 kg ha⁻¹ respectivamente, siendo las mejores en la zona agroecológica en estudio, mientras que para el trigo duro, la línea A-02 fue la de mejor respuesta productiva con 2521.9 kg ha⁻¹ considerando la época de siembra y las condiciones climáticas del sector en estudio.

Palabras claves: accesiones, rentabilidad, rendimiento, severidad

SUMMARY

Wheat is of the most important cereals in the world, its global production is very dispersed. Wheat productivity in the Tungurahua province is under strong pressure due to the effects of climate change on the Agroecosystem, influencing the low productivity and profitability of this crop. For this reason, this research work was established to agronomically evaluate ten accessions. Of bread and durum wheat, for the UEB-FIASA project. The objectives of this study were: i) Characterize the agronomic components of bread and durum wheat accessions. ii) Determine the severity of diseases in different wheat accessions. iii) Evaluate the adaptation of different wheat accessions, based on their performance. The treatments under study were durum and bread wheat accessions from the UEB-FIASA project. The experimental design was a randomized complete block design (DBCAs) with three repetitions. The analyzes carried out were variance, Tukey's test at 5%, in addition, a correlation analysis and simple linear regression. The agronomic variables that were significant in durum wheat were: days to heading (DE), days to harvest (DC), spike length (LE) while for bread wheat they were: days to heading (DE), days at harvest (DC), yield (R), hectoliter weight (PH) and number of grains per spike (NGE). The results showed that the five bread wheat accessions were highly significant for rust severity (SVPT) and (SVFU), showing that the H-04-UEB accessions and the INIAP-IMBABURA 2014 variety had a lower severity, which indicates that have a certain resistance to the attack of these diseases, these same accessions present a yield between 3017.2 to 2363.3 kg ha⁻¹ respectively, being the best in the agroecological zone under study, while for durum wheat, line A- 02 was the one with the best productive response with 2521.9 kg ha⁻¹ considering the planting time and the climatic conditions of the sector under study.

Key words: accessions, profitability, performance, severity

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Los granos básicos son alimentos muy indispensables e influye en la dieta diaria de las personas a nivel mundial debido a sus aportaciones de nutrientes, dentro de los cereales más importantes se encuentra el, maíz, frijol, trigo y arroz, durante los años 2020 y 2021, la producción mundial de trigo fue de 775 millones de tm, históricamente siendo China el país con mayor producción anual representando aproximadamente el 17% del total, seguido de la India y Rusia (Almaraz, 2022).

El trigo, unos de los cereales más importantes en el mundo, su producción a nivel mundial es muy disperso, China posee una extensión de 137 millones de tm, seguido por la India que produce 107 millones de tm, Rusia 85 millones de tm y EEUU compuesta por una producción de 49 millones de tm. En el mundo se produce distintas variedades, sin embargo, el más común y conocido es el trigo harinero, se estima que más del 80% de esta variedad es utilizada en la elaboración de pan y pastas para el consumo humano (YARA, 2022).

En Ecuador, la producción de trigo es de 10898 tm, en la serranía del Ecuador es muy importante, ya que su demandada es parte de la canasta básica para pequeños productores de la región (MAGAP, 2022).

En el año 2021, Carchi cultivó 2976 hectáreas, es una provincia que lidera la producción de trigo en el país. Su distribución dispone entre los 2000 a 3000 msnm, Pichincha, Chimborazo y Bolívar llegan a tener una media de producción Nacional de 1.7 hectáreas, tomando en cuenta que el 70% de los agricultores cultivan superficies menores a 1 hectárea ya que el producto es destinado a la subsistencia de los sectores (Miño, 2022).

La provincia de Tungurahua cuenta con aproximadamente 1300 hectáreas destinadas al cultivo de trigo, expandido entre las zonas de: Ambato, Pelileo, Píllaro y Tisaleo (MAG, 2024).

La introducción de especies y variedades desarrolladas en una zona a otra, donde no se haya constituido un proceso de adaptación, su aplicación resulta muy

económica en términos de costo de la obtención de variedades, puesto que se utiliza material generado en otra zona, la Provincia Tungurahua dispone de las condiciones necesarias para la adaptación de nuevas variedades de trigo, la introducción utiliza como material genético a las variedades mejoradas o ecotipos que son cultivados con la intención de observar el comportamiento a la nueva zona (Miño, 2022).

El objetivo de la introducción de variedades de trigo en un ámbito nuevo, se considera como mejoramiento genético de plantas, su finalidad en primera instancia es la adaptación de cultivares, es un primer paso para obtener características de mayor rendimiento, mayor calidad comercial y nutritiva, fuerte resistencia a factores abióticos y bióticos adversos al cultivo (Camarena & Sevillano, 2017).

En la Parroquia Santa Rosa, la agricultura esta relaciona mayormente a la producción de frutales, la disponibilidad de producción de cereales se encuentra en pequeñas cantidades como, trigo, cebada, avena, maíz, en el año 2022, la zona mencionada obtuvo una producción mínima de 9 hectáreas de trigo, entre las zonas principales, el Quinche, Guantug Loma, Cuatro Esquinas, entre otros (Caiza, 2024).

1.2. PROBLEMA

En el Ecuador la población nacional consume gran cantidad de trigo que supera las 450000 tm por año, lo cual obliga a una producción elevada ante la gran demanda, aspecto que no se cubre debido a la baja actividad productiva, causadas por la falta de impulso y apoyo gubernamental, falta de recursos económicos, mercado justo y tecnología.

En la provincia Tungurahua uno de los problemas más importantes se enfoca en el cambio climático, la falta de visión económica por parte de los agricultores con referencia a cereales, sus causas son debidas a la falta de conocimientos acerca del cultivo y los nuevos germoplasmas de trigo y su manejo.

En la zona de Santa Rosa no se han generado procesos de introducción de nuevas variedades de cereales, debido a las costumbres agrícolas, y el desconocimiento por parte de productores en el ámbito de cereales menores.

Los factores que inciden en la baja productividad son la alta incidencia y severidad de plagas y enfermedades como las manchas foliares, royas y carbones, el uso de semillas no certificadas, tardías, recicladas y deficiencia en el manejo agronómico del cultivo.

Con la introducción de nuevas variedades, se impulsará en buscar y fortalecer la producción de trigo en la provincia, mediante la validación de nuevas variedades de trigo harinero y duro. Esta introducción permitirá a los agricultores, disponer de un material genético con alta capacidad productiva y a futuro convertirse en variedades con alcance de expansión local, regional y nacional.

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 de Santa Rosa-Tungurahua.

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

H₀: La respuesta agronómica del cultivo de trigo harinero y duro en la zona agroecológica de Santa Rosa- Tungurahua, no depende de la accesión.

H₁: La respuesta agronómica del cultivo de trigo harinero y duro en la zona agroecológica de Santa Rosa-Tungurahua, depende de la accesión.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

El cultivo de trigo ha tomado inicio hace unos 10.000 años, sus orígenes se han rastreado al sureste de Turquía, es una planta diploide que posee dos juegos de cromosomas. El trigo género *Triticum* ha experimentado un viaje épico por el tiempo y el espacio. La evolución del trigo se ha sido modelada mediante la selección artificial, desde las especies antiguas conocidas como la escaña (*T. monococcum*), farro (*T. dicoccum*) o espelta (*T. spelta*) hasta las especies modernas de trigo duro (*T. durum*) y trigo blando o panadero (*T. aestivum*) (Yara, 2023).

Los agricultores primerizos obtuvieron conocimientos para elegir las semillas con características deseables, como espigas más grandes y productivas o granos más voluminosos. Estos cambios aceleraron los cambios evolutivos respecto a los ritmos naturales. En América Latina fue introducida en la colonización inglesa en las tierras conquistadas, el trigo entra a América por los inmigrantes rusos que lo trajeron a Kansas, Estados Unidos en la década de 1870 (Icarito, 2022).

Al Ecuador el trigo fue introducido en la época de la colonia, en donde se constituyó la importancia difundida en la agricultura de la región Interandina. En 1956 la Comisión Nacional del Trigo realiza las primeras investigaciones, en donde generan las primeras variedades mejoradas. El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, se crea en 1962, es una institución encargada de generar y desarrollar nuevas variedades de trigo, mejoradas en rendimiento, adaptación y resistencia a enfermedades (Ponce & Garófalo, 2022).

2.2. Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Tribu: Triticeae

Género: *Triticum*

Especie: *aestivum* y *durum*

Nombre científico: *Triticum* spp.

Fuente: (Agronomía, 2018)

2.3. Descripción botánica

2.3.1 Morfología

El trigo es una planta perteneciente al género *Triticum*, familia de las gramíneas Poaceae, es una planta anual y monocotiledónea. Los trigos duros se clasifican botánicamente como *Triticum turgidum*, subespecie *durum*, y los harineros como *Triticum aestivum*, subespecie *vulgaris* (Martínez & Lara, 2018).

2.4. Características Botánicas

2.4.1 Raíz

El trigo (*Triticum* spp.) disponen de raíces fibrosas o fasciculadas que se forman mediante los primeros nudos de la base de los tallos, tienden a desarrollar en función de variables como textura del terreno, época de siembra, cantidad de lluvia y variedad (Perez, 2017).

2.4.2. Tallo

Al inicio de la etapa vegetativa, el tallo se encuentra en una masa de células que forma el estolón y es la yema axilar a partir de la cual se desarrolla los tallos hijos, mientras la vaina está presente, el tallo se alarga y tiene de 7 a 8 hojas envueltas a

lo largo de los entrenudos. En casi todas las variedades, el tallo inicialmente macizo se vuelve hueco, excepto los nudos que permanecen macizos (USDA, 2016).

2.4.3. Hojas

Son alternas, rectas, paralelas puntiagudas y miden de 15 a 25 cm de largo. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas, cada nudo da lugar a una hoja que consta de vaina y limbo (Agronomía, 2018).

2.4.4. Inflorescencia

Empieza una vez que termina el ahijamiento a elevarse en el tallo, al finalizar el desarrollo del tallo aparece la espiga envuelta en la última hoja, por lo general la espiga está compuesta de 15 a 25 espiguillas, presentadas alternativamente de izquierda y derecha en torno al raquis (Pistoni, 2021).

2.4.5. Flores

Cada flor está compuesta de tres estambres y dos estigmas plumoso que nacen directamente del ovario, en la base de las flores encuentran dos estructuras transparentes denominas lodículas o glumélulas, el trigo es una planta autógena (Rodríguez, 2018).

2.4.6. Fruto

Es un grano ovoide con una ranura en la parte ventral. El grano está protegido por el pericarpio y el endospermo contiene las sustancias de reserva. El pericarpio es la envoltura de la semilla, su estructura se divide en epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Las funciones del pericarpio es proteger el grano contra agentes bióticos externos, impedir la pérdida de humedad y conducir el agua y nutrientes durante la germinación (USDA, 2016).

2.5. Ciclo del cultivo

Se distingue en tres periodos:

- **Periodo vegetativo:** hace referencia desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- **Periodo de reproducción:** empieza desde el encañado hasta la terminación del estado.
- **Periodo de maduración:** Alcanza desde el final del espigado hasta el momento de su cosecha, corresponde a la acumulación del almidón en el grano, este almidón procede de la fotosíntesis que prosiguen aun en las últimas hojas y en las espigas (Masabanda, 2023).

2.5.1. Germinación del trigo

La temperatura óptima de germinación se encuentra sobre los 20-25 °C, el aire es necesario para activarlos procesos de oxidación, por lo tanto, la capa superficial del terreno debe estar mullida, la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%. El trigo tiene una facultad germinativa de 4-10 años, aunque el periodo de utilización no debe sobrepasar los dos años, debido a que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa. Cuando se haya formado las raíces primarias y ciertas hojas verdes, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano, en ese momento es donde termina la germinación (Moreta, 2022).

2.5.2. Ahijamiento

Al germinar el grano del trigo, el embrión produce hacia arriba un tallito con una yema terminal que al crecer formara el tallo principal de la planta. El trigo como otras gramíneas, produce varios tallos partiendo de una sola semilla, el resultado de la formación de una mata cespitosa, es decir una planta ramificada desde la base. Cada tallo del trigo completamente desarrollado lleva en su extremidad una espiga y cada una de estas contiene número variable de granos, según las variedades (AGROPAL, 2020).

2.5.3. Encañado

La etapa de encañado inicia a partir de una pequeña protuberancia que circunda el eje principal en la parte subterránea, produce el crecimiento del tallo y se da por el alargamiento de los entrenudos, inmediatamente después de detectar la presencia del primer nudo, es posible apreciar signos de formación de la espiga en su parte apical (Sodebur, s.f.).

2.5.4. Espigado

Es la máxima actividad fisiológica, con una transpiración extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. En esta etapa los azúcares pasan de las hojas inferiores al grano (Peñañiel, 2018).

2.5.5. Maduración

El periodo de madurez empieza en la madurez láctea, cuando las hojas inferiores están secas, pero las superiores y el resto de la planta siguen verde, posteriormente comienza la maduración pastosa, en la que solo se mantiene verde los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando su color definitivo (YaraEcuador, 2018).

2.6. Requerimientos edafoclimáticos

2.6.1 Suelo

El trigo se puede cultivar en varias texturas del suelo, los suelos de textura media se consideran los mejores, se deben evitar suelos altos en sodio, hierro y magnesio, la textura del suelo puede influir en la altura de la planta, la superficie foliar, biomasa vegetal. El nitrógeno del suelo varía entre 2.6 a 3.2 kg de nitrógeno para un buen rendimiento de trigo (Wikifarmer, 2019).

2.6.2. Altitud

La altitud recomendada para la siembra del trigo oscila entre los 2500 a 3500 msnm.

2.6.3. Precipitación

Un trigo puede desarrollarse bien con 300 o 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de la lluvia sea escasa en invierno (InfoAgro, 2019).

2.6.4. Temperatura

El cultivo es producido mayoritariamente en zonas templadas. La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo de los cultivos de trigo es entre 10 y 24 °C, pero la más importante es la cantidad de días que tardad en alcanzar un valor de temperatura conocida como integral de temperatura, la cual resulta de la acumulación de grados días, la integración térmica del trigo varía mucho según la variedad (Kinlen, 2022).

2.6.5 pH

Para este cultivo el pH es de 5.5 a 7.0 para mayor disponibilidad de nutrientes. Es considerada como un cultivo moderadamente tolerante a la salinidad ya que puede producir en suelos con una conductividad eléctrica de 6 descisiemens y en pH menores a 8.0, sin embargo, prefiere suelos con pH entre 6.5 a 7.5, respondiendo a una reducción en el rendimiento del 23 % bajo un suelo con conductividad de 7.1. Requiere suelos con buena aireación, no tolera suelos anegados por mucho tiempo (Miramontes, 2014).

2.7. Manejo agronómico del cultivo

2.7.1. Selección del predio

Para el cultivo de trigo es importante mantener el lote libre de otros cereales cultivados anteriormente, el pendiente del terreno preferible menos del 5%, y haber cultivados plantas leguminosas. También es importante la disposición de órdenes de prioridades, el norte es una excelente orientación para el fondo, luego el noreste y el noroeste, de esta manera la galería que generalmente se sitúa hacia el contra frente, tendrá protección de los vientos fríos del sur y sudoeste (Peñañiel, 2018).

2.7.2. Preparación del suelo

Un terreno adecuado corresponde al buen labrado y preparado con anticipación, se elimina toda la maleza y restos de cultivo, es importante abonar con materia orgánica, el suelo correcto posee bastante drenaje de esta manera las plantas podrán emerger con facilidad. La preparación del terreno mediante maquinaria agrícola tiene como finalidad remover la capa superficial del suelo, hasta una profundidad de 20-30 cm, con la cual se consigue airear la tierra y enterrar los residuos vegetales del cultivo anterior (Cherlinka, 2023).

2.7.3. Desinfección de semilla

La desinfección de la semilla del trigo se realiza con vitavax (carboxin + captan) a una dosis de 1.0-2.0 gramos por kg de semilla cubriendo totalmente de las semillas ya sean por espolvoreo o vía húmeda (Rodríguez, 2020).

2.7.4. Siembra

En la provincia Tungurahua la siembra inicia antes de diciembre, entre octubre y noviembre, estas fechas dependen a los factores climáticos. La cantidad de semillas que se utiliza, varía de acuerdo al tipo de suelo, variedad y el método de siembra. Si la siembra es a voleo la cantidad de semilla requerida es de 400 lb por hectárea (4 qq ha^{-1}) y si la siembra es con maquinaria, la cantidad de semilla requerida es de 330 lb por hectárea (3.3 qq ha^{-1}), para alcanzar una buena cosecha la semilla debe ser certificada con un 80% de germinación (Marquez, 2018).

2.7.5. Densidad de siembra

Doscientas semillas por metro cuadrado, aproximadamente 60 kg de semilla por hectárea, garantiza un número de plantas a cosecha en condiciones de compensar mediante el macollaje y la fertilidad de las espigas, la distancia de siembra va de 15 a 20 cm (Gasparotto, 2014).

2.7.6. Riego

La forma de aplicar agua depende de la topografía, condiciones del suelo y volumen de agua disponible. La habilidad y preparación de los operadores o regadores es también vital para lograr la máxima eficiencia (Wikifarmer, 2018).

La manera más eficiente de este método, es mediante la confección y utilización de acequias o regadores en curvas de nivel, en el cual, el agua se distribuye mediante regadores trazado con un mínimo de declive, orientados perpendicularmente con respecto a la pendiente principal, también es eficiente a través de riego por aspersión y goteo (Wikifarmer, 2018).

2.7.7. Fertilización

Para lograr un buen rendimiento de trigo es preciso considerar ciertos factores y una de las más importantes es la fertilización, las fuentes de nutrientes para los cultivos son tres: el suelo, los fertilizantes químicos y los desechos orgánicos vegetales y animales (Toribio, 2020).

El nitrógeno (N) constituye de 1 a 2 % de la materia seca del trigo, el Potasio (K) un 0.9 a 1 %, el fosforo (P) de un 0.1 a 0.3 %. En términos generales para que el trigo no sufra de deficiencia de N, P, K, debe contener como mínimo los valores menores antes mencionados (Chávez, 2020).

La fertilización que va utilizar debe enfocarse en un análisis químico-físico de suelo, el cultivo de trigo requiere 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fosforo (P_2O_5), 40 kg de Potasio (K_2O) y 20 kg de Azufre. Durante el macollamiento (30-45 días después de la siembra,) incorporar 3 sacos de urea por hectárea (FAO, 2018).

2.7.8. Control de maleza

Una manera adecuada de controlar las malezas en el terreno, es la preparación adecuada y oportuna antes de la siembra, las malezas compiten por espacio, luz, agua y nutrientes, provocando pérdidas económicas. Cuando el cultivo tiene malezas de hoja ancha y angosta afecta dos aspectos importantes: el rendimiento y la calidad de los granos. Si se observa cantidades de malezas en las parcelas o lotes,

para el kikuyo, es recomendable aplicar glifosato en una dosis de 2 L por hectárea, estas aplicaciones se los debe hacer a los dos meses y medio antes de la siembra. Existen también malezas agresivas como el rábano, y lengua de vaca pueden aplicar herbicidas en preemergencia y post emergencia (Marchesi, 2008).

2.7.9. Cosecha y Trilla

Cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), se realiza la cosecha, aproximadamente a los 170-180 días, dependiendo de la variedad. En superficies pequeños la cosecha se realiza de forma manual con la ayuda de una hoz, se cortan las espigas, formando gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas. La trilla se lo realiza con la maquinaria trilladora estacionaria o de forma natural con ayuda de animales (caballos, burros o mulas), también se los utiliza varas de madera o varilla de hierro en una era (Ivanchuk, 2024).

2.8. Labores de postcosecha

2.8.1. Secado de grano

El secado es un proceso de eliminación de la humedad del grano, es muy necesario para mantener la calidad de los granos durante su almacenamiento, ya que evita el crecimiento de bacterias, hongos, insectos y ácaros. Los granos entran a su proceso cuando su agua se evapora, el grano contiene dos tipos de agua: el agua libre, es aquella que se encuentra en las capas externas del grano y se elimina fácilmente, el agua ligada, está unida a la estructura de los granos y es más difícil eliminarla. Finalmente se debe dejar con una humedad de grano del 13% (CIMMYT, 2023).

2.8.2. Limpieza y clasificación

El correcto acondicionamiento o limpieza de granos es muy fundamental para su posterior molienda, su función es fundamentalmente la separación de cuerpos extraños y la humectación del grano (Prillwitz, 2018).

Existen diferentes tipos de limpieza de granos y clasificación:

- **Pre-limpieza o pre-limpia:** la limpieza preliminar es el trabajo que se hace previo al despacho del trigo al molino.
- **Primera limpieza o limpia:** es la primera limpieza en el molino y previa al mojado del grano.
- **Segunda limpieza de granos:** se lo realiza en forma posterior a la humectación y que consta generalmente de una despuntadora que desprende pequeñas cascarillas aflojadas en los silos de descanso.

2.8.3. Ensacado e identificación de la semilla

Posteriormente la semilla se encuentra limpia, seca y clasificada, se procede en colocar en costales limpios y de buen estado. Estos sacos o costales deben estar bien indefinidos, por lo que se recomienda incluir una etiqueta con la siguiente información (Nombre del cultivo, Fecha de cosecha, Nombre del productor y peso) (Moreta P. , 2022).

2.9. Almacenamiento

Los factores que determinan un adecuado almacenamiento son la humedad y temperatura, las normas de comercio aplicables para la clasificación seco y húmedo aplica los siguientes parámetros (Burgos, 2019).

- Trigo seco: humedad < 13%
- Trigo húmedo: humedad > 16%

2.10. Principales enfermedades del trigo en Ecuador

2.10.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla aparece formando líneas de color amarillas en las hojas y nervaduras, estas líneas están conformadas por postulas producidas por el hongo, la capacidad de esporulación y eficiencia de infección de *P. striiformis*, se ven afectadas principalmente por la temperatura (EuroChem, 2018).

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Ataca tanto al follaje como a las espigas. Se caracteriza por su color amarillo y crecimiento rectilíneo o estriado en dirección de las nervaduras de las hojas.

- **Condiciones predisponentes**

Condiciones ambientales favorables, temperaturas entre 10 y 15 °C y agua durante por lo menos 6 horas.

- **Manejo de la enfermedad**

Utilizar oxiclورو de cobre 4 g por L de agua (Durango, 2019).

2.10.2. Roya de la hoja (*Puccinia triticina*)

Esta enfermedad es causada por el hongo *Puccinia triticina* uno de los síntomas principal es la presencia de pequeñas pústulas aisladas con esporas de color anaranjado, se encuentra ubicadas sobre las láminas foliares (Gasparotto, 2014).

2.10.3. Roya del tallo (*Puccinia graminis*)

Este hongo produce una enfermedad la cual afecta a varios cereales, las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo son a temperaturas de 15-35°C, y humedad. Este hongo al invadir el tallo y disminuir la fotosíntesis, influye en el crecimiento y la llegada de nutrientes al grano, afectando al número, tamaño y calidad, estas situaciones se registran de la siguiente manera (Burgos, 2019).

- **Síntomas y signo de la enfermedad**

Se presenta como manchas grandes de color ladrillo en el tallo, que se tornan negras a la madurez, esta impide la formación de los granos en la panoja (Burgos, 2019).

- **Condiciones predisponentes**

Condiciones ambientales favorables temperaturas óptimas entre 20°C o más con rocío o agua libre por no menos de 6 horas, en 10-15 días se produce la primera generación de uredosporas, y a medida que la planta madura se forman masas negras de teliosporas. (Ponce & Garófalo, 2019).

- **Manejo de la enfermedad**

Se recomienda la aplicación de fungicidas estrobilurinas + triazoles de acuerdo con el umbral de daño económico, aplicando propiconazole en dosis de 1 mL L⁻¹ de agua (Vajaña, 2018).

2.10.4. Fusariosis (*Fusarium* spp.)

Esta enfermedad produce un blanqueamiento prematuro en las espigas, sus síntomas se pueden observar en masas de esporas y micelio rosado salmón, se evidencia en los granos cosechados en las cuales pierden peso y forma. Es importante la rotación y eliminación de rastrojos anteriores, ya que este hongo puede vivir en el suelo (Alvarenga, 2018).

2.10.5. Virus del enanismo amarillo (Barley yellow dwarf virus – BYDV)

Son virus transmitidos por insectos parásitos como los áfidos que suelen aparecer en épocas de verano, esta enfermedad es una de las más propagadas en el mundo teniendo pérdidas en rendimiento variables, pero depende mucho de la etapa en la que se presenta. Se recomienda utilizar acephate en dosis de 1 g L⁻¹ de agua para controlar el insecto vector (Moreno, 2007).

2.10.6. Carbón (*Ustilago* spp.)

Produce totalmente en la flor, solamente se queda el raquis cubierto por una masa polvorienta de esporas negras. Los granos infectados tienen apariencia normal, pero en el interior de embrión se aloja el micelio de hongo en dormición. Los climas frescos y húmedos que alargan la floración, favorecen la infección y el desarrollo de esta enfermedad (FAUBA, 2018).

- **Condiciones predisponentes**

Condiciones ambientales favorables las condiciones ambientales son limitantes para la infección del patógeno. Las esporas germinan en condiciones de alta humedad (95% humedad relativa) y temperaturas entre 16-22 °C (FAUBA, 2018).

- **Manejo de la enfermedad**

Se recomienda aplicar, propiconazole en dosis de 2 mL L⁻¹ de agua (Franquesa, 2022).

2.11. Plagas

2.11.1 Pulgones (*Aphididae*)

Los daños directos los ocasionan al succionar el floema de las plantas introduciendo un estilete que le permite perforar el tejido epidérmico del tallo de las plantas. Además, incorporan saliva tóxica y extraen grandes cantidades de savia lo que provoca clorosis, manchas y muerte de hojas. Tanto las ninfas como los adultos sacan nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento esto debilita las plantas y detiene el crecimiento. En temperaturas de 15 a 26 °C, el pulgón pasa por tres estadios y alcanzan la etapa adulta en 7 a 9 días, sin pupa. Los adultos pueden producir de 1 a 5 ninfas por día. Para su control se aplica dimetoato y de esta forma, además, se controla el pulgón de la espiga en dosis de 0.75 mL L⁻¹ de agua (Lezaun, 2016).

2.11.2. Gusanos Blancos (*Diloboderus abderus*)

Son insectos que presentan metamorfosis completa pasando por los estados de huevo, larva, prepupa, pupa y adulto. Los adultos hacen su aparición en diciembre e inician la actividad reproductiva. En trigo este insecto puede llegar a consumir una planta completa, una de las observaciones de la presencia es cuando el cultivo está desarrollado, se puede detectar ocasionalmente la espiga de la planta al ras de la superficie del cuello como consecuencia de que la larva, desde el interior de la galería, consume todo el tallo de la misma (Aapresid, 2023).

Para el control químico es importante destacar la posibilidad de la utilización de terapicos de semilla, esta técnica se presenta como una alternativa válida, ya que la larva se intoxica cuando trata de comer la plántula. Estos son controlados con insecticidas como: los cloripifos aplicando 1 mL L⁻¹ de agua (Fava, 2010).

2.11.3. Mosquita blanca del trigo (*Bemisia tabaci*)

Es considerada un insecto de 1 a 2 mm de longitud de la familia de los *Aleyrodidae*. Es una plaga muy común y de interés económico debido a que puede causar pérdidas al momento de succionar la sabia de la planta y transmitir enfermedades causando amarillamiento, marchitamiento, retrasos en el crecimiento e incluso la muerte (AgroActivo, 2020).

- **Ciclo de vida**

Su ciclo biológico es de 28 días, incluye los estadíos de huevo, estadíos ninfales, pupa y adulto. Las ninfas son las responsables de los daños a los cultivos pues en esta etapa ellas se alimentan chupando la savia de la planta. Un adulto de mosca blanca pone más de 250 huevos en su vida; Este ciclo biológico corto y su gran capacidad reproductiva permiten una alta tasa de proliferación en los cultivos (PROAIN, 2020).

- **Método de control**

Depredadores: El uso de algunos depredadores como las Crisopas puede reducir la incidencia de la plaga.

Control biológico: *Paecilomyces fumosoroseus* y *Lecanicillium lecanii* son capaces de parasitar las moscas blancas provocando la muerte entre 4 a 7 días después de la infección.

Control químico: Existe un amplio rango de piretroides con niveles de eficacia; es recomendable utilizar ingredientes activos como cipermetrina, deltametrina, bifentrina, acetamiprid para el control de polilla.

Trampas: Pegantes atrapa insectos son una alternativa para estos insectos voladores.

2.11.4. Trips (*Haplothrips tritici*)

El principal ataque se produce en la espiga, desde el estado de zurrón hasta la maduración. Los daños son ocasionados por las larvas y, en menor medida, por los adultos al alimentarse. Las picaduras de las larvas en las flores, pueden ocasionar

el aborto o la atrofia del ovario, reduciendo significativamente el número de granos por espiga, lo que limita gravemente la producción (Borja, 2021).

- **Medidas preventivas**

- Adelanto de la fecha de siembra y/o uso de variedades precoces, para facilitar el escape de la floración e inicio de la formación de granos a los momentos en que los trips alcance sus máximas poblaciones.
- Evitar exceso en la fertilización nitrogenada.
- Rotación con cultivos no huésped.

- **Uso de productos fitosanitarios**

- **Vigilancia:** revisar cuidadosamente cada espiga, separando las glumas y granos en formación. Puede ayudar a sacudir vigorosamente las espigas sobre una superficie blanca (Borja, 2021).
- **Umbral de tratamiento:** el momento adecuado de intervención abarca desde el estado de zurrón hasta el inicio de la formación del grano, considerando el posible tratamiento cuando, en este periodo, se cuenten al menos 15-20 larvas por espiga (promedio de al menos 10 espigas). Utilizar productos autorizados e inscritos en el registro oficial de productos fitosanitarios (Borja, 2021).

2.12. Clasificación del trigo

2.12.1 El trigo duro (*Triticum durum*)

Conocido como trigo para pasta, se conoce por su dureza, alto contenido proteico, buen sabor y cualidades de cocción excelente. Se producen anualmente entre 25 y 30 millones de toneladas, representando 4% de la producción mundial de trigo (YARA, 2016).

2.12.2 El trigo común (*Triticum aestivum*)

Es el más cultivado, también conocido como trigo de producción de pan. Generalmente tiene un contenido alto de proteína y gluten con el endospermo de textura dura o blanda (Chura, 2023).

2.13. Variedades del trigo

2.13.1 Líneas promisorias

Son especies con pueden llegar a tener un gran potencial, no es reconocida a nivel mundial ni regional, pero es una especie con gran potencial en diversos campos como la agricultura, ecología y el medio ambiente (Asaquibay, 2016).

2.13.2. Variedades mejoradas

Son semillas con cierto nivel de uniformidad, producto de la aplicación de ciertas técnicas de mejoramiento genético, con características esenciales, son resistentes a enfermedades y su periodo de producción es corto (Asaquibay, 2016).

2.14.1. Variedad INIAP- Imbabura

- **Características morfológicas**

Característica	Descripción
Número de espigas por m ²	300
Número de granos por espiga	45
Tipo de espiga	Compacta
Tipo de grano	Oblongo
Color de grano	Rojo
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	105
Tamaño de espiga (cm)	11

Fuente: (INIAP, 2014).

- **Características Agronómicas**

Características	Descripción
Ciclo del cultivo (días)	160-180
Días al espigamiento	85
Rendimiento (t/ha)	4.0
Peso de 1000 granos	45
Reacción de enfermedades	Resistencias parciales a: Roya amarilla; Roya de la Hoja; <i>Fusarium</i>

Fuente: (INIAP, 2014).

- **Características de calidad**

Características	Descripción
Proteína (%)	12.7
Fibra (%)	3.6
Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)	79.5
Rendimiento harinero (%)	Bueno (72%)

Fuente: (INIAP, 2014).

2.14.2. Variedad UEB- Carnavalero

- **Características morfológicas**

Característica	Descripción
Número de espiguillas por espiga	13-15
Número de granos por espiguilla	39-45
Tipo de espiga	Barba
Tipo de grano	Normal, bien formado y limpio
Color de grano	Rojo
Tipo de tallo	Resistente al acame
Altura de planta (cm)	70-80
Densidad de la espiga (cm)	Compacta

Fuente: (Moreno, 2007).

- **Características Agronómicas**

Características	Descripción
Ciclo del cultivo (días)	135-150
Días a la floración	60-70
Rendimiento (t/ha)	2.5-4.0
Reacción de enfermedades	Resistencia intermedia a: Roya amarilla; Roya de la Hoja; <i>Fusarium</i>

Fuente: (Moreno, 2007).

- **Características de calidad**

Características	Descripción
Proteína (%)	13.61
Fibra (%)	4.35
Peso hectolítrico (kg hL ⁻¹)	81- 82
Rendimiento harinero (%)	Bueno (80%)

Fuente: (Moreno, 2007).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se realizó en la provincia Tungurahua, Cantón Ambato parroquia Santa Rosa, sector Guantug Loma.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Altitud promedio	3082 msnm
Latitud	S3°26'55.75"
Longitud	O79°57'34.27"
Temperatura media anual	12,5°C
Temperatura máxima	24,9°C
Temperatura mínima	-0,6°C
Precipitación mínima anual	500 mm
Heliofanía	100 h/luz/año
Tipo de suelo	Arenoso
pH	6.5 a 7.5

Fuente: (PDOT Santa Rosa, 2023)

- **Zona de vida**

La localidad de estudio de acuerdo a la zona de vida de Holdridge, (1999) se encuentra en el Bosque Seco Montano Bajo (bs-MB).

3.2. Metodología

3.2.1. Material experimental

Accesiones de trigo harinero y duro del proyecto UEB-FIASA.

3.2.2. Factores en estudio

5 accesiones de trigo harinero y 5 accesiones de trigo duro.

3.2.3. Tratamientos

- **Trigo harinero**

Tratamientos	Código
T1	H-01-UEB
T2	H-04-UEB
T3	TA-18-008
T4	TA-20-003
T5	INIAP-IMBABURA 2014

- **Trigo Duro**

Tratamientos	Código
T1	A-01
T2	A-02
T3	A-03
T4	A-04
T5	UEB-CARNAVALERO

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se empleó un Diseño de Bloques Completo al Azar simple (DBCA), para cada tipo de trigo. Análisis de varianza (ADEVA), de acuerdo al siguiente detalle:

Fuente de variación	Grados de libertad	C M E*
Bloques (r-1)	2	e + 5 bloques
Tratamientos(t-1)	4	e +3 ² t
Error experimental (t-1) (r-1)	8	e
Total (t x r)-1	14	

*Cuadrados medios esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador

3.2.5 Manejo del experimento en campo

- **Selección del terreno**

El lote seleccionado para proyecto de investigación y accesiones de trigo suave y duro, se realizó en la provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, sector Santa Rosa, para la selección del lote se consideraron los siguientes datos:

- Terreno libre de malezas y no ser cultivado anteriormente cereales.
- Presencia de fuentes de regadío para las fuertes temporadas de verano
- Terreno recomendado menos del 5% de pendiente.

- **Preparación del suelo**

Esta actividad se realizó con un mes de anticipación. Se procedió a preparar el terreno de manera cultural, lo cual facilitó la descomposición adecuada de malezas, residuos y abono orgánico.

- **Nivelación del terreno**

Esta actividad se realizó el mismo día de la siembra, con el objetivo de evitar irregularidades y mayor homogeneidad de las parcelas.

- **Trazado de parcela**

Una vez terminado la preparación y nivelación del terreno, se procedió a trazar las parcelas de acuerdo al diseño del croquis establecido, esto se realizó con la ayuda de una cinta métrica, piola, cal y estacas.

- **Siembra**

Esta actividad se realizó de manera manual, utilizando una cantidad específica de semilla conforme a las recomendaciones del INIAP, con una densidad de 180 kg ha⁻¹, y 64 g de semilla por cada unidad experimental. La siembra se llevó a cabo por voleo.

- **Riegos**

Los riegos se realizaron de manera frecuente, de acuerdo a las necesidades del cultivo, se utilizó riego por aspersión en cada unidad experimental.

- **Control de maleza**

Se realizó entre los 20 y 30 días después de la siembra, con la ayuda de una bomba a mochila de 20 litros, aplicando el herbicida selectivo metsulfuron - metil en dosis de 15 g ha⁻¹.

- **Fertilización**

Se aplicó como abono base, 40 g de 10-30-10 y 40 g de sulphomac por parcela, con una dosis de 250 kg ha⁻¹. Luego se empleó urea en dos fracciones, en una dosis de 100 kg ha⁻¹.

- **Cosecha**

Esta actividad fue realizada una vez que la planta alcanzó su madurez fisiológica. La cosecha fue realizada de forma manual y posteriormente se almacenó con las respectivas etiquetas.

- **Trilla**

Se realizó manualmente en la misma zona de la investigación.

- **Secado**

Se aprovechó el calor solar para secar el grano en un tendal, posteriormente se colocó hasta alcanzar la humedad correspondiente del 13%.

- **Aventado**

Esta actividad se realizó aprovechando el viento; se procedió a quitar las plúmulas y residuos existentes en el grano.

- **Almacenado**

Una vez finalizados todos los procesos de obtención y limpieza de grano, este fue almacenado en recipientes en la planta de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar, junto con sus respectivas etiquetas.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuestas)

- **Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

La variable fue evaluada a los 15 días después de la siembra, consistiendo en estimar el porcentaje existentes dentro de la unidad experimental. Los datos fueron evaluados según la escala: 1) Bueno, 2) Regular y 3) Malo (Ponce, 2019).

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

Los datos de esta variable fueron evaluados visualmente en cada una de las unidades experimentales durante el desarrollo del cultivo. Se registraron a los 35 y 45 días, cuando las plantas presentaron de cuatro a cinco hojas desarrolladas. La escala de clasificación incluye tres categorías: 1) Erecto, 2) Intermedio, y 3) Postrado (Ponce, 2019).

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Se realizó una observación directa de la disposición de las hojas y tallos, durante todo el proceso de desarrollo de macollo. Para la evaluación de esta variable, se utilizó una escala de 1 a 3, donde las accesiones con buen hábito de crecimiento corresponde a 1, mientras que las accesiones con hábito de crecimiento intermedio y postrado corresponde a 2 y 3 (Ponce, 2019).

- **Días al espigamiento (DE)**

Variable agronómica que fue registrado y evaluado de manera visual durante los días transcurridos desde la siembra, hasta que más del 50% de las plantas hayan presentado espigas completas en la parcela total.

- **Severidad a manchas foliares**

Los datos correspondientes a esta variable fueron evaluados en una muestra de 10 plantas ejemplares de cada unidad experimental. Se tomaron en tres etapas: hoja bandera (Z39), espigamiento (Z65) y grano lechoso-pastoso (Z80). Sus datos fueron registrados según las observaciones periódicas, de acuerdo a la escala de (Barrat, 1945)

- **Severidad a enfermedades**

Mediante la observación directa para identificar el tipo de reacción a *P. striiformis*, *P. triticina*, se tomó en cuenta 10 plantas ejemplares por cada unidad experimental, mediante la observación directa en la hoja bandera (HB) y la hoja anterior a hoja bandera (H4) sus datos fueron registrados en porcentajes.

- **Severidad a *Fusarium* spp.**

Se evaluó en tres etapas: espigamiento (Z65), grano lechoso-pastoso (Z80) y granos pastosos (Z89). La toma de datos se lo realizó mediante la observación directa en las espigas de cada unidad experimental, en un ejemplar de 20 plantas, de acuerdo a la escala de (Stack and McMullen, 2011).

- **Virus de Enanismo Amarillo del Trigo (BYDV)**

Los datos de virosis fueron evaluados en la etapa vegetativa y productiva, donde se utilizó una escala de 1 a 9. Las accesiones resistentes corresponden de 1 a 3, y de 4 a 6 son accesiones medianamente resistentes. La lectura entre 7 y 9 indica accesiones susceptibles (Segnana, 2015).

- **Altura de planta (AP)**

Este proceso se realizó con la ayuda de un flexómetro. Una vez que la planta alcanzó su madurez fisiológica, se procedió a medir desde la corona del tallo hasta la última espiguilla de la espiga principal, y los datos se expresaron en cm.

- **Número de espigas por metro cuadrado (NEMC)**

Esta variable fue registrada cuando la planta de trigo alcanzó su madurez comercial. Se evaluó de manera visual al contar el número de espigas por metro cuadrado; como ejemplar, se tomaron 4 muestras al azar de cada una de las parcelas netas. Esto se realizó con la ayuda de una dimensión de 0.25 cm.

- **Días a la cosecha (DC)**

La correspondiente variable fue evaluada y registrada, tomando en cuenta desde el día de la siembra hasta la etapa final del cultivo.

- **Longitud de la espiga (LE)**

Dato que fue evaluado con la ayuda de un flexómetro y se registraron en cm. En este parámetro se evaluó una vez que el trigo alcanzó la madurez comercial; se procedió a medir desde el punto del raquis hasta la espiguilla terminal, sin incluir las aristas.

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

Variable que fue evaluada en la etapa de madurez comercial. Se procedió a tomar 10 espigas al azar, para posteriormente trillar y contar manualmente el número de granos que tiene cada espiga.

- **Tipo de paja (TP)**

Variable registrada en la etapa de madurez comercial. Se procedió a evaluar mediante una observación directa, con la ayuda de la escala propuesta por (Ponce et al. 2019), donde: 1) Tallo fuerte, 2) Tallo intermedio y 3) Tallo débil.

- **Tipo de grano (TG)**

Este componente fue evaluado una vez que el grano fue secado, y sus datos fueron registrados y expresados de acuerdo a la siguiente escala propuesta por (Ponce et al. 2019), donde: 1) grano grueso, 2) grano mediano y 3) grano pequeño.

- **Rendimiento (R)**

Para esta variable, se procedió a pesar el grano limpio en una balanza de precisión, realizando un ajuste al 13% de humedad. Para ello, se determinó la humedad con un medidor de humedad marca FARMEX MT-16. Los datos obtenidos fueron utilizados para calcular el rendimiento aplicando la siguiente fórmula matemática:

$$R = PCP \times \frac{1000}{ANC} \times \frac{100 HC}{100 - HE}$$

Dónde:

R= Rendimiento en kg ha⁻¹ al 13% de humedad

PCP= Peso de Campo por Parcela en kg

ANC= Área Neta Cosechada en m²

HE= Humedad Estándar (13%)

HC= Humedad de Cosecha en porcentaje.

Los datos fueron expresados en kg ha⁻¹.

- **Peso Hectolítrico (PH)**

Para evaluar la variable agronómica, calidad del grano, los datos se registraron con la ayuda de una balanza de Peso Hectolítrico, se tomó una muestra de cada tratamiento y repetición, consistente en 1 kg de grano limpio y seco al 13% de humedad. Los datos fueron expresados en (kg hL⁻¹).

3.2.7. Análisis de datos

Luego de realizar el análisis de varianza, se procedió hacer la prueba de Tukey al 5% para comparar los tratamientos con la utilización del software estadístico Statistix 9. Además, se realizó un análisis de correlación y regresión lineal simple.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.2. Trigo Duro

Tabla 1

Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de las accesiones de trigo duro en las siguientes variables: porcentaje de emergencia (PE), días al espigamiento (DE), severidad de manchas foliares (SVMF), severidad a Puccinia striiformis (SVPS), severidad a Puccinia triticina (SVPT), severidad a Fusarium (SVFU), virus del enanismo amarillo (BYDV), altura de planta (AP), longitud de la espiga (LE), números de granos por espiga (NGE), días a la cosecha (DC), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), rendimiento (R) y peso hectolítrico (PH).

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	CV%
PE (Ns)	84.33	98	89	98	95.33	6.86
Rango	A	A	A	A	A	
DE (**)	72	73	71	74	69	1.15
Rango	B	AB	B	A	C	
SVMF(Ns)	22.18	16.68	11.17	13.18	9.80	105.07
Rango	A	A	A	A	A	
SVPS (Ns)	0.38	0.20	0.25	0.13	0.33	114.74
Rango	A	A	A	A	A	
SVPT (Ns)	0.38	0.20	0.45	0.13	0.15	107.07
Rango	A	A	A	A	A	
SVFU (Ns)	6.18	7.58	5.72	7	9.33	27.75
Rango	A	A	A	A	A	
BYDV (Ns)	2.67	2.67	1	2.33	2.33	91.29
Rango	A	A	A	A	A	
AP (Ns)	81.44	79.04	81.74	82.12	74.75	10.2
Rango	A	A	A	A	A	
NEMC (Ns)	325	312	282	314	396	16.48
Rango	A	A	A	A	A	
DC (**)	150	151	151	155	143	0.34
Rango	B	B	B	A	C	
LE (**)	6.87	7	6.73	7.05	8.42	7.61
Rango	B	AB	B	AB	A	
NGE (Ns)	34	36	36	31	32	18.18
Rango	A	A	A	A	A	
R (Ns)	2003.5	2521.9	1768.7	2169.6	2052.2	13.84
Rango	A	A	A	A	A	
PH (Ns)	71.92	73.85	76.33	73.79	77.43	5.99
Rango	A	A	A	A	A	

Nota: Ns= No Significativo, ** Altamente significativo CV= Coeficiente de variación (%), Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

De acuerdo a los análisis estadísticos para porcentaje de emergencia (PE), altura de planta (AP), severidad de manchas foliares (SVMF), severidad a *Puccinia striiformis* (SVPS), severidad a *Puccinia triticina* (SVPT), severidad a *Fusarium* (SVFU) y virus del enanismo amarillo (BYDV), números de granos por espiga (NGE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), rendimiento (R), no fueron significativas $p > 0.05$, es decir no se presentan diferencias estadísticas importantes.

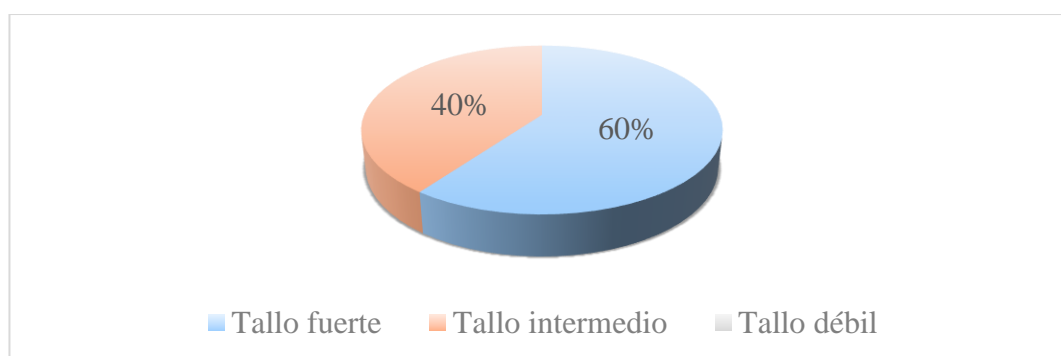
4.1.2.1. Variables morfológicas de líneas de trigo duro

Las accesiones de trigo duro presentaron una escala buena, en los tratamientos con el 100 % en el vigor de la planta con; plantas y hojas grandes, bien desarrolladas, mientras que en el hábito de crecimiento fue naturalmente erecto con hojas dispuestas verticalmente hacia arriba. Las accesiones de trigo al presentar estas características, facilitan sus funciones fisiológicas, la recolección y el manejo.

Las plantas de trigo con mayor vigor generalmente tienen una mayor capacidad para absorber nutrientes y agua del suelo, lo que resulta en un crecimiento más rápido y robusto. Esto se traduce en un aumento del rendimiento de grano por hectárea, lo cual es esencial para satisfacer la demanda global de trigo, un alimento básico para una gran parte de la población mundial (Toribio, 2020).

Figura 1

Análisis de frecuencia para el tipo de paja (TP), en cinco accesiones de trigo duro.



Nota: Escalas propuestas por Ponce et al. (2019): 1: Tallo fuerte (Tallos fuertes, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame) 2: Tallo intermedio (Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame) 3: Tallo débil (Tallos, delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame).

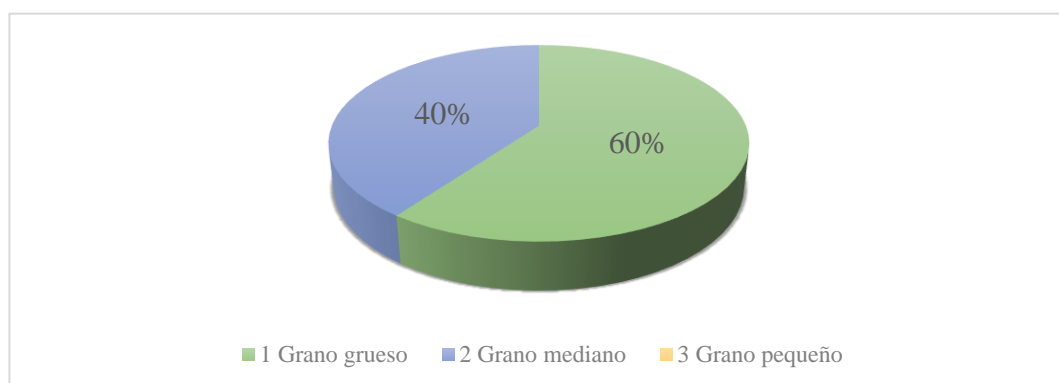
Los resultados de la variable TP en la Figura 1., indican que el 60% de las accesiones estudiadas presentan un tipo de paja catalogado como tallo fuerte, siendo las accesiones con esta característica: A-03, A-04 y la variedad UEB CARNAVALERO. En cambio, las accesiones A-01 y A-02 presentaron un tallo intermedio.

La variable tipo de paja se refiere a la resistencia y fortaleza del tallo de las plantas de trigo duro. En este caso, las accesiones A-03, A-04 y la variedad UEB CARNAVALERO, presentaron un tipo de paja clasificado como tallo fuerte, lo que indica que las plantas tienen tallos resistentes y robustos que soportan el viento y el acame.

Este parámetro es genético y está ligado básicamente con la altura de la planta y la longitud de la espiga, y en algunos casos la resistencia de los tallos de trigo puede ser un factor importante en la calidad y el rendimiento del cultivo, ya que los tallos fuertes son menos propensos a doblarse o romperse durante eventos climáticos adversos, como vientos fuertes o lluvias intensas (Castillo , 2020).

Figura 2

Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de trigo duro.



Nota: Escalas propuestas por Ponce et al., (2019): 1: Grano grueso (grande bien formado y limpio) 2: Grano mediano (bien formado y limpio) 3: Grano pequeño (delgado, manchado, chupado).

En la Figura 2., se observa que, de las cinco accesiones de trigo duro analizadas, el 60 % tienen un grano grueso (grande bien formado y limpio), mientras que el 40 % fue grano mediano (bien formado y limpio). En este estudio se observó que las

accesiones A-01, A-02 y A-03 presentan un tipo de grano grande, bien formado y limpio.

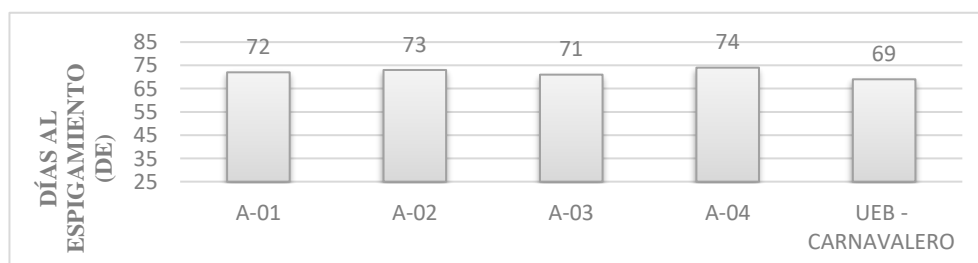
El grano grueso es un indicador de alta calidad en el trigo. Granos grandes y bien formados tienen un mayor contenido de almidón y proteínas, lo cual es esencial para la producción de productos derivados del trigo, como el pan, la pasta y otros productos horneados.

La calidad del grano influye directamente en las características del producto final, incluyendo su textura, sabor y valor nutricional. Generalmente tienen un mayor peso hectolítrico, lo que se traduce en un mayor rendimiento por unidad de área cultivada. Además, los granos bien formados y limpios son más valorados en el mercado, permitiendo a los agricultores obtener precios más altos por su cosecha (Almaraz, 2022).

4.1.2.2. Variables agronómicas de líneas de trigo duro

Figura 3

Respuesta estadística para días al espigamiento (DE) en las accesiones de trigo duro.



En cuanto a DE mostrado en la Figura 3., se observa que en las accesiones de trigo duro existieron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 1.15%. El tratamiento que presentó el mayor promedio de días al espigamiento fue la línea A-04 con 74 días, seguido de la A-02 con 73 días, siendo las más tardías, mientras que la variedad UEB- CARNAVALERO con 69 días fue la accesión que registró el promedio más bajo.

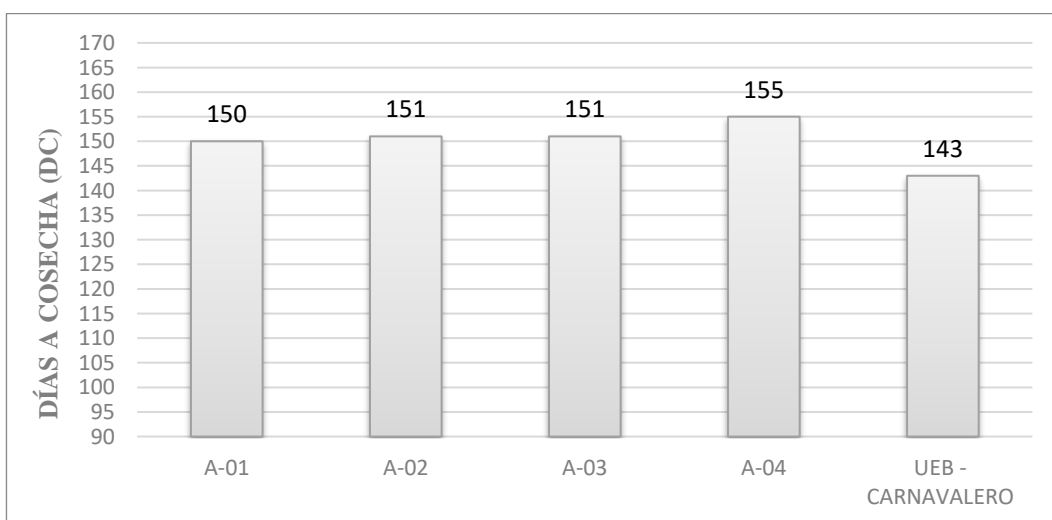
Los días al espigamiento están directamente relacionados con la constitución genética de cada accesión, pero también depende de las condiciones climáticas que

presenta la zona agroecológica en estudio, aspecto que puede ser relevante para áreas donde se requiere una menor duración del ciclo vegetativo para optimizar su desarrollo en condiciones donde se desea evitar que el espigamiento coincida con periodos de estrés térmico o hídrico.

El contar con accesiones que presentan diferentes tiempos de espigamiento permite a los agricultores y mejoradores seleccionar variedades que se adapten mejor a las condiciones locales, optimizando el uso de recursos y mejorando la resiliencia del cultivo frente a las variaciones climáticas (Silva, 2020).

Figura 4

Respuesta estadística para días a la cosecha (DC) en las accesiones de trigo duro.



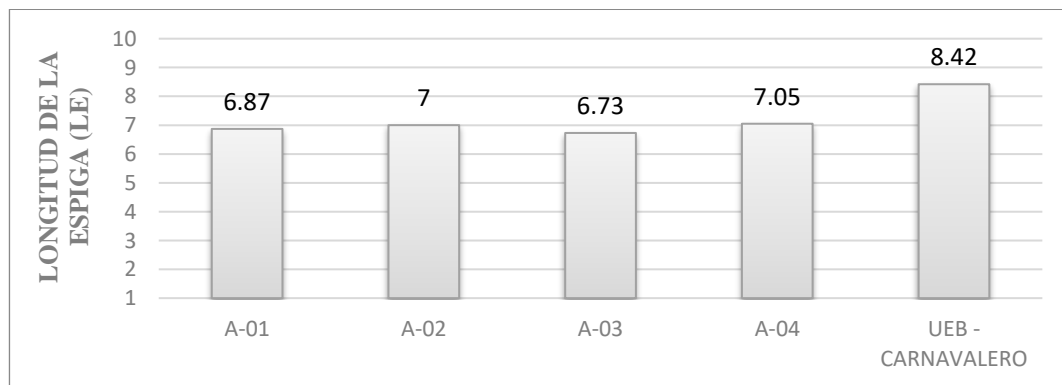
En la Figura 4., en cuanto a DC, en las accesiones de trigo duro se observaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 0.34%. El tratamiento que presentó el mayor promedio de días a la cosecha entre las accesiones fue la línea A-04 con 155 días, seguido de las accesiones A-02 y A-03 con 151 días, mientras que la línea A-01 con 150 días y la variedad UEB-CARNAVALERO con 143 días fue la accesión que registró el promedio más bajo, teniendo en cuenta que es un material harinero que actúa como testigo.

Los días a la cosecha de las accesiones de trigo es un carácter varietal, motivo por el cual se tuvo accesiones precoces y tardías, pudiendo además las precipitaciones, sequías, temperaturas, tener cierto grado de incidencia sobre este componente.

Los días a la cosecha están directamente influenciados por la interacción entre el genotipo y el ambiente. Factores como la época de siembra, la temperatura, la humedad y el fotoperiodo, así como las condiciones sanitarias durante el cultivo, son determinantes en este proceso (Garrido, 2017).

Figura 5

Respuesta estadística para longitud de la espiga (LE) en las accesiones de trigo duro.



En la Figura 5., en cuanto a LE, en las accesiones de trigo duro se observaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 7.61%.

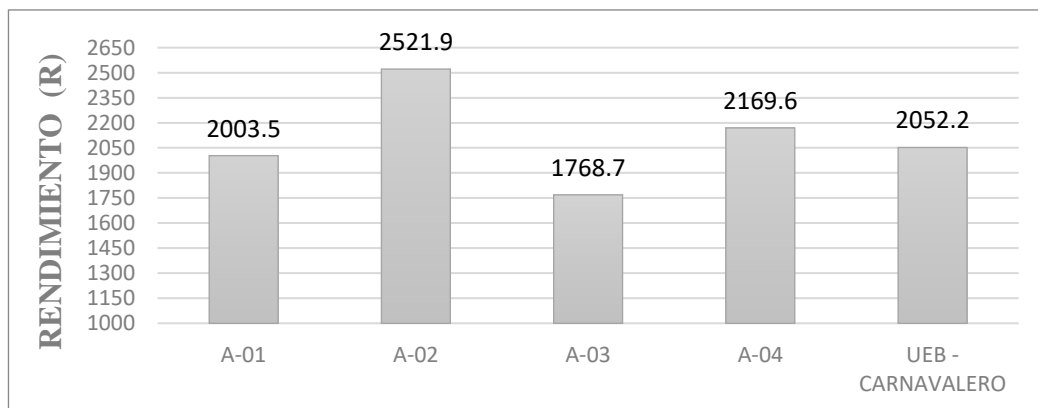
El tratamiento que presentó el mayor promedio de longitud de la espiga entre las accesiones fue la variedad UEB- CARNAVALERO con 8.42 cm, seguido de la línea A-04 con 7.05 cm, mientras que la A-02 con 7cm y con 6.87 cm la accesión A-01, la accesión que registró el promedio más bajo en la presente variable fue la línea A-03 con 6.73 cm, tomando en cuenta que dentro de los tratamientos de trigo duro no existieron mayores diferencias.

Por lo tanto, las accesiones de trigo duro con el mayor tamaño de espigas fueron A-04 y A-02. Expresando las características genéticas de este tipo de germoplasma y además siendo de buenas características para el presente periodo de evaluación,

pudiendo haber sido influenciados por buenas condiciones climáticas y adecuada fertilización en la época de formación de espiga, floración y llenado del grano (Caiza, 2024).

Figura 6

Respuesta estadística para el rendimiento (R), en las accesiones de trigo duro.



En la Figura 6., en relación a la variable R, se registró datos estadísticos no significativos, con un coeficiente de variación de 13.84 %. El tratamiento que presentó el mayor promedio de rendimiento entre las accesiones fue la A-02 con 2521.9 kg ha⁻¹, seguido por la A-04 con 2169,6 kg ha⁻¹, mientras que el tratamiento que presento el menor promedio fue la accesión A-03 con 1768.7 kg ha⁻¹.

La variable agronómica rendimiento, puede deducirse como una característica varietal influenciada por la adaptación de los materiales a las condiciones edafoclimáticas del lugar y el manejo del cultivo. En relación a lo antes mencionado, los factores que influyen en las características del rendimiento de trigo incluyen: el tamaño, calidad y sanidad del grano, temperatura, humedad del suelo, cantidad y calidad de la luz solar, fotoperiodo, altitud, índice de área foliar, tasa de fotosíntesis, así como la sanidad y nutrición de las plantas (Borja, 2021).

El rendimiento obtenido en la presente investigación, se presenta en un nivel bajo, debido a que en la provincia Bolívar se reportaron rendimientos superiores en periodos de cosechas anteriores, con promedios que superan los 4000 kg ha⁻¹ (Caiza, 2024).

4.1.3. Trigo Harinero

Tabla 2

Resultados del análisis estadístico para comparar promedios de las accesiones de trigo harinero del: porcentaje de emergencia (PE), días al espigamiento (DE), severidad de manchas foliares (SVMF, severidad a *Puccinia striiformis* (SVPS), severidad a *Puccinia triticina* (SVPT), severidad a *Fusarium* (SVFU), virus del enanismo amarillo (BYDV), altura de planta (AP), longitud de la espiga (LE), días a la cosecha (DC), números de granos por espiga (NGE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), rendimiento (R) y peso hectolítrico (PH).

Variables	T1	T2	T3	T4	T5	CV%
PE (Ns)	96	98	96	97	97	1.13
Rango	A	A	A	A	A	
DE (**)	73	79	69	73	72	0.70
Rango	B	A	C	B	B	
SVMF (Ns)	19.68	25.29	25.65	14.45	16.36	80.13
Rango	A	A	A	A	A	
SVPS (Ns)	0.45	0	0.53	0.68	0.70	53.91
Rango	A	A	A	A	A	
SVPT (**)	0.72	0	0.82	0.65	0.52	43.82
Rango	A	B	A	AB	AB	
SVFU (**)	9.87	3.62	11.55	9.68	7.35	19.88
Rango	A	B	A	A	AB	
BYDV (Ns)	1	1	2.67	2.33	2.67	98.59
Rango	A	A	A	A	A	
AP (Ns)	78.18	91.43	88.48	83.24	82.25	7
Rango	A	A	A	A	A	
NEMC (Ns)	306	352	336	277	368	13.87
Rango	A	A	A	A	A	
DC (**)	156	153	143	151	151	1.90
Rango	A	A	B	AB	AB	
LE (Ns)	9.45	10.08	10.13	10.07	9.42	5.88
Rango	A	A	A	A	A	
NGE (**)	37	47	38	43	33	10.22
Rango	AB	A	AB	AB	B	
R (**)	1840.2	3017.2	1784.3	2135.4	2363.3	19.27
Rango	AB	A	B	AB	AB	
PH (**)	76.33	73.73	70.40	74.75	77.67	3.11
Rango	AB	AB	B	AB	A	

Nota: Ns= No Significativo, ** Altamente significativo CV= Coeficiente de variación (%), Promedios con letras diferentes es estadísticamente diferente.

De acuerdo a los análisis estadísticos para porcentaje de emergencia (PE), severidad de manchas foliares (SVMF), severidad a *Puccinia striiformis* (SVPS) y virus del enanismo amarillo (BYDV), altura de planta (AP), Longitud de la espiga (LE), número de espigas por metro cuadrado (NEMC), no fueron significativas $p > 0.05$, es decir no se presentan diferencias estadísticas importantes.

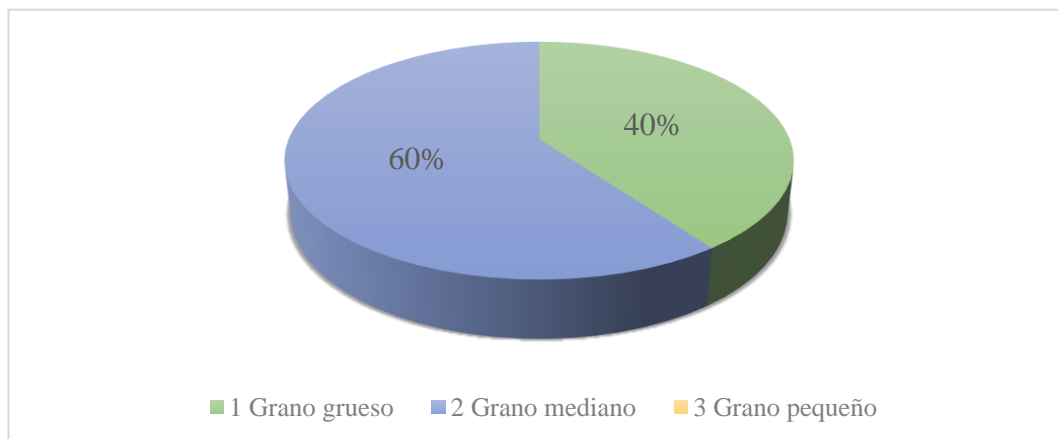
4.1.3.1. Variables morfológicas de líneas de trigo harinero

Las accesiones de trigo harinero presentaron una escala buena en los tratamientos con el 100 % en el vigor de la planta; plantas y hojas grandes, bien desarrolladas, mientras que en el hábito de crecimiento fue naturalmente erecto con hojas dispuestas verticalmente hacia arriba, y en el tipo de paja fueron tallos fuertes; Grueso, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame. Las accesiones de trigo al presentar estas características, facilitan la recolección y el manejo.

El vigor de la planta es el crecimiento rápido de biomasa en las primeras etapas de desarrollo, que puede lograrse seleccionando buenas variedades o incrementando la densidad de siembra. Es decir, que está directamente relacionado a la calidad, tamaño de la semilla, humedad del suelo, disponibilidad de nutrientes, precipitaciones, horas luz (FAO, 2019).

Figura 7

Análisis de frecuencia para el tipo de grano (TG), en cinco accesiones de trigo harinero.



Nota: Escalas propuestas por Ponce et al., (2019): 1: Grano grueso (grande bien formado y limpio) 2: Grano mediano (bien formado y limpio) 3: Grano pequeño (delgado, manchado, chupado).

En la Figura 7., de las cinco accesiones de trigo duro analizadas, mostró que el 60 % tienen grano mediano (bien formado y limpio), el 40 % tienen un grano grueso (grande bien formado y limpio). En este estudio se observó que las accesiones de trigo harinero H-04-UEB y INIAP -IMBABURA 2014 presentan un tipo de grano grande bien formado y limpio.

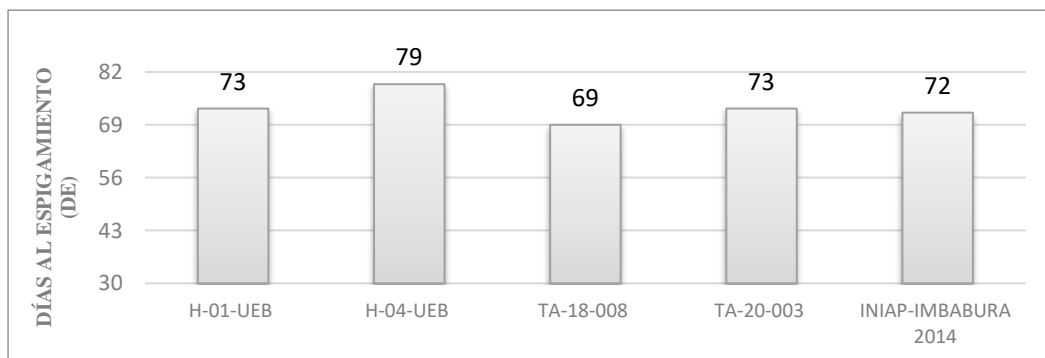
La morfología y el tamaño de los granos pueden variar según las accesiones de trigo utilizado. Algunas variedades pueden producir granos más pequeños o grandes de forma natural. Sin embargo, es importante destacar que el tamaño de los granos de trigo se relaciona con la calidad del cultivo especialmente para la industria. El mayor tamaño de grano de trigo suele ser preferidos en la producción de harinas debido a su capacidad nutrientes (Carrillo, 2017).

De esta forma nuestros resultados demuestran que las accesiones de trigo duro; A-01, A-02, A-03, presentan un tipo de grano deseado para la industria al igual las accesiones de trigo harinero H-04-UEB y INIAP -IMBABURA 2014.

4.1.3.2. Variables agronómicas de líneas de trigo harinero

Figura 8

Respuesta estadística para días al espigamiento (DE) en las accesiones de trigo harinero.



En la Figura 8., en cuanto a DE, en las accesiones de trigo harinero se observaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 0.70%. El mayor promedio de días al espigamiento entre las accesiones fue H-04-UEB con 79 días, seguido de las accesiones H-01-UEB y TA-20-003 con 73 días, mientras que la variedad INIAP -IMBABURA 2014 presentó 72 días y la accesión que registró el promedio más bajo en la investigación siendo la más precoz fue la TA-18-008 con 69 días.

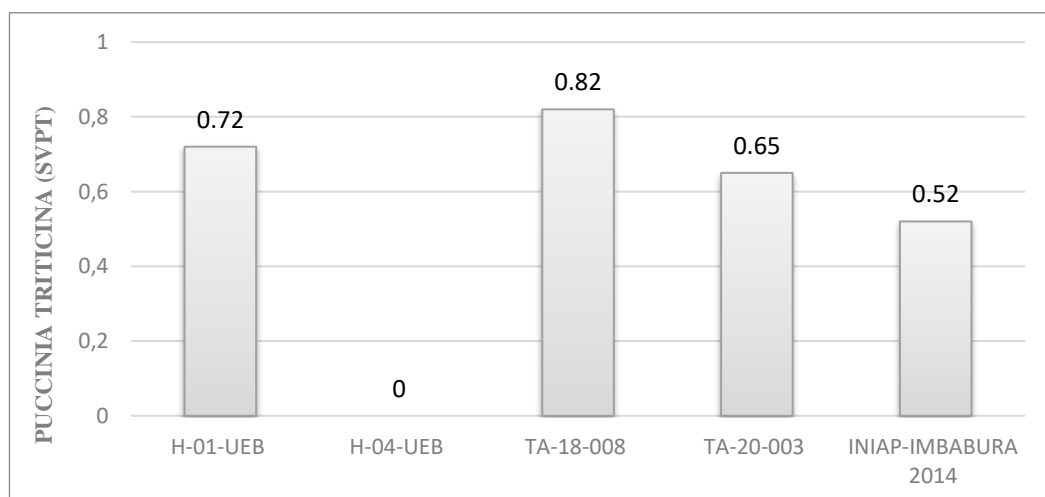
Se puede establecer que la accesión H-04-UEB presentó mayor número de días al espigamiento, lo que sugiere que esta accesión tiene una fase vegetativa más prolongada. Esto podría ser ventajoso en ciertas condiciones donde una mayor

acumulación de biomasa antes del espigamiento es deseable, mientras la accesión TA-18-008 fue la más precoz, al ser beneficioso en regiones donde se necesita un ciclo de cultivo más corto para evitar condiciones adversas como sequías o heladas tardías.

Los días al espigamiento son fundamental para los agricultores al momento de seleccionar variedades que se adapten a las condiciones específicas de su región y a su calendario de siembra y cosecha. Variedades más precoces son preferidas en regiones con estaciones de crecimiento más cortas o donde se buscan dobles cultivos en una misma temporada (Asaquiabay, 2016).

Figura 9

Respuesta estadística para la severidad de Puccinia triticina (SVPT), de las accesiones de trigo harinero.



En la Figura 9., de acuerdo a los resultados observados, la variable SVPT fue altamente significativas. La menor severidad fue observada en la accesión H-04-UEB con 0 % y la variedad INIAP – IMBABURA 2014 con 0,52%. Las accesiones TA-18-008 y H-01-UEB fueron más susceptibles a esta enfermedad comparada con la accesión H-04-UEB.

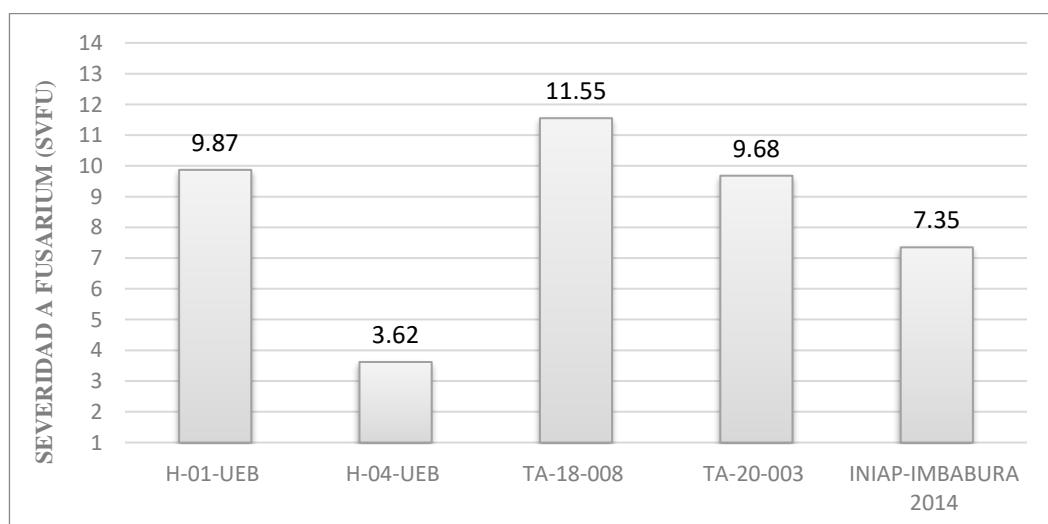
La roya de la hoja producida por *Puccinia triticina*, es una enfermedad que afecta durante el ciclo de cultivo de trigo. Al comprometer el área foliar, estos hongos

tienen un impacto significativo en los rendimientos del cultivo, ya que afectan la fotosíntesis y, por lo tanto, el rendimiento.

Por lo tanto, conforme a los resultados obtenidos en esta investigación se observó que la accesión H-04-UEB y la variedad INIAP – IMBABURA 2014 presentaron menor severidad lo que indica que estas accesiones pueden estar asociadas con algún grado de tolerancia a la misma. La resistencia genética o la tolerancia de las variedades de trigo son factores clave para el manejo de esta enfermedad (Almaraz, 2022).

Figura 10

Respuesta estadística para severidad a fusarium (SVFU) en las accesiones de trigo harinero.



En la Figura 10., en cuanto a SVFU, existieron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 19.88 %. La menor severidad observada fue de la accesión H-04-UEB con 3.62% seguido de la variedad INIAP – IMBABURA 2014 con 7.35%, comparado con la accesión TA-18-008. Mientras que la accesión TA-18-008 presentó alta severidad desde el inicio de la evaluación hasta el final de la misma al igual que la H-01-UEB.

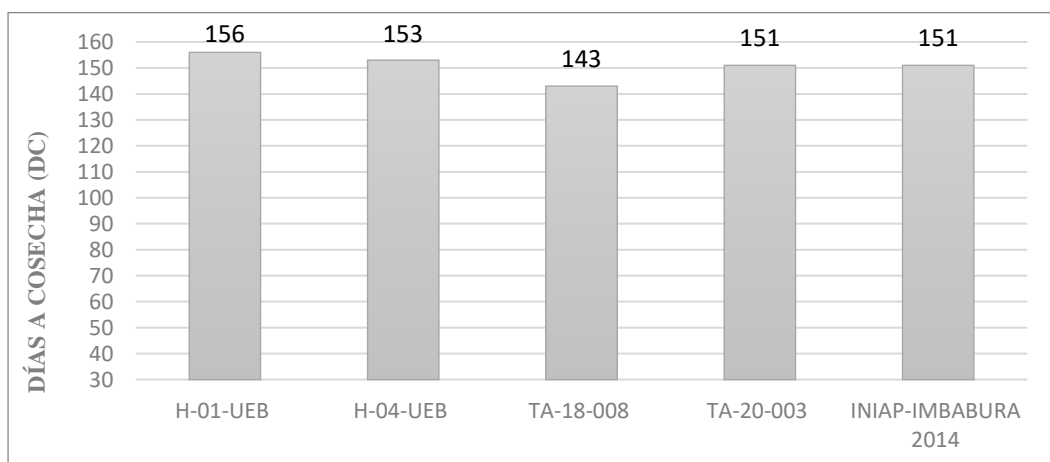
Las accesiones H-04-UEB y la variedad INIAP – IMBABURA 2014 exhibieron los menores niveles de severidad a *Fusarium*, con porcentajes de 3.62% y 7.35%, respectivamente. Esto indica que estas variedades podrían poseer tolerancia a la

enfermedad, lo que las hace menos susceptibles a la enfermedad, en comparación de las accesiones TA-18-008 y H-01-UEB que presentaron valores superiores al 10% que deben ser tomadas en cuenta ya que pueden ser indicadores de baja tolerancia y causando pérdidas de rendimientos y rentabilidad en los sistemas de producción de trigo.

Es importante tener variedades resistentes a esta enfermedad porque el *fusarium* puede reducir la capacidad de la planta para acumular nutrientes y pueden afectar negativamente la calidad del grano, incluido su peso y proteínas (Guerrero, 2022).

Figura 11

Respuesta estadística para días a la cosecha (DC) en las accesiones de trigo harinero.



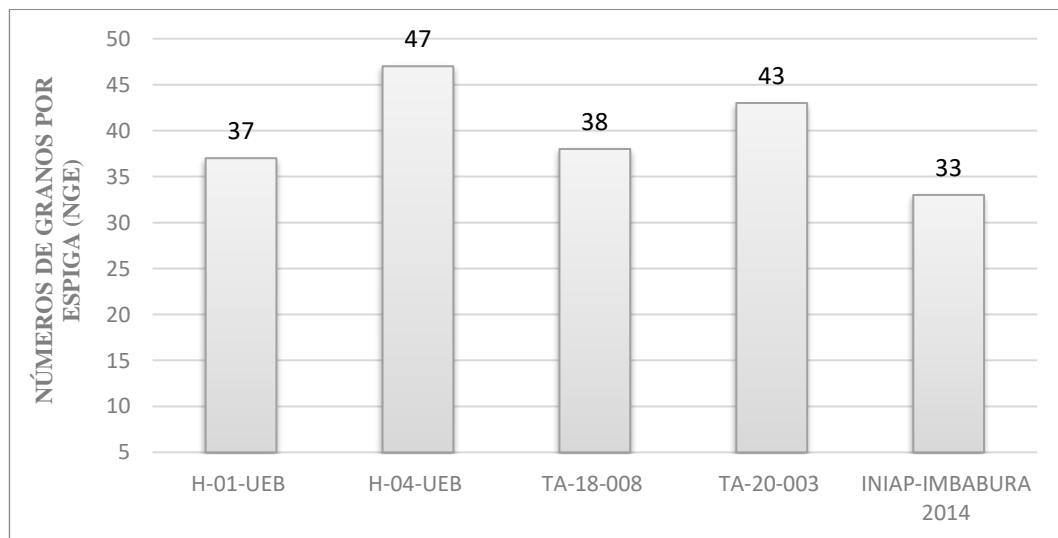
En la Figura 11., en cuanto a DC, en las accesiones de trigo harinero se observaron diferencias altamente significativas, con un coeficiente de variación de 1.90%. El mayor promedio registró la accesión H-01-UEB con 156 días, seguido de la H-04-UEB con 153 días, mientras que la variedad INIAP -IMBABURA 2014 y TA-20-003 presentaron 151 días y la TA-18-008 con 143 días fue la accesión que registró el promedio más bajo en la presente variable siendo la más precoz a la cosecha.

Esta característica puede ser beneficiosa en zonas con temporadas de crecimiento más cortas o donde se necesita evitar condiciones adversas al final del ciclo, características que otorga competitividad a los materiales analizados frente a otros tipos de germoplasma locales.

Conocer los días a la cosecha de diferentes accesiones permite a los agricultores planificar mejor sus prácticas de manejo. Por ejemplo, la aplicación de fertilizantes y el riego pueden ser ajustados para coincidir con las etapas críticas del desarrollo del cultivo, optimizando así el rendimiento (Wikifarmer, 2018).

Figura 12

Respuesta estadística para números de granos por espiga (NGE) en las accesiones de trigo harinero.

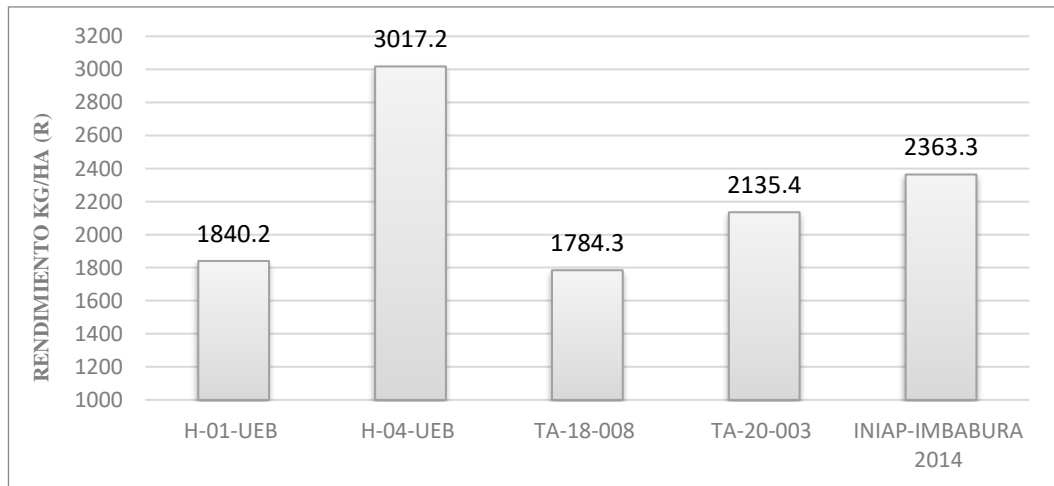


En la Figura 12., en cuanto a NGE, fue altamente significativa, con un coeficiente de variación de 10.22 %. El mayor promedio de número de granos por espigas correspondió a la H-04-UEB con 47 granos, seguido de la TA-20-003 con 43 granos, TA-18-008 con 38 granos y la accesión H-01-UEB con solo 37 granos, el menor promedio de 33 granos por espiga lo registró la variedad INIAP-IMBABURA.

Con este resultado se resalta que las accesiones H-04-UEB y TA-20-003 presentan características morfológicas y agronómicas deseadas en comparación con las otras accesiones y superiores a la variedad INIAP IMBABURA 2014. El número de grano por espiga dependerá del llenado de la misa, de su tamaño y estructura morfológica, entendiendo que H-04-UEB, es un material con un gran potencial de adaptación en Tungurahua (YARA, 2016).

Figura 13

Respuesta estadística para el rendimiento (R), de las accesiones de trigo harinero.



En la Figura 13., en cuanto a R, fue altamente significativo, con un coeficiente de variación de 19.27 %. El tratamiento que presentó el mayor promedio de rendimiento entre las accesiones fue la H-04-UEB con 3017.2 kg ha⁻¹, seguido por la variedad INIAP – IMBABURA 2014 con 2363.3 kg ha⁻¹. El tratamiento que menor promedio obtuvo fue la accesión TA-18-008 con 1784.3 kg ha⁻¹.

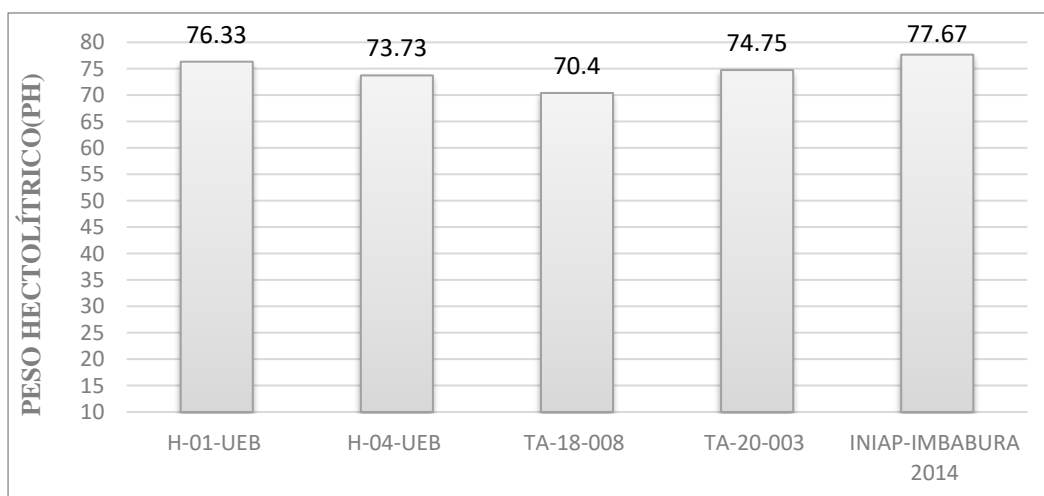
El tratamiento H-04-UEB es un material semitardío, cuyas características podrían estar influenciadas de manera positiva en su rendimiento, además de inferir una adaptación general positiva bajo las condiciones de Santa Rosa en la provincia de Tungurahua. Es necesario validar estos tratamientos en parcelas de investigación y de multiplicación comercial en el futuro.

Es importante comparar los rendimientos con otras provincias productoras de trigo en el Ecuador, en Bolívar, un estudio sobre 106 accesiones de trigo en Naguan mostró variaciones significativas en los rendimientos según la variedad y las condiciones locales, comparables a los de Tungurahua. En Chimborazo, los rendimientos varían entre 2000 y 2800 kg ha⁻¹, influenciados por la altitud y las prácticas agronómicas. En Carchi, con prácticas agrícolas avanzadas, los

rendimientos pueden superar los 3000 kg ha⁻¹. La accesión H-04-UEB de Tungurahua destaca por su rendimiento competitivo en todas estas regiones, subrayando la importancia de seleccionar accesiones adaptadas localmente para optimizar la productividad del trigo en Ecuador. (Silva, 2020).

Figura 14

Respuesta estadística para el peso hectolítrico (PH), de las accesiones de trigo harinero.



En la Figura 14., en cuanto a PH, fue altamente significativa, con un coeficiente de variación de 3.11 %. El mayor promedio registró la variedad INIAP -IMBABURA 2014 con 77.67 kg hL⁻¹, seguido de la accesión H-01-UEB con 76.33 kg hL⁻¹, TA-20-003 con 74.75 kg hL⁻¹ y 73.73 kg hL⁻¹ la accesión H-04-UEB. La accesión que registró el promedio más bajo fue la TA-18-008 con 70.4 kg hL⁻¹.

INIAP -IMBABURA 2014 registró los mejores resultados, la misma que puede ser de gran interés para el cultivo de variedades que cumplan las expectativas de productores y la agroindustria, sin descartar los buenos promedios de las líneas que desde este aspecto se presentan como candidatos positivos para formar parte de las nuevas variedades de la localidad.

El PH, es el peso del grano en un volumen específico. Es decir que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del producto. Este parámetro considera a los factores claves el llenado del grano (Escobar, 2018).

4.1.4. Análisis de correlación y regresión lineal para líneas de trigo duro y harinero

De acuerdo al análisis estadístico para las líneas de trigo duro no existe correlación entre los componentes evaluados y el rendimiento.

Tabla 3

Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) para las accesiones de trigo harinero en el rendimiento que presentaron diferencias significativas positivas o negativas en relación al peso hectolítrico (PH), número de granos por espiga (NGE), (variable dependiente Y).

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R² %)
(PH)	0.31*	0.0948	9.48%
(NGE)	0.38 *	0.1433	14.33%

Nota: *= significativo

Coefficiente de correlación (r)

En esta investigación la variable que registró una relación significativa (*) y positiva con el rendimiento fueron: peso hectolítrico (PH) y número de granos por espiga (NGE) (Tabla 3).

Coefficiente de regresión (b)

Las variables que contribuyó a incrementar el rendimiento fueron: peso hectolítrico (PH) con un coeficiente de regresión de 0.0948, número de granos por espiga (NGE) con 0.1433 (Tabla 3).

Coefficiente de determinación (%)

El mayor incremento de rendimiento se obtuvo en la variable: NGE con un valor de coeficiente de determinación (R²) de 14.33 %, esto quiere decir que en un 14.33% de incremento en el rendimiento se debe a NGE (Tabla 3).

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados de los análisis estadísticos, muestran diferencias significativas a nivel de los tratamientos en estudio 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 tienen un impacto significativo en la respuesta agronómica del cultivo de trigo duro y harinero en la zona agroecológica de Santa Rosa-Tungurahua, misma que depende de la accesión.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de las accesiones de trigo duro y harinero en la zona agroecológica de Santa Rosa - Tungurahua, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- Las variables días al espigamiento (DE), días a la cosecha (DC) y longitud de la espiga (LE) permiten caracterizar a las accesiones de trigo duro, ya que presentaron diferencias significativas; siendo que las accesiones con mayor rendimiento fueron las variedades A-02 con 2521.9 kg ha⁻¹ y, A- 04 con 2169.6 kg h⁻¹.
- En relación a las variables morfológicas se observó que las accesiones de trigo duro A-03, A-04 y variedad UEB CARNAVALERO presentaron un tallo fuerte lo que indica que las plantas tienen tallos resistentes, robustos que soportan el viento, el acame.
- En las accesiones de trigo harinero los componentes agronómicos caracterizados mostrando significancia son: días al espigamiento (DE), días a la cosecha (DC), rendimiento (R), peso hectrolítrico (PH), numero de granos por espigas (NGE), severidad a roya y machas foliares.
- Las accesiones de trigo harinero H-04-UEB y la variedad INIAP – IMBABURA 2014 mostraron baja severidad a *Fusarium* y *Puccinia triticina* lo que sugiere una posible tolerancia a estas enfermedades en comparación con la accesión TA-18-008, mientras que para el trigo duro las enfermedades se comportaron de una forma similar estadísticamente.

- Las variedades de trigo harinero mostraron un rendimiento de 3017.2 kg ha⁻¹ para la variedad H-04-UEB, y 2363.3 kg ha⁻¹ para la variedad INIAP-IMABABURA 2014. Estas variedades superaron a las demás accesiones en la zona agroecológica estudiada. Además, las accesiones evaluadas presentaron granos grandes, bien formados y limpios, con tallos fuertes y robustos capaces de soportar el viento. Esto indica una mejor adaptación a la zona de cultivo.
- La valoración agronómica realizada proporciona una base sólida para la selección de accesiones de trigo duro y harinero que sean altamente productivas y bien adaptadas a las condiciones específicas de Santa Rosa-Tungurahua. La accesión H-004-UEB destaca como un candidato prometedor.
- Los resultados de la valoración agronómica de diez accesiones de trigo harinero y duro en Tungurahua muestran ciertas accesiones que tiene un rendimiento competitivo en comparación con las principales provincias productivas de trigo en Ecuador. Esto sugiere que estas accesiones no solo son adaptables a las condiciones específicas de Tungurahua, sino que también podrían tener un buen desempeño en otras regiones con condiciones agroecológicas similares.
- Futuras investigaciones podrían enfocarse en la validación de estas accesiones en parcelas de investigación y de multiplicación comercial en diferentes provincias para confirmar su adaptabilidad y rendimiento.

5.2. RECOMENDACIONES

- Priorizar el cultivo de las accesiones de trigo harinero H-04-UEB y la variedad INIAP – IMBABURA 2014 en zonas propensas a enfermedades como *Fusarium* y *Puccinia triticina*, debido a su baja severidad a estas enfermedades, lo que sugiere una posible tolerancia y podría resultar una reducción del uso de fungicidas y una mayor estabilidad en el rendimiento.
- Fomentar programas de mejoramiento genético que incorporen las características agronómicas deseables de las accesiones de trigo duro (A-02 y A-04) y trigo harinero (H-04-UEB e INIAP – IMBABURA 2014). Estas características incluyen un mayor rendimiento, resistencia a enfermedades y tallos fuertes, robustos y resistentes, lo que contribuirá a la mejora continua de las variedades de trigo y su adaptación a diferentes condiciones agroecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aapresid. (2023). La amenaza subterránea: gusanos blancos en trigo principales plagas que afecta a los cereales de invierno en sus primeros estadios de crecimiento. Recuperado de <https://www.aapresid.org.ar/blog/amenaza-subterranea-gusanos-blancos-trigo>
- AgroActivo. (2020). ¿Como combatir la mosca blanca?. Recuperado de <https://agroactivocol.com/produccion-agricola/como-combatir-la-mosca-blanca/>
- Agronomia. (2018). Morfología y Fisiología del Trigo. Recuperado de <https://www.xn--agronoma-i2a.com/2021/02/trigo.html>
- AGROPAL. (2020). Agropecuaria Palentina Sociedad Cooperativa. La importancia de un buen ahijado de los cereales. Recuperado de https://www.agropal.com/servicios_noticias_d.shtml?idboletin=891&idseccion=4430&idarticulo=144443
- Almaraz, M. H. (2022). El trigo como grano básico y su importancia a nivel mundial. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/red-forbes-el-trigo-como-grano-basico-y-su-importancia-a-nivel-mundial/>
- Alvarenga, A. (2018). Incidencia de hongos del complejo *Fusarium* gramínearum y acumulación de Deoxinivalenol en líneas de trigo. Investigación Agraria, 16(1), 43-48. Recuperado de http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S230506832014000100006&lng=en&tlng=es.
- Asaquibay, C. (2016). Validación de seis líneas promisorias más dos testigos de trigo en las provincias de Imbabura, Chimborazo y Bolívar. Quito. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4194>
- Borja. (21 de Julio de 2021). Plagas y enfermedades de la cebada. Recuperado de <https://agrospray.com.ar/blog/enfermedades-de-la-cebada/>

- Burgos. (2019). Roya negra o roya del tallo en Cereales. Recuperado de plagas.itacyl: <https://plagas.itacyl.es/roya-negra-o-roya-del-tallo>
- Caiza, F. (2024). Zonas Productivas de Trigo de La Parroquia Santa Rosa. Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Camarena, M. F., & Sevillano, R. (2017). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Peru. Recuperado de https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
- Campaña, E. (2020). La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%2016%20La%20cebada.pdf>
- Castillo, L. (2020). Adaptación de setenta y dos líneas promisorias de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) Acceso 02 – 2019 ABE InBev en la granja experimental Tunshi, Cantón Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17175/1/13T00987.pdf>
- Chávez, E. (2020). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Obtenido de <https://hannainst.ec/blog/agricultura-e-hidroponia-boletines/medicion-de-nutrientes-esenciales-del-suelo/>
- Cherlinka, V. (2023). Cultivo De Trigo: Como Sembrar, Manejar Y Cosechar. Recuperado de EOSDA: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-trigo/>
- Chura, N. H. (2023). Análisis complejo productivo del trigo. La Paz - Bolivia. Recuperado de <https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2023-2ee07-Analisis-del-complejo-productivo-del-trigo.pdf>
- CIMMYT. (2023). Factores que influyen en el secado del grano. Recuperado el febrero de 2024, de [cimmyt.org: https://www.cimmyt.org/es/noticias/factores-que-influyen-en-el-secado-del-grano/](https://www.cimmyt.org/es/noticias/factores-que-influyen-en-el-secado-del-grano/)
- Coltan, P. (2022). Producción Mundial de Cebada 2022/2023. Recuperado de <http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/cebada.aspx>

- Durango, J. (2019). Roya amarilla de la cebada *Puccinia striiformis*. Recuperado de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=115#:~:text=S%C3%ADntomas%20y%20signos,ciclo%20aparecen%20las%20p%C3%BAstulas%20negras.
- Escobar, F. (2018). Efecto de la densidad de siembra de tres variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con respecto a sus parámetros productivos y composición química bromatológica. Universidad Nacional De Huancavelica.
- EuroChem. (2018). La roya amarilla del trigo: características, situación actual y claves para el control. Recuperado de <https://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/131497-La-roya-amarilla-del-trigo-caracteristicas-situacion-actual-y-claves-para-el-control.html>
- Famagro. (2021). Cómo afectan los nematodos a tu cultivo. Recuperado de <https://elproductor.com/2021/02/como-afectan-los-nematodos-a-tu-cultivo/>.
- FAO. (2018). Los fertilizantes y su Uso, Fundamento de la necesidad de fertilizantes (aumento de la producción y aumento del ingreso de los agricultores). Quebec. Recuperado de <https://www.fertilizer.org>
- FAUBA. (2018). Carbón volador o suelto del trigo (*Ustilago tritici*). Recuperado de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=212
- Fava, F. (2010). Gusanos blancos en trigo. I. J. Fava F. D. Boletín n° 4 Centro Regional Córdoba. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/29-gusano_blanco_del_trigo.pdf
- Franquesa, M. (2022). ¿Qué es el Carbon Volador en la agricultura?. Recuperado de <https://www.agroptima.com/es/blog/carbon-volador/>
- Garófalo, H. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales INIAP. Manual N° 111. recuperado de <https://repositorio.inia.gob.ec/handle/41000/5391>

- Garrido, B. (2017). Evaluación del comportamiento agronómico y cinco niveles de fertilización en dos variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, Provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8177>
- Gasparotto, G. (2014). Respuesta agronómica en trigo a diferentes densidades de siembra en lotes con ondulaciones. Sistemas Agrícolas. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1732/Gasparotto%20-%20Respuesta%20agron%C3%B3mica%20en%20trigo%20a%20diferentes%20densidades..%20%20.pdf?sequence=1>
- Gonzales, B. A. (2018). Adaptación del Trigo (*Triticum*) en Diferentes Épocas y Localidades, Provincia de Santa Elena., Ecuador.
- Guerrero, D. G. (2022). Valoración agronómica y fitosanitaria de 106 accesiones de avena (*avenasativa*), trigo (*Triticuma estivum*)y cebada (*Hordeum vulgare*) en la localidad de Naguan Provincia Bolívar . Recuperado de (Tesis): <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4462>
- Icarito. (2022). Trigo: Origen e historia, granos más ampliamente producidos en el Mundo. Recuperado de <https://www.icarito.cl/2010/04/21-9036-9-el-trigo.shtml/>
- InfoAgro. (2019). El cultivo de trigo. Industria de los cereales y derivado. Recuperado de <https://infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- INIAP. (2014). Nueva variedad de trigo de grano rojo para zonas trigueras del Ecuador. E. Falconi. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3293/1/iniapscpl412.pdf>
- INIAP. (2019). Parámetros de Evaluación de cereales. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5391/1/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL.pdf>

- INIAP. (2022). INIAP Cañicapa 2003: La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2591>
- Ivanchuk, N. (2024). Cultivo De Trigo: Como Sembrar, Manejar y Cosechar. Recuperado de <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-trigo/>
- Kinlen, A. (2022). ¿Qué le sucede al trigo cuando se cultiva en un clima cálido y seco?. Recuperado de <https://mundoagropecuario.com/que-le-sucede-al-trigo-cuando-se-cultiva-en-un-clima-calido-y-seco/>
- Lezaun, J. (2016). Una plaga de alto impacto Áfidos o Pulgones los temibles enemigos del trigo y los cereales. Recuperado de <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pulgon-de-la-espiga>
- Luis Ponce-Molina, J. G. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5391/1/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL.pdf>
- MAGAP. (2022). Cultivo de trigo. Molienda de cereales, producción de harina, semolina, sémola y gránulos de: trigo, centeno, avena, maíz y otros cereales. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Trigo.pdf>
- MAG. (2024). Superficie de trigo en Tungurahua. Recuperado de Geoportal del Agro Ecuatoriano del Ministerio de Agricultura y Ganadería: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Marchesi, E. (2008). El correcto uso del Glifosato. Recuperado de https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R97/R97_39.htm
- Marquez, C. (2018). La siembra de trigo toma impulso en Chimborazo. revista lideres. Recuperado de <https://www.revistalideres.ec/lideres/siembra-trigo-toma-impulso-chimborazo.html>

- Martínez, A., & Lara, M. (2018). Morfología y fisiología del Trigo . Recuperado de USDA Departamento de agricultura de Estados Unidos <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>
- Masabanda, S. (2023). Evaluación de un biofertilizante a base de: *Bacillus subtilis* + *Pseudomonas fluorescens* (*Triticum aestivum* L.), En dos tiempos de aplicación y con el uso de materia orgánica, najo invernadero en la estación experimental Santa Catalina. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10676/1/PC-002784.pdf>
- Miño, T. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021 - 2022. Proyecto de Investigación (Tesis). Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9479/1/PC-002425.pdf>
- Miramontes, J. A. (2014). El cultivo de Trigo (*Triticum aestivum*; *Triticum turgidum*). Recuperado de <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20TRIGO.pdf>
- Moreno. (2007). Evaluación de la calidad de harinas de tres variedades de trigo (*triticum vulgare*), cultivadas en la provincia Bolívar para la elaboración de productos sucedáneos del pan. Revista De Investigación Talentos, 94-102. Recuperado de <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/90>
- Moreta. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache. Latacunga, Cotopaxi, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/784/1/13T0706%20.pdf>
- Moreta, P. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021 -2022. Proyecto de Investigación . Recuperado de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9479/1/PC-002425.pdf>

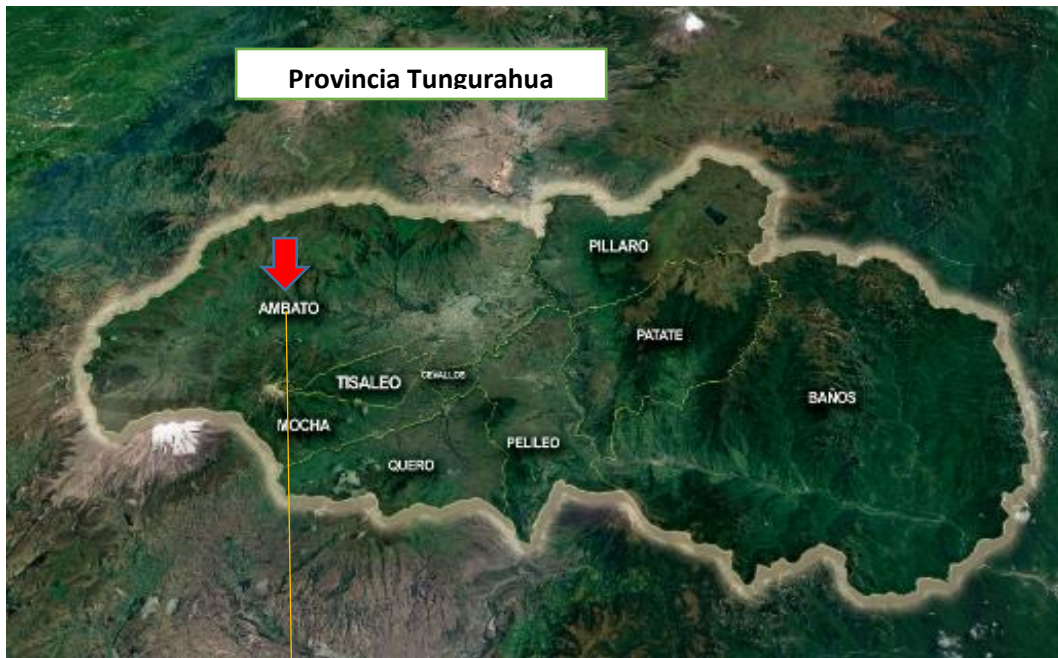
- Navarro, F. (2019). Virus del enanismo amarillo en la cebada Barley yellow dwarf, DYDV. Recuperado de <https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv>
- PDOT Santa Rosa. (2023). Sistema Nacional de Informacion climática. Recuperado de SNI: <https://diocesisambato.org/locations/santa-rosa/>
- Peñañiel, R. E. (2018). Cultivo de Trigo. Guía y recomendaciones para su productividad. Recuperado de <https://rkd.es/blog/cultivo-de-trigo/#:~:text=Terreno%20ideal%20para%20el%20cultivo%20de%20trigo&text=El%20terreno%20ideal%20es%20el,para%20que%20suministre%20abono%20verde.>
- Perez, F. (2017). Morfogénesis, crecimiento y desarrollo reguladores del crecimiento. Fisiología de la germinación. Recuperado de <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3201/000026083L.pdf?sequence=7&isAllowed=y>
- Pistoni, L. (2021). Sistemática vegetal, Características generales de la especie. Cultivo de Trigo. Recuperado de <https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/11/Cultivo-de-Trigo.pdf>
- Ponce. (2019). Evaluación del comportamiento Agronómico de cuatro líneas promisoras y una variedad de trigo durum bajo las condiciones agroclimáticas de la estación experimental Santa Catalina-INIAP. Latacunga, Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/12140/1/PC-003273.pdf>
- Ponce, L. M., & Garófalo, J. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales (Manual No.111 ed.). Quito, Ecuador: INIAP. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Ponce, M. L., & Garófalo, J. (2022). Trigo (*Triticum aestivum* L.): Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos. Mejía, Pichincha, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/5975/1/gu%C3%ADa%20trigo_compressed.pdf

- Prillwitz. (2018). Limpieza de granos de cereales. Recuperado de <https://www.prillwitz.com.ar/limpieza-de-granos/>
- PROAIN. (2020). Proain tecnología agrícola. Ciclo biológico de la mosquita blanca y sus afectaciones en la agricultura. Recuperado de <https://proain.com/blog/notas-tecnicas/ciclo-biologico-de-la-mosquita-blanca-y-susafectaciones-en-la-agricultura>
- Rodríguez. (2018). La flor del trigo: belleza en los campos. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/395328778/Cultivos-Hilcias-Trabajo-Completo>
- Rodríguez, G. M. (Noviembre de 2020). Tratamiento químico en la semilla de trigo para disminuir la incidencia de bacterias. Revista mexicana de fitopatología, 239-249. Recuperado de <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2001-5>
- Rueda, D. (2018). Botánica sistémica. Cultivo de trigo. Latacunga : ISBN: 978-9978-301-56-2. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/10180/1/Bot%C3%A1nica%20sist%C3%A9mica.pdf>
- Segnana, G. (2015). Incidencia del virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV) en cultivos de trigo (*Triticum* spp). Recuperado de <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2015.junio.60-64>
- Silva, P. &. (2020). Potencial agronómico de la accesión H-04-UEB en diversas regiones de Ecuador. Recuperado de (Tesis): https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4445/1/TESIS_MAHOLY%20VERA...pdf
- Sodebur. (s.f.). Encañado del Trigo. Recuperado de <https://sodebur.es/he-ramientas/bioeconomia/cultivos-trigo-de-fuerza/descripcion/>
- Toribio, M. (2020). Fertilización del cultivo de trigo. Investigación y desarrollo. Recuperado de <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/07/bt-n-10-fertilizacion-del-cultivo-de-trigo-2007-comprimido.pdf>
- USDA. (2016). Morfología y fisiología del trigo. Recuperado de <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/#:~:text=%2DGrano%3a%20El%20fruto%20es%20un,la%20masa%20principal%20del%20grano.>

- Vajaña, O. (2018). Guía de síntomas y daños de la de la roya del tallo. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466581/26_GDSyD-RNTT_Puccinia_graminis_f._sp._tritici_Ug99V2.pdf
- Wikifarmer. (2018). Requisitos y métodos de riego del trigo. Recuperado de <https://wikifarmer.com/es/requisitos-y-metodos-de-riego-del-trigo/>
- Wikifarmer. (2019). Preparación del suelo de trigo, requisitos del suelo y requisitos de siembra. (e. d. Wikifarmer, Editor). Recuperado de <https://wikifarmer.com/es/preparacion-del-suelo-de-trigo-requisitos-del-suelo-y-requisitos-de-siembra/>
- YARA. (2016). Clasificación de trigo. Tipos de trigo a través de los años que dominan el área de producción. Recuperado de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/clasificacion-de-trigo/>
- YARA. (2022). La producción mundial de trigo. Recuperado de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/produccion-mundial-de-trigo/>
- Yara. (2023). Desarrollo histórico del trigo, principales cereales producidos globalmente junto con maíz y cebada. Recuperado de <https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/trigo/desarrollo-historico-del-trigo/>
- YaraEcuador. (2018). Crecimiento y desarrollo del trigo. Etapa llenado de granos de trigo. Recuperado de [https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/llenado.htm#:~:text=Las%20espigas%2C%20al%20acercarse%20a,de%20humedad%20\(Figura%2023\).](https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/llenado.htm#:~:text=Las%20espigas%2C%20al%20acercarse%20a,de%20humedad%20(Figura%2023).)

ANEXOS

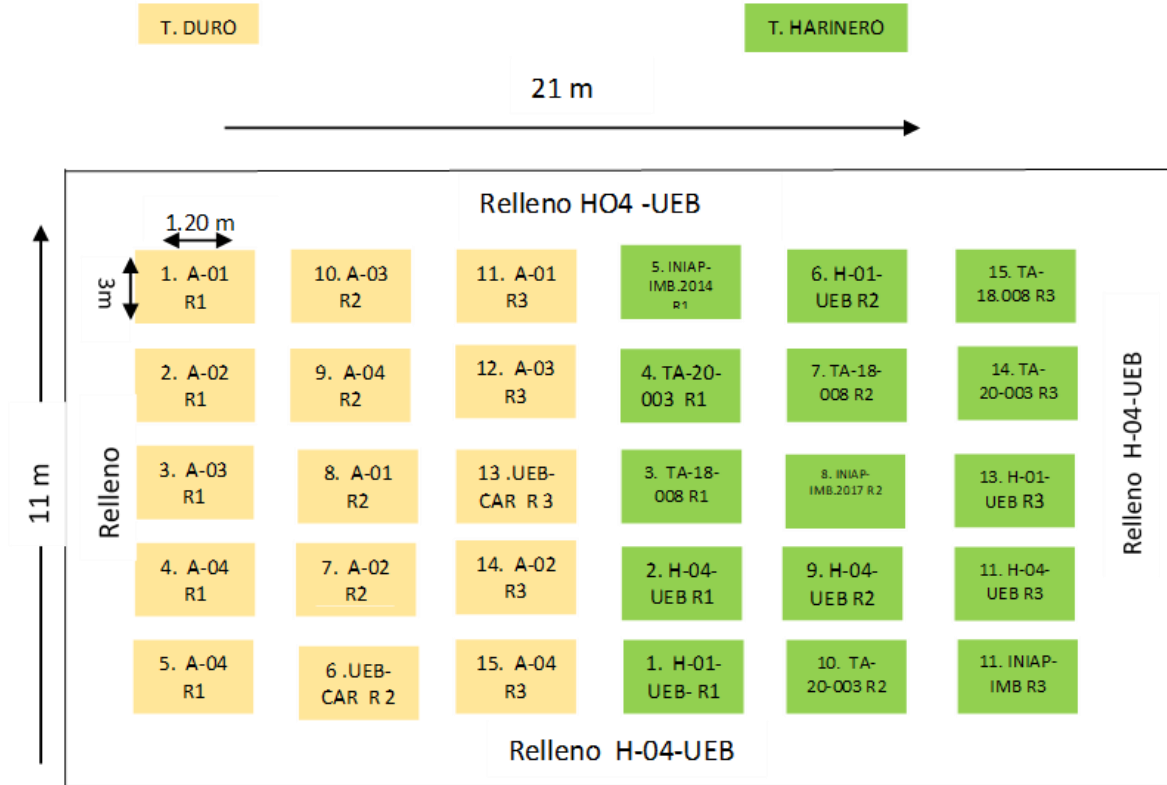
Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Santa Rosa

Fuente: Google

Anexo 2. Croquis del ensayo



Anexo 3. Base de datos de las variables evaluadas

Base de datos trigo duro.

Trata	Repeti	Codigo	(PE)	Vigor	Habito	(DE)	(DC)	(AP)	(TP)	(RP)	Kg/ha (RH)	kg.hl (PH)	(LE)(cm)	(NGE)	(NEMC)	(TG)	(SVMF)	(SVPS)	(SVPT)	(SVFU)	BYDV
1	1	A-01	98,00	1	1	71	151	90.18	1	867.3	2290.09	80.83	6.65	30.6	338	1	6.56	0.45	0.5	4.2	1
2	1	A-02	98,00	1	1	71	151	88.52	1	1104.1	2922.41	77.5	7.6	44.6	319	1	8.90	0.05	0.05	4.2	1
3	1	A-03	98,00	1	1	71	151	82.19	1	636.9	1671.56	80.6	6.35	31	307	1	9.01	0.1	0.1	4.9	1
4	1	A-04	97,00	1	1	74	155	85.47	1	774.6	2047.79	73	7.3	31	410	2	4.10	0.4	0.4	8.05	1
5	1	UEB-CAR	98,00	1	1	69	143	74.73	1	600.8	1628.61	74	8.75	31.5	407	1	9.60	0	0	10.85	1
1	2	A-01	75,00	1	1	73	149	64.22	2	683.9	1816.74	63.2	6.55	30.3	328	1	54.14	0.2	0.15	7.7	6
2	2	A-02	98,00	1	1	74	151	77.82	2	851.23	2285.71	70.2	7.1	34.6	310	3	16.13	0.55	0.55	8.75	2
3	2	A-03	90,00	1	1	71	151	81.05	1	642.8	1705.51	73.2	6.9	42	242	1	80.805	0	0.6	5.95	1
4	2	A-04	98,00	1	1	74	155	88.15	1	820.2	2189.3	74.58	7.2	35.4	324	1	3.75	0	0	5.95	1
5	2	UEB-CAR	98,00	1	1	69	143	75.8	1	843.5	2235.33	77.68	8.93	36	468	1	7.847	0.5	0.45	6.65	1
1	3	A-01	80,00	1	1	71	151	89.91	1	715.8	1903.77	71.74	7.4	41.1	310	2	5.853	0.5	0.5	6.65	1
2	3	A-02	98,00	1	1	73	151	70.78	2	873.8	2357.47	73.85	6.3	28.9	308	3	249.985	0	0	9.8	5
3	3	A-03	79,00	1	1	72	151	81.98	1	733.2	1928.98	75.2	6.95	34.3	298	1	16.403	0.65	0.65	6.3	1
4	3	A-04	99,00	1	1	74	155	72.73	2	859.2	2271.68	73.79	6.65	25.5	209	2	332.025	0	0	7	5
5	3	UEB-CAR	90,00	1	1	69	143	73.72	1	863.1	2292.78	80.6	7.58	29.4	314	3	119.485	0.5	0	10.5	5

Base de datos trigo harinero.

Trata	Repeti	Codigo	(PE)	Vigor	Habito	(DE)	(DC)	(AP)	(TP)	(RP)	Kg/ha (RH)	kg.hl (PH)	(LE) (cm)	(NGE)	(NEMC)	(TG)	(SVMF)	(SVPS)	(SVPT)	(SVFU)	BYDV
1	1	H-01-UEB	95,00	1	1	74	151	66.75	1	652.2	1720.04	75	9.41	32.6	352	3	26.67	0	0.75	9.45	1
2	1	H-04-UEB	98,00	1	1	79	158	97.7	1	1297.27	3566.25	75.35	10.4	47.9	325	2	9.14	0	0	2.8	1
3	1	TA-18-008	95,00	1	1	69	143	83.75	2	689.5	1862.44	70.6	9.85	37.9	358	2	27.58	0.65	0.85	13.3	1
4	1	TA-20-003	95,00	1	1	73	151	82.37	1	778.8	2096.20	77.25	8.75	34.9	285	2	24.37	0.55	0.35	12.6	1
5	1	INIAP-IMB.2014	95,00	1	1	72	151	78.15	1	719.7	1923.34	76	9.15	29.8	315	2	29.88	0.25	0.35	7.35	1
1	2	H-01-UEB	95,00	1	1	74	158	80.3	1	639.2	1681.68	77	9.45	41.1	283	3	21.01	0.5	0.95	12.45	1
2	2	H-04-UEB	98,00	1	1	79	151	87.8	1	1162	3212.94	74.64	10.5	47.7	332	2	63.225	0	0	3.5	1
3	2	TA-18-008	95,00	1	1	69	143	88.97	1	666.6	1800.59	69.8	10.6	37.8	335	2	34.375	0.3	1.15	11.9	2
4	2	TA-20-003	98,00	1	1	73	151	77.8	1	847.5	2232.40	71	11	49	234	2	9.37	0.8	0.65	8.4	1
5	2	INIAP-IMB.2014	98,00	1	1	72	151	81.1	1	1139	3047.52	80	9.6	29.6	428	1	7.846	1	0.75	7	6
1	3	H-01-UEB	98,00	1	1	72	158	87.5	1	770.8	2118.96	77	9.5	38.1	283	1	11.36	0.85	0.45	7.7	1
2	3	H-04-UEB	98,00	1	1	79	151	88.8	1	852.37	2272.44	71.19	9.35	45.5	398	2	3.51	0	0	4.55	1
3	3	TA-18-008	98,00	1	1	69	143	92.71	1	631.6	1689.91	70.8	9.95	37.6	316	2	14.997	0.65	0.45	9.45	5
4	3	TA-20-003	98,00	1	1	73	151	89.55	1	781.1	2077.45	76	10.45	44.4	311	2	9.60	0.7	0.95	8.05	5
5	3	INIAP-IMB.2014	98,00	1	1	72	151	87.5	1	770.8	2118.96	77	9.5	38.1	360	1	11.363	0.85	0.45	7.7	1

Anexo 4. Fotografías



Identificación, limpieza y preparación del terreno



Nivelación del terreno



Trazado de parcela



Siembra y fertilización



Riegos

Evaluación de variables morfológicas del cultivo



Porcentaje de emergencia, vigor y hábito de crecimiento



Control de malezas (a mano)

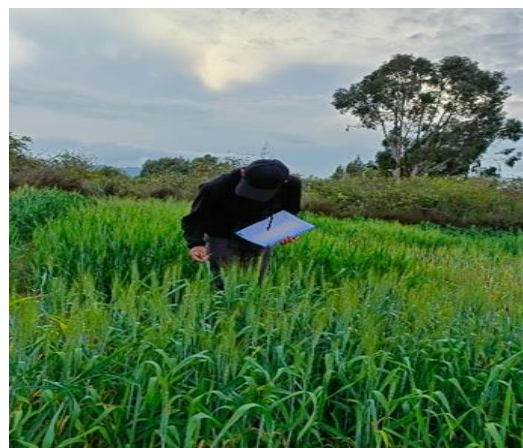


Segunda fertilización



Días al espigamiento

Evaluación de variables de estado sanitario del cultivo



Manchas foliares



Evaluación de (*Puccinia striiformis*), (*Puccinia Triticina*), *Fusarium* spp, BYDV.



Puccinia striiformis.



Puccinia Triticina.



Evaluación de *Fusarium* spp,



BYDV



Altura de la planta (AP)



Visita de campo del tribunal de tesis



Numero de espiga por metro cuadrado



Cosecha



Longitud de la espiga



Número de granos por espiga



Tipo de paja



Proceso de trilla y aventado



Tipo de grano



Peso Hectolitrito (PH)



Porcentaje humedad de grano

Anexo 5

Escala para severidad a manchas foliares

Grado	% de enfermedad	% 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	94-100	0-3	97,66
11	100	0	98,62

Escala para severidad a enfermedades.

Reacción	Descripción
O (0)	Ninguna reacción visible en las plantas (0%)
R (1)	Plantas resistentes (1-14%)
MR (2)	Plantas moderadamente resistentes (5-29%)
MS (3)	Plantas moderadamente susceptibles (30-49%)
S (4)	Plantas susceptibles (> 50%)

(INIAP, 2019).

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Acame: Es la doblez o inclinación que sufre el tallo de las plantas, provocando el volcamiento del cultivo como el maíz, sorgo, trigo y muchos otros cereales, debido a los fuertes vientos.

Ahijamiento: Facultad de gramíneas de crear nuevos individuos a partir de los meristemos axilares de la planta madre.

Aristas: Son órganos de la espiga que se han asociado tradicionalmente con las adaptaciones de la planta a las condiciones de sequía.

Clorosis: Condición fisiológica anormal en la que el follaje produce insuficiente clorofila, cuando esto ocurre no tiene la coloración normal verde.

Declive: Terreno físico con pendiente, inclinado de arriba hacia abajo, o que está en decadencia.

Ecotipos: Es la variedad geográfica, población o raza dentro de unas especies adaptadas a un hábitat determinado.

Endospermo: Tejido nutritivo de las semillas de las plantas con flor que rodea a los embriones.

Espiga: Inflorescencia cuyas flores son hermafroditas y están sentadas a lo largo de un eje.

Floema: Tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos, especialmente azúcares, producidos por la parte aérea fotosintética y autótrofa, hacia las partes basales subterráneas, no fotosintéticas, heterótrofas de las plantas vasculares.

Germinación: Conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en las semillas.

Germoplasma: Es un conjunto de genes que transmiten a través de la producción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.

Gluma: Es la envoltura o cubierta basal y estéril de las espiguillas o inflorescencias de las gramíneas.

Lodículas: Pieza bracteiforme, reducida y delicada en las flores de las gramíneas, situada por encima de la pálea, también denominada glumélula.

Macollamiento: Etapa fisiológica o desarrollo de un cultivo, en la que se obtiene una misma cepa o planta varios tallos. El número de macollos depende de la densidad de plantas.

Macollo: A partir de los submundos del eje principal se produce brotes secundarios llamados macollo, las cuales comienzan a emerger cuando las plantas presentan tres hojas.

Maduración Pastosa: Los granos de la parte central de la mazorca adquiere el color típico del grano maduro. Los granos al ser presionado presentan una consistencia pastosa.

Monocotiledónea: Plantas que incluyen entre otras a gramíneas, juncos, orquídeas etc. Estas plantas contienen un solo cotiledón.

Mullida: Propiedad física de un material que se caracteriza por su alta capacidad de deformación elástica y retorno, lo que le confiere una sensación de suavidad y esponjosidad al tacto.

Pericarpio: Es la que protege la fruta del exterior, comúnmente se le llama cascara, piel o corteza y dependiendo del fruto, puede ser delgada, hasta dura.

Planta autógena: Son plantas que contiene el polen y el ovulo pertenecientes a la misma flor.

Planta diploide: Es una planta con presencia de dos conjuntos completos de cromosomas en las células de un organismo, donde cada progenitor aporta un cromosoma a cada par.

Raíces fibrosas: Son aquellas que o tiene un eje principal, cuya función es la de almacenar sustancias de reserva.

Rastrojos: Son aquellas que se emplean como mejoradores de suelo al dejarlos como cobertura.

Rosetas: Es una disposición circular de hojas en las que todas se encuentran en la misma altura.

Semilla vigorosa: Es potencialmente capaz de comportarse bien, incluso bajo condiciones ambientales que no son óptimos para la especie.

Subsistencia: Proceso que ocurre cuando los agricultores cultivan alimentos para satisfacer sus necesidades y la de sus familias en pequeñas propiedades.