UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE TRIGO ***(Triticum aestivum),*** EN EL TERCER PERIODO DE EVALUACIÓN, EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR

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

Autora

Jhomayra Lizbeth Urrea Ledesma

Tutor

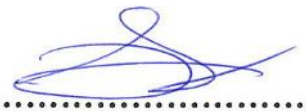
Ing. David Rodrigo Silva García

Guaranda – Ecuador

2024

VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCESIONES DE TRIGO ***(Triticum aestivum),*** EN EL TERCER PERIODO DE EVALUACIÓN, EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLÍVAR

REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

TUTOR



.....

Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA, PhD

PAR LECTOR



.....

Ing. HUGO VÁSQUEZ COLOMA, PhD

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Urrea Ledesma Jhomayra Lizbeth con CI 0250018611, 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 correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

DR. GUIDO FIERRO BARRAC
NOTARIO PRIMERO
GUARANDA - ECUADOR

JHOMAYRA LIZBETH URREA LEDESMA

Cl. **0250018611**

AUTORA

Ing. DAVID RODRIGO SILVA GARCÍA Mg.

Cl. **0201600327**

TUTOR

ESCRITURA PÚBLICA
DECLARACION JURADA
Señorita JHOMAYRA LIZBETH URREA LEDESMA

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día lunes, seis de mayo de dos mil veinticuatro, ante mi Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparece la señorita **JHOMAYRA LIZBETH URREA LEDESMA**. La compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltera, capaz de contraer obligaciones, domiciliada en la parroquia Julio Moreno del cantón Guaranda, con número de teléfono móvil 0979571965 con correo electrónico: lizbethurrealesdesma@gmail.com a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía y papeletas de votación cuyas copias adjunto a esta escritura.- Advertida por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinada de que comparece al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentada en debida forma, prevenida de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma manifiesto que los criterios e ideas emitidas en el trabajo de investigación titulado "VALORACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO ACCIONES DE TRIGO (***Triticum aestivum***) EN EL TERCER PERIODO DE EVALUACIÓN, EN LAGUACOTO, PROVINCIA BOLIVAR", es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora. (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por las comparecientes la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal.) Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que le fue a la compareciente íntegramente por mí el Notario, se ratifica en todo su contenido y firma conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

Señorita JHOMAYRA LIZBETH URREA LEDESMA
C.C. 0250018611

DR. GUIDO FIERRO BARRAC
NOTARIO PRIMERO
GUARANDA - ECUADOR

Doctor Guido Fabián Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR - FINALLL.pdf

AUTOR

Jhomayra Lizbeth Urrea Ledesma

RECUENTO DE PALABRAS

15481 Words

RECUENTO DE CARACTERES

83517 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.1MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 24, 2024 10:47 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 24, 2024 10:48 PM GMT-5

8% de similitud general

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

- 2% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Ing. David Rodrigo Silva García
Tutor

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación fruto del esfuerzo y perseverancia va dedicado principalmente a Dios por permitirme cumplir este sueño, a mis padres por sus consejos y valores, quienes han sido mi más grande inspiración para poder conseguir mi meta propuesta. Con mucho amor dedico este trabajo a mis hermanos/as quienes han sido mi apoyo incondicional durante todo este tiempo.

Y por último y no menos importante a una persona muy especial quien ya no está en este mundo, pero ha sido mi inspiración más grande para seguir adelante.

Jhomayra Lizbeth Urrea Ledesma

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ayudarme a cumplir uno de mis mayores sueños.

En el presente trabajo doy mi más profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la misma manera expreso mis agradecimientos a todos los señores catedráticos quienes con su paciencia y dedicación me compartieron su conocimiento y experiencias en el ámbito de la Carrera de Agronomía.

A mi tutor Ing. David Rodrigo Silva García por sus conocimientos y apoyo incondicional para poder concluir el proyecto de titulación.

Al programa de semillas de la UEB, y el Programa de Cereales del INIAP por el soporte con el germoplasma y seguimiento técnico del cultivo en el campo.

Jhomayra Lizbeth Urrea Ledesma

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **Pag.**

CAPÍTULO I.....13

1.1 INTRODUCCIÓN 13

1.2. PROBLEMA.....15

1.3. OBJETIVOS 16

1.3.1. Objetivo general. 16

1.3.2. Objetivos específicos.....16

1.4. HIPÓTESIS.....17

CAPÍTULO II 18

2. MARCO TEÓRICO.....18

2.1.1. Origen. 18

2.1.2. Clasificación Taxonómica. 19

2.1.3. Características Botánicas. 19

2.1.4. Accesiones de Trigo. 21

- Características morfológicas de la variedad de trigo (INIAP-IMBABURA 2014). 21
- Características agronómicas. 21

2.1.5. Manejo Agronómico del Cultivo de Trigo. 22

- Selección del Lote. 22
- Incorporación de abono verde. 22
- Rotación de cultivos. 22
- Análisis del suelo.....23
- Preparación del lote. 23
- Siembra.....23

- Riego.....24
- Cantidad y calidad de semilla.....24
- Fertilización.....25
- Control de malezas.....25
- Purificación o desmezcla del lote.....26
- Cosecha y trilla.....26
- Labores postcosecha.....26
- Almacenamiento.....27

2.1.6. Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Trigo. 27

2.1.7. Producción y Rendimiento del Cultivo de Trigo.....28

2.1.8. Fases Fenológicas.....29

2.1.9. Ciclo del cultivo. 29

2.1.10. Plagas y Enfermedades.....31

- Manchas Foliares.....32
- Pulgones de los Cereales. 33

2.1.11 Valor nutricional del cultivo de trigo. 33

CAPÍTULO III 35

3. MARCO METODOLÓGICO.....35

3.1 Ubicación de la Investigación. 35

- Localización de la investigación. 35
- Situación geográfica y edafoclimática.....35
- Zona de vida. 35

3.2. Metodología.....36

3.2.1. Material experimental.....36

3.2.2 Factores en estudio. 36
3.2.3 Tratamientos. 36
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico.....36
3.2.5 Manejo del experimento. 36
3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta) 38
3.2.7 Análisis de datos.....42
CAPÍTULO IV 43
4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....43
4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL. 63
4.3. COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS.....65
CAPÍTULO V 66
5.1. CONCLUSIONES. 66
5.2. RECOMENDACIONES. 67
BIBLIOGRAFÍA.....68
ANEXOS

ÍNDICE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Análisis estadístico para las variables agronómicas	43
2	Resultados de los análisis estadísticos de las variables productivas.	51
3	Promedios de las respuestas en las características cualitativas.	59
4	Análisis de correlación y regresión lineal	63

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).	44
2	Días al Espigamiento (DE)	45
3	Altura de la planta (AP)	46
4	Reacción a enfermedades foliares (REF 1) Roya amarilla (P. striiformis)	47
5	Reacción a enfermedades foliares (REF) Roya de la hoja (P. tritici)	48
6	Reacción a enfermedades foliares (REF 3) Virus del enanismo (BYVD)	49
7	Reacción a enfermedades de la espiga (REE) (Fusarium).	50
8	Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).	52
9	Tamaño de la espiga (TE).	53
10	Número de granos por espiga (NGE).	54
11	Peso de campo por parcela (PCP)	55
12	Rendimiento del grano (RG) kg/ha^{-1}	56
13	Peso de mil granos (PMG)	57
14	Peso hectolítrico (PH).	58
15	Vigor de la planta (VP).	59
16	Hábito de crecimiento (HC).	60
17	Tipo de paja (TP).	61
18	Tipo de grano (TG).	62

ÍNDICE DE ANEXOS.

N° **Detalle**

1. Mapa de Ubicación de la Investigación.

2. Croquis del ensayo.

3. Base de datos

4. Evidencia del trabajo realizado en el proceso de seguimiento y evaluación del ensayo.

5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El trigo es un producto agrícola básico y esencial en el campo alimenticio a nivel mundial. Es uno de los cultivos más importantes en la serranía de Ecuador, constituye parte de la canasta básica para pequeños productores de la región. En la provincia de Bolívar forma parte de los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores, principalmente en rotación después del maíz asociado con fréjol. El ensayo de investigación se ubicó en el sector de la Granja Experimental Laguacoto III de la UEB, el objetivo general: Valorar agronómicamente cinco accesiones de trigo, en el tercer periodo de evaluación**,** se empleó un Diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó un análisis de varianza, la prueba de tukey al 5% para comparar los promedios entre las accesiones, análisis de correlación y regresión lineal y el rendimiento con las variables significativas. En el análisis de reacción a enfermedades foliares (p. striiformis) se obtuvo una media general de 4.67%, el tratamiento que mostro mayor resistencia a dicha enfermedad fue el T1 que se identifica la accesión TA-18-008 con 0% de severidad. Para BYDV se obtuvo una media general de 2.73% El rendimiento promedio del grano general entre accesiones fue de 2865.34 kg/ha. Siendo el tratamiento con mayor rendimiento el T4 con 3431.55kg/ha y los tratamientos T1 con 2654.61 kg/ha, T2 con 2362.71 kg/ha son las accesiones que presentan menor rendimiento.

Palabras Clave: Accesiones, Humedad Estándar, Rendimiento, Sistemas de producción.

SUMMARY

Wheat is a basic and essential agricultural product in the food field worldwide. It is one of the most important crops in the mountains of Ecuador, constitutes part of the basic basket for small producers in the region. the province of Bolívar is part of the production systems of small and medium producers, mainly in rotation after corn associated with beans. The research trial was located in the Laguacoto III Experimental Farm sector of the UEB, the general objective: To evaluate five wheat accessions agronomically, in the third evaluation period, the research a Randomized Complete Block Design (DBCA) with five treatments and three repetitions was used. An analysis of variance, the 5% Tukey test was applied to compare the averages between the accessions, evaluation analysis and linear regression and performance with the significant variables. In the analysis of reaction to foliar diseases (p. striiformis), a general average of 4.67% was obtained. The treatment that showed the greatest resistance to said disease was T1, which identified the accession TA-18-008 with 0%. severity. For BYDV, a general average of 2.73% was obtained. The average general grain yield between accessions was 2865.34 kg/ha. The treatment with the highest yield is T4 with 3431.55kg/ha and treatments T1 with 2654.61 kg/ha, T2 with 2362.71 kg/ha are the accessions that present the lowest yield.

Keywords: Accessions, Standard Humidity, Yield, Production Systems.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El trigo junto con el maíz y el arroz se cuenta entre los 'tres grandes' cultivos de cereales, con más de 700 millones de toneladas que se cosechan anualmente (FAO). El trigo es uno de los cultivos más importantes en el mundo y provee un 20% de las calorías y proteínas para la alimentación humana. Es el principal cereal de invierno globalmente. Su actual producción mundial de más de 700 millones de toneladas tendrá que incrementarse sustancialmente para satisfacer los requerimientos de esta demanda, lo que deberá estar basado en el aumento en el rendimiento más que en incrementos en la superficie sembrada. Es un cultivo ampliamente adaptado, que se cultiva en zonas templadas que varían desde zonas secas hasta zonas de altas precipitaciones, en zonas cálidas, húmedas o secas, hasta ambientes fríos. Eso es posible dada la compleja naturaleza de su genoma, que provee plasticidad al cultivo. (Simón y Golik, 2023)

En Ecuador, el trigo es uno de los cereales más demandados por las familias ecuatorianas debido a que sus productos finales son de primera necesidad. A pesar de ello, la producción nacional representa una mínima cantidad del producto comercializado al interior. En la región interandina de Ecuador se estima que un 70% de agricultores que se dedican a los cultivos de trigo y cebada lo hacen en una superficie menor a 1 ha (8 300 m2); aún fincas de 10 a 20 ha dedican solo 1 o 2 ha para la siembra de estos cultivos, debido a lo cual se trata de cultivos de minifundio y subsistencia; sin embargo, tienen una gran importancia desde el punto de vista de seguridad alimentaria, constituyéndose en fuentes de alimento para estos sectores más vulnerables de la sociedad. El cultivo de cereales en Ecuador se encuentra en las zonas altas de la Sierra ecuatoriana, que se caracterizan por tener suelos erosionados, con baja fertilidad y problemas de acidez, lo que provoca directamente una disminución en los rendimientos de los diferentes cultivos. Los rendimientos de los cereales obtenidos a nivel nacional son bajos, de 1.2 a 1.4 t ha^{-1}, en comparación con los rendimientos obtenidos en países vecinos (Ponce, et al, 2020)

En Ecuador, las principales provincias productoras de este cereal son: Carchi,

Bolívar, Pichincha, Chimborazo e Imbabura. Adicionalmente, el Ecuador registró una productividad por unidad de superficie de 2 t/ha^{-1}, mientras que a nivel mundial la productividad supera las 3 t/ha^{-1}. (Ponce, et al, 2022)

En Ecuador el trigo, la cebada y el arroz son cereales más consumidos por la población, en el año 2016 de acuerdo a un censo realizado por parte del INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo del Ecuador), mencionó que la superficie destinada a la producción del cultivo de trigo fue de 4423 hectáreas las mismas que estaban distribuidas en distintas zonas de las provincias de la Sierra Ecuatoriana como, Pichincha, Chimborazo, Imbabura, con una mayor producción en Bolívar (Galarza, 2023)

El cereal en la provincia de Bolívar forma parte de los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores, principalmente en rotación después del maíz asociado con fréjol. Se cultivan entre los 2200 y 2950 metros sobre el nivel del mar, y se estiman unas 4500 hectáreas trigueras con rendimientos promedios anuales de 1000 kg/ha. La mejora de la genética vegetal es una herramienta fundamental para aumentar la productividad de los cultivos de trigo. Actualmente, el programa de cereales del INIAP segrega poblaciones de cruces de material de origen local con material introducido de centros internacionales como CIMMYT en México, lo que resulta en genotipos mejor adaptados, mayores rendimientos, resistencia a enfermedades y calidad industrial (Ponce, et al, 2021)

La validación de líneas promisorias se presenta como un aspecto muy importante dentro del proceso de mejoramiento genético del trigo, ya que estos materiales vegetales hay recorrido un periodo largo de evaluaciones agronómicas y morfológicas en donde han destacado entre sus similares por algunos caracteres de interés relacionados principalmente a su capacidad de adaptación a varios agroecosistemas en varias regiones y zonas agroecológicas del Ecuador, teniendo en cuenta sobre todo su resistencia y/o tolerancia a enfermedades y sus buenos niveles de rendimiento potencial, lo que las puede catapultar como próximas variedades en un mediano plazo.(Silva, 2024)

1.2. PROBLEMA

La baja eficiencia del rendimiento en el cultivo de trigo, está limitada por la falta de variedades mejoradas para la zona agro-ecológica en estudio, las variedades existentes presentan varios problemas de tipo fitosanitario y productivo.

La drástica disminución de la producción de trigo, en los últimos 15 años, ha ocasionado la importación masiva de este cereal de consumo básico de la población ecuatoriana, hasta llegar a niveles críticos de consumo del 95-96% del grano foráneo, lo que implica una dependencia total del Ecuador del mercado exterior, siendo uno de los efectos para que la mayoría de los productores trigueros abandonen el cultivo.

La investigación ha sido escasa entorno al reconocimiento, selección, mejoramiento y liberación de nuevas variedades de cereales adaptados a las condiciones de variabilidad climática y la presencia de plagas y enfermedades. Es necesario generar trabajos de investigación en donde se identifiquen nuevas accesiones con características de interés productivo, que permitan ser incorporadas dentro de los sistemas de alimentación e ingresar a programas de mejoramiento genético.

Es importante que a través de este proceso de investigación se validó la respuesta fitosanitaria y productiva que mantienen las diferentes accesiones de trigo, para establecer parámetros de mejoramiento y utilización de las mismas en el fomento y el establecimiento del cultivo a nivel nacional.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general.

- Valorar agronómicamente cinco accesiones de trigo, en el tercer periodo de evaluación.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de trigo en la zona agroecológica en estudio.
- Evaluar la respuesta productiva de las cinco accesiones de trigo introducidas a esta zona agroecológica.
- Seleccionar la accesión de trigo que presente mayor resistencia y/o tolerancia a enfermedades.

1.4. HIPÓTESIS

Ho= La respuesta agronómica del cultivo de trigo, no depende de las accesiones y su interacción genotipo - ambiente.

Ha= La respuesta agronómica del cultivo de trigo, depende de las accesiones y de su interacción genotipo - ambiente.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Origen.

La palabra “trigo” proviene del vocablo latino “Triticum”, cuyo significado es “quebrado”, “triturado” o “trillado”, en relación con la actividad que se debe realizar para separar el grano de trigo y de la cascarilla que lo protege y recubre (Rodríguez, 2022)

El primer cultivo de trigo se produjo hace unos 10000 años, como parte de la Revolución Neolítica, que vio una transición de la caza y la recolección de alimentos a la agricultura sedentaria. Estas formas cultivadas más tempranas fueron trigos diploides (genoma AA) (einkorn) y tetraploides (genoma AABB) (emmer) y sus relaciones genéticas indican que se originaron en la parte sureste de Turquía. Las primeras formas cultivadas de trigo fueron esencialmente variedades locales seleccionadas por agricultores de poblaciones silvestres, presumiblemente debido a su rendimiento superior y otras características. La pérdida de rotura de la espiga a la madurez, lo que resultaba en la pérdida de semillas en la cosecha. Este es claramente un rasgo importante para asegurar la dispersión de semillas en poblaciones naturales. El segundo rasgo importante fue el cambio de formas que deben ser descascaradas, en las que las glumas se adhieren firmemente al grano, a formas desnudas a la trilla. Las formas cultivadas de trigo diploide, tetraploide y hexaploide tienen un raquis duro. De manera similar, las primeras formas domesticadas de einkorn, emmer y espelta son todas cubiertas o vestidas por sus glumas y glumelas, mientras que las formas modernas de trigo tetraploides y hexaploides son de trilla libre (Simón y Golik, 2023).

Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo con una superficie cosechada de 219 millones de ha por año, seguido por el maíz (177 millones ha), el arroz (162 millones de ha) y la soja (108 millones de ha). Estos cuatro cultivos cubren el 50% de la superficie cosechada mundial. Desde el punto de vista

productiva, el trigo ocupa el cuarto lugar a nivel mundial luego de la caña de azúcar, el maíz y el arroz con cáscara. Si se calcula solamente la producción que podría utilizarse como alimento humano (descontando la fracción no comestible, p.ej. la cáscara del arroz), el trigo ocupa el segundo lugar luego del maíz. Sin embargo, como la mayor parte del maíz se utiliza como alimento forrajero, actualmente el trigo constituye el alimento principal humano seguido por el arroz, la papa, la soja y el maíz (Abbate, et al, 2017)

2.1.2. Clasificación Taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	Triticum
Especie	aestivum
Nombre científico	Triticum aestivum L.

Fuente: *(Céspedes, et al, 2018)*

2.1.3. Características Botánicas.

- **Raíz.**

El trigo tiene raíces fasciculadas, es decir, con muchas ramas, la mayoría de las cuales alcanzan 25 cm de profundidad, cuando el trigo germine echará raíces temporales, mientras que las raíces permanentes se producen después de que aparecen las plántulas con nudos que sostienen plantas que absorben agua y nutrientes del suelo (Pichucho, 2022)

- **Tallo**

El tallo de trigo es de tipo herbáceo, es una caña hueca con 2 a 4 nudos que se

alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0.5 a 1.20 metros de altura, es poco ramificado (Céspedes, et al, 2018)

- **Hojas**

Están dispuestas alternadas sobre el tallo con ángulos de 180° con respecto de la hoja de arriba y la de abajo. Cada hoja está compuesta por: vaina, lámina, lígula y aurícula. La vaina rodea al tallo y es entera en su base, pero su parte superior está abierta. La lámina es lineal o lineal lanceolada y paralelamente nervada, el ápice de la primera hoja es firme y sin punta, luego las hojas subsiguientes son acuminadas. Las aurículas son semejantes a dientes, se encuentran en la base de la lámina donde abrazan flojamente la vaina y el tallo sobre lados opuestos. En plantas jóvenes las aurículas son pubescentes, mientras que en la madurez el ápice y los márgenes son desflecados con unos pocos pelos largos. La lígula es de estructura delgada y membranosa, rodeando herméticamente el tallo. Incolora con el borde superior irregular y desflecadas con pelos pequeños (Pistoni, 2020)

- **Inflorescencia**

La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis (eje escalonado) o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas de 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas o glumelas flodículos o glomélulas (Céspedes, et al., 2018)

- **Frutos o granos.**

Es una cariópside, que presenta forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82 % del peso de grano (Limachi, 2022)

2.1.4. Accesiones de Trigo.

Una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea de cría o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso.
Ejemplo:
TA-18-008
TA-19-003
TA-19-008
TA-20-001
INIAP-IMBABURA 2014

- **Características morfológicas de la variedad de trigo (INIAP-IMBABURA 2014).**

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 Acamen
Altura de la planta: 105 cm
Longitud de espiga: 11 cm (Falconí, et al, 2014)

- **Características agronómicas.**

Ciclo del cultivo: 160-180 días
Días al espigamiento: 85
Rendimiento: 4.0 t/ha
Peso de 1000 granos: 45 gramos
Reacción a enfermedades
Roya amarilla: Resistencia parcial
Roya de la hoja: Resistencia parcial

Fusarium: Resistencia parcial (Falconí, et al, 2014)

2.1.5. Manejo Agronómico del Cultivo de Trigo.

Permite en forma clara y sencilla el manejo adecuado del cultivo y las técnicas de conservación de suelos que se puede utilizar para mejorar la productividad del mismo, lo cual se detalla a continuación:

- **Selección del Lote.**

El lote seleccionado para la producción de trigo debe cumplir con los siguientes aspectos:

- El lote no debe haber sido cultivado con ningún cereal el ciclo anterior.
- Es recomendable que no haya más del 5% en pendientes.
- Debe ser un lote que haya sido cultivado con papa, haba, chocho u otra leguminosa (Pogo, 2022)

- **Incorporación de abono verde.**

Se incorpora plantas en estado de floración para suministrar nutrientes y materia orgánica al suelo. Una de las recomendaciones para efectuar esta técnica es sembrar avena con vicia para obtener abono verde, esto a su vez ayuda a conservar y recuperar los suelos. Se debe realizar con uno o dos meses de anticipación para permitir que el abono verde se descomponga y se transforme en nutrientes para el cultivo (Llumitaxi, 2024)

- **Rotación de cultivos.**

La rotación de cultivos es una técnica de conservación y recuperación de suelos, que consiste en alternar cultivos año a año evitando el monocultivo. Además, reduce la presencia de plagas y enfermedades, así como la distribución más adecuada de nutrientes del suelo. Permite incrementar la materia orgánica y el nitrógeno del suelo (al rotar con leguminosas), controlar malezas, romper el ciclo de plagas y

enfermedades por ello se recomienda sembrar trigo después de papa, maíz, chocho o haba (Ponce, et al., 2022)

- **Análisis del suelo**

El análisis físico del suelo de la Granja Experimental Laguacoto III estableció un suelo de tipo franco arcilloso arenoso. Los estudios realizados presentaron una humedad con media general de 8.08%, esto ha dado a concluir una óptima condición en los distintos estratos evaluados para la producción agrícola. Un PH de 7.65 presentándose en la escala normal. Así también han determinado un porcentaje de materia orgánica de 1.87% dando a conocer que el suelo posee poco contenido de materia orgánica (Armas, 2023)

- **Preparación del lote.**

Esto debe hacerse con anticipación (al menos dos meses antes de la siembra), solo así podremos asegurar una adecuada desintegración de malezas, despojos y/o compost (estiércol) para su aplicación al suelo. Por otro lado, una buena remoción de tierra durante la preparación ayudará a combatir las plagas que puedan estar presentes en el campo. La preparación de la tierra debe incluir al menos una pasada de arado y dos pasadas de rastra con el tractor. Un suelo bien preparado favorece la germinación y facilita el enraizamiento (Pichucho, 2022)

- **Siembra.**

Época de siembra: Las zonas propicias para la siembra de trigo son los pisos altitudinales entre los 2 200 a 3 200 metros de altura, con precipitaciones entre los 400 a 700 mm y temperaturas promedio de 11 a 20 °C. La época de siembra inicia con el aparecimiento de las lluvias o inicio del invierno en cada zona, procurando que la época de cosecha coincida con la época seca. Es así que históricamente las siembras empiezan en noviembre para el centro-sur del Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) y terminan en enero. Entre tanto que para el centro y norte del país (Pichincha, Imbabura y Carchi, incluida también la provincia de

Bolívar) inician en enero y terminan en marzo (Ponce, et al.,2022)

Profundidad de siembra: La semilla debe ser sembrada a una profundidad no mayor a 5 cm, de esta manera la semilla emergerá rápidamente del suelo, evitando que se ahogue y se pierda. Por ello, es necesario que el suelo este bien preparado con una cama de siembra homogénea para evitar que se profundice la semilla (Ponce, et al.,2022)

Densidad de siembra: La cantidad de semilla que se requerirá, independiente de la técnica usada para siembra, es de 180 kg ha^1 (Ponce, et al.,2022)

- **Riego.**

Regar en el momento adecuado es crucial para un cultivo eficiente del trigo. El riego temprano de la variedad de invierno contribuye a una emergencia más rápida y uniforme del cultivo, a un establecimiento más fuerte del cultivo y a un mayor rendimiento. El cultivo de primavera también requiere mucha agua durante las fases de germinación y desarrollo temprano de las raíces. Para acelerar la emergencia de las plántulas jóvenes y fomentar el desarrollo temprano de las raíces, se recomienda un riego suave y frecuente. El cultivo de trigo necesita la mayor cantidad de agua durante la fase de floración, con una media de 0,5 cm al día. El suelo debe mantenerse lo bastante húmedo antes de que comience la floración para que el cultivo pueda prosperar durante la fase de floración y el inicio de la fase de grano (Cherlinka, 2023)

- **Cantidad y calidad de semilla.**

La semilla es uno de los principales y fundamentales insumos de la agricultura, que ha evolucionado a largo de los siglos, y hoy vemos que las nuevas plantaciones distan mucho de lo que fue hace años. Los productores, además de ver los beneficios en rendimientos de sus cosechas cuando siembran semillas de calidad, pueden estar seguros que esta pasó por un proceso de seguimiento y comprobación del conjunto de actividades que garantiza que las semillas usadas, se obtienen bajo métodos y

procesos de producción, cosecha y post-cosecha (beneficio, análisis y almacenamiento), que aseguran que su calidad genética, física, fisiológica y sanitaria está garantizada y ha finalizado con la emisión de un certificado de calidad (marbete o etiqueta). Al verificar su calidad genética, se garantiza su pureza e identidad varietal, su homogeneidad y estabilidad a través de las generaciones (Ponce, et al., 2022)

- **Fertilización.**

La producción de biomasa, el rendimiento y la calidad del trigo dependerán de la disponibilidad de nutrientes y por ende del conocimiento de su dinámica de acumulación, de sus requerimientos y de sus funciones en la determinación del rendimiento y sus componentes mismos que varían a lo largo del ciclo del trigo debido a cambios en el patrón de absorción de nutrientes, que depende de la tasa de crecimiento del cultivo. El manejo de los nutrientes dependerá en gran parte de su movilidad en el suelo. Cuando se manejan nutrientes que tienen mayor movilidad, como el N y el S, la cantidad de fertilizante a aplicar está directamente relacionado con el rendimiento objetivo, en cambio para los nutrientes de baja movilidad, como el P y K la estrategia estará centrada en aumentar el nivel del mismo en el suelo para sostener determinado nivel de producción (Simón y Golik, 2023)

- **Control de malezas.**

Una adecuada preparación del terreno ayuda a controlar la presencia de malezas. Controles preemergentes con productos químicos también pueden ser considerados si la incidencia de malezas es alta. Una vez establecido el cultivo, para controlar las malezas se pueden optar por dos opciones: el control manual (deshierba) y el químico. En el control manual se eliminan las malezas más grandes, y hay que tener mucho cuidado de no maltratar el cultivo; esta labor debe realizarse después del macollamiento (50-60 días después de la siembra), una vez que las plantas se encuentran bien ancladas en el suelo. Para el control químico post emergente de malezas de hoja ancha usar metsulfurón-metil en la dosis recomendada por el fabricante. Aplicarlo al inicio del macollamiento (Pichucho, 2022)

- **Purificación o desmezcla del lote.**

Esta actividad se realiza con el objetivo de mantener puro el cultivo de trigo y evitar las mezclas con otras variedades u otros cereales o cultivos.
Por ello se recomienda eliminar del lote las plantas:

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

Las plantas eliminadas deben colocarse fuera del lote de producción para evitar las mezclas de semillas.

Esta labor se debe realizar en dos ocasiones:

- Al inicio del espigamiento.
- Cuando el cultivo empiece su madurez fisiológica (Llumitaxi, 2024)

- **Cosecha y trilla.**

Se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), aproximadamente a los (170 – 180) días. En pequeñas superficies la cosecha se realiza manual, empleando una oz se corta las espigas y se forma gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas (Pogo, 2022)

- **Labores postcosecha.**

Secado del grano: El grano debe secarse para que no supere el 13 % de humedad requerido en la industria y evitar daño en la semilla almacenada.

Limpieza y clasificación: La semilla debe limpiarse y clasificarse por tamaño antes de ser almacenada, empleando mallas de 2,5 mm.

Ensacado e identificación de la semilla: La semilla seca, limpia y clasificada debe colocarse en sacos en buen estado y limpios, los cuales deben ser identificados con una etiqueta que contenga la siguiente información básica: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y peso (Ponce, et al, 2022)

- **Almacenamiento.**

Terminadas las labores de postcosecha, los granos de trigo deben ser almacenados en un lugar seco, libre de humedad, que conste de una buena ventilación y además se encuentre libre de roedores, la semilla no debe tener contacto directo con el suelo o las paredes debido a que puede absorber la humedad (Pogo, 2022)

2.1.6. Requerimientos Edafoclimáticos del Cultivo de Trigo.

- **Temperatura.**

La temperatura es un factor muy importante que afecta el crecimiento y desarrollo del trigo. En el cultivo del trigo la temperatura óptima varía entre los 10 a 24 °C, si la temperatura es baja a 10°C pueden retrasar el estado fenológico de la planta, pero si la temperatura es alta esto causa estrés térmico (Minta, 2024)

- **Humedad y Precipitación.**

La penetración del agua en el grano de trigo no es tan rápida como en el maíz debido a la característica de la testa continua. El agua penetra con mayor facilidad a través de la apertura del hilium y también por difusión a través del pericarpio y cubiertas seminales. El suelo debe tener un contenido adecuado de humedad entre 60-80 % de la capacidad de campo. Tanto la deficiencia como el exceso son determinantes de falencias de germinación-nacimiento. En el inicio hay una absorción rápida de agua por el embrión y la concentración pasa del 12% al 40%, luego se incrementa más lentamente y el volumen aumenta alrededor de un 40% en las primeras 24 h (Simón y Golik, 2023)

- **Suelo.**

El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Los suelos arcillosos, "suelo pesado", al ser poco permeables, absorben y retienen más agua, conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención son fáciles de trabajar, pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas (Rodríguez, 2022)

- **PH.**

El trigo se desarrolla sin ninguna dificultad en suelos con pH comprendidos entre 6,5 a 7,5 (Galarza, 2023)

2.1.7. Producción y Rendimiento del Cultivo de Trigo.

La relación entre la disponibilidad de nutrientes y el rendimiento es de tipo pendienteplateau, es decir que llega un momento en la cual la absorción de N no provoca aumentos del rendimiento. En general se considera que el número final de granos queda definido durante la etapa crítica del cultivo (un mes alrededor de floración). Dentro de cada espiga, el número potencial de flores y su fertilidad responden también a la disponibilidad de nutrientes. En el peso de los granos, aunque la disponibilidad de nutrientes presenta menor respuesta, su efecto se da a través de su influencia sobre la producción de fotoasimilados (tasa y duración), modificando el número de células endospermáticas y el número de gránulos de almidón (Simón y Golik, 2023)

El número de granos por unidad de superficie es la variable que mayormente explica el rendimiento del trigo, y es el resultado de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor de floración (período crítico). Para que dicha tasa sea máxima, se requiere que las hojas intercepten más del 90-95% de la radiación y que la conviertan en la biomasa con la mayor eficiencia posible. Para que estos objetivos puedan ser alcanzados se requiere de una adecuada disponibilidad de nutrientes. Por otra parte,

la deficiencia de nutrientes también puede reducir el rendimiento al acortar el periodo crítico, reducir la partición de biomasa hacia estructuras reproductivas o disminuir la fotosíntesis durante el llenado de granos. En general, el cultivo puede tolerar deficiencias nutricionales tempranas sin que se resienta el rendimiento, siempre que éstas se reviertan antes del período crítico (Divito y García, 2017)

2.1.8. Fases Fenológicas.

Es la secuencia de etapas de desarrollo, controlada por factores genéticos, ambientales y agronómicos, que determinan los cambios morfológicos y funcionales de la planta y que conducen al crecimiento y desarrollo del cultivo. Se expresa en la acumulación de biomasa, en la formación de los componentes del rendimiento y en el rendimiento final. Conocer la fenología de un cultivo es fundamental, ya que permitirá la adecuada toma de decisiones para potenciar la productividad y calidad del grano producido (Vera, et al.,2023)

- **Germinación.**

Puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C, temperatura optima entre los 20 a 24° C. Se debe mantener una humedad de conservación que no sobrepase el 11%. El grano de trigo debe absorber agua para pasar del estado de vida latente al de vida activa, puede absorber de un 40% a un 65% de su peso en agua (Llumitaxi, 2024)

2.1.9. Ciclo del cultivo.

En el ciclo vegetativo del trigo se pueden distinguir principalmente tres etapas:
Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.
Periodo de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección (Rodríguez, 2022)

- **Ahijamiento.**

El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos (Pogo, 2022)

- **Encañado.**

El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos, alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas. La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente que las cañas gruesas se den en variedades de poco ahijamiento (Herrera, 2016)

- **Espigado.**

Por alargamiento del último entrenudo, la espiga emerge de la vaina de la hoja bandera. La espiga del tallo principal emerge primero, luego aparece la de los macollos. Luego de la emergencia de cada espiga el pedúnculo continúa alargándose un poco más, quedando la espiga a unos centímetros de la hoja bandera. Unos días (2 a 4) después del espigazón comienza la floración. La floración comienza por la espiga del tallo principal y luego continúa con la de los macollos. Dentro de la espiga, la floración comienza por las espiguillas situadas en la 2/3 de la base de la espiga, y continúa hacia la base y el ápice. Normalmente hace falta de 3 a 5 días para completar la floración. Dentro de la espiguilla, la flor basal abre primero y luego sigue el resto. Es una especie autógama. Entre 10 y 15 días antes y después de espigazón se encuentra el período crítico, donde se hacen máximas las necesidades de agua y nutrientes (Pistoni, 2020)

- **Maduración.**

El periodo de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toman su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo. A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su "madurez completa". Por último, se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis (Herrera, 2016)

2.1.10. Plagas y Enfermedades.

- **Las Royas.**

- **Roya de la hoja.**

Es una de las principales enfermedades foliares que afectan al cultivo de trigo y constituye una de las principales limitantes biológicas del rendimiento potencial; la presencia de humedad en el suelo en etapas estratégicas durante el desarrollo del cultivo de trigo también puede impactar en respuesta de caracteres agronómicos como acame e incidencia y severidad de roya lineal (Llaven, et al., 2021)

- **Roya amarilla**.

La roya amarilla, también llamada estriada o lineal, es una enfermedad de los cultivos de cereales (trigo y cebada) y gramíneas, causada en trigo por Puccinia striiformis f. sp. tritici (Pst), que es conocida desde hace varios cientos de años. Es una enfermedad policíclica, cuyo desarrollo epidémico depende principalmente de la tasa de desarrollo de la enfermedad. Las epidemias de la roya amarilla se ven afectadas por diversos factores agronómicos y ambientales, especialmente la susceptibilidad del hospedante y factores climáticos como la humedad y la temperatura. La rápida evolución del patógeno crea varias razas o patotipos que están más especializados para infectar diferentes cultivares, que portan diferentes

genes de resistencia raza-específicos (Carmona y Sautua, 2018)

- **Fusarium.**

La fusariosis o golpe blanco es ocasionada por el hongo Fusarium graminearum, productor de micotoxinas, metabolitos fúngicos que afectan granos y forrajes, y cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea resulta tóxica para animales y personas. La fusariosis afecta la calidad comercial, molinera e industrial. La calidad comercial se perjudica ya que disminuye el PH y el PMG, produce granos con aspecto yesoso, livianos, blanquecinos, con zonas rosadas (micelio del hongo) de bajo PH. En la norma de comercialización estos granos reciben el nombre de granos calcinados. También puede observarse en los granos afectados un aumento de proteína (por efecto de concentración). Con respecto a la influencia de la fusariosis en la calidad molinera e industrial, se produce un aumento de cenizas y acidez en harina, la coloración de las harinas se torna amarillento-grisáceo. Desde el punto de vista reológico, ocurre una disminución del W alveográfico y de los parámetros del farinograma absorción de agua, desarrollo de la masa y estabilidad por activación de proteasas, peroxidasas y catalasas. Las masas son pegajosas con olor y sabor típico (Simón y Golik, 2023)

- **Manchas Foliares.**

Entre las principales manchas foliares que se presentan en los cereales tenemos al Helminthosporium teres en cebada, Helminthosporium triticirepentis en trigo y triticale y Helminthosporium sativum en avena, que se caracterizan por presentar manchas de color café que pueden presentar diferente forma. Otra mancha foliar que se observa en la cebada, en trigo y en algunos triticales, es la “escaldadura” o Rhynchosporium secalis, que ataca a todos los órganos de la planta, presentándose manchas aisladas o agrupadas, de forma romboidal y de color verde oliváceo claro a verde grisáceo. El tizón foliar causado por Septoria tritici y el tizón de la gluma causado por Septoria nodorum son los hongos que más daños causan en los cereales, especialmente en trigo, cebada y triticale. Los síntomas se presentan en las hojas inferiores como manchas de color amarillo pajizo, luego en la parte superior se

presentan manchas de forma ovalada, de color amarillo verdoso o gris verdoso. En las lesiones se observan puntos negros, picnidios (Ponce, et al, 2019)

- **Pulgones de los Cereales.**

Los "pulgones" o áfidos (Insecta: Hemíptera, Homóptera: Aphididae) constituyen uno de los problemas principales en los cultivos de trigo, ocasionando daños en las diferentes etapas de su desarrollo fenológico, con el potencial de reducir su rendimiento. Descripción. Son insectos pequeños, de cuerpo blando, piriformes, con una longitud promedio de 1.5 a 3 mm con aparato bucal picador - suctor, y apéndices (sifones y cauda) en la parte posterior del abdomen. Son polimórficos, ya que presentan diferentes formas dentro de una misma especie, pudiéndose encontrar formas ápteras y aladas, sexuales y partenogenéticas. Los individuos alados llegan al cultivo, dejan descendencia áptera que posteriormente se reproduce por partenogénesis y forma rápidamente grandes colonias. Poseen un desarrollo heterometábolo con cuatro estadios ninfales similares en apariencia a los adultos ápteros, pero de menor tamaño (Divito y García, 2017)

2.1.11 Valor nutricional del cultivo de trigo.

En su forma natural el grano de trigo presenta una variedad de nutrientes. En 100 gramos de trigo podemos encontrar 70% de carbohidratos, 16% de proteínas, 10% de humedad, 2% de lípidos y 2% minerales. En el interior del grano de trigo se encuentra una pequeña partícula denominada germen de trigo, que resulta altamente beneficiosa al ser rica en vitamina E, ácidos linoleicos, fosfolípidos y otros elementos indispensables para el buen equilibrio del organismo el contenido proteico es tres veces superior a la carne, pescado y cinco veces a los huevos, los aminoácidos constituyentes en el germen de trigo en 100 gramos, muestra 2,08% de Arginina; 1,8 de Lisina; 1,67%de leucina; 1,41% de valina; 1,11% de fenilalanina; 0,97% de Isoleucina; 0,67% de histidina; 0,46% de metionina; 0,30 detriptofano (Valdivia, 2017)

Los lípidos son macronutrientes relativamente menores del grano, sin embargo, comprenden un grupo complejo de compuestos que pueden estar libres o unidos a otros constituyentes de los cereales, incluyendo proteínas y almidón. Son componentes importantes a nivel nutricional, así como para el almacenamiento y procesamiento de los granos. Los principales minerales en el grano de trigo son hierro, zinc, manganeso, cobre, magnesio, selenio y fósforo. Un análisis muy utilizado como estimador del contenido total de minerales es el contenido de cenizas. El contenido de cenizas oscila entre 1,17 y 2,96 % del peso del grano (en b. s.) y varía según los diferentes genotipos y en un mismo cultivar según las condiciones climáticas, fundamentalmente las determinadas por la calidad de suelos, clima y manejos agronómicos (Elichalt, et al., 2021)

2.1.12. Requerimientos nutricionales del cultivo de trigo.

Nutriente	**Necesidad**	**Índice de cosecha**	**Extracción**
	--kg t gramo-1--		--kg t gramo-1--
N	25.8	0.66	17.0
P	3.9	0.75	2.9
K	16.3	0.17	2.8
Ca	2.6	0.14	0.4
Mg	2.6	0.50	1.3
S	3.4	0.35	1.2
	-- g ha-1 --		-- g ha-1 --
B	21.5		
Cu	8.6	0.75	6.5
Fe	117.8	0.99	116.6
Mn	60.2	0.17	10.2
Zn	44.7	0.44	19.7

Fuente: *(Divito y García, 2017)*

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO.

3.1 Ubicación de la Investigación.

- **Localización de la investigación.**

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Granja el Laguacoto III

- **Situación geográfica y edafoclimática.**

Altitud	2640 msnm
Latitud	01°32” S.
Longitud	78°59,34” W.
Temperatura máxima	21°C
Temperatura mínima	7°C
Temperatura media anual	14.4°C
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900/horas/luz/año
Humedad relativa media anual	70%.

Fuente: *(Aguilar y Aguilar, 2022)*

- **Zona de vida.**

Según la clasificación de la zona de vida, realizada por Holdrige, L.; el área pertenece a la formación de bosque seco Montano Bajo (bs - MB). (Holdrige, L. 1976).

3.2. Metodología.

3.2.1. Material experimental.

Líneas y variedad de trigo harinero, del INIAP.

3.2.2 Factores en estudio.

Accesiones de trigo.

3.2.3 Tratamientos.

Se consideró los siguientes tratamientos:

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	TA-18-008
T2	TA-19-003
T3	TA-19-008
T4	TA-20-001
T5	INIAP-IMBABURA 2014

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico.

Se empleó un diseño de Bloque Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones.

3.2.5 Manejo del experimento.

- **Preparación del suelo.**

Se utilizo una maquinaria agrícola se realizó una arada y rastrada, y así se preparó el terreno para realizar la siembra.

- **Trazado de las unidades experimentales.**

Para cuadrar el terreno se utilizó una cinta métrica, estacas y piolas para dividir las unidades experimentales de acuerdo con el croquis del ensayo, las cuales tuvieron unas dimensiones de 3 m x 1,2 m para cada una de las parcelas y con sus respectivos

caminos, este proceso se lo realizo con apoyo del croquis del ensayo.

- **Siembra**

Esta actividad se lo realizó de forma manual, mediante la técnica del voleo, se utilizó una densidad de 180 kg/ha de semilla de trigo.

- **Tapado de la semilla.**

Se procedió a tapar la semilla de trigo, con un azadón, con el fin de que las semillas no queden expuestas a daños ocasionados por la naturaleza.

- **Control de malezas.**

Se realizó de forma manual una vez que aparecieron los diferentes tipos de malezas, entre los 21 y 28 días posteriores a la siembra y se aplicó Metsulfuron metil en dosis de 10 g/ha, en cada una de las unidades experimentales y en el área de los caminos.

- **Control de plagas.**

Se procedió a realizar un monitoreo constante en cada una de las parcelas. Se realizó controles químicos con Cipermetrina en dosis de 250 cc/ha o Acephate en dosis de 300 g/ha, para gusanos trozadores y áfidos respectivamente.

- **Cosecha.**

Se realizó de forma manual usando una hoz una vez que las plantas llegaron a su etapa de madurez fisiológica.

- **Trilla.**

Se procedió a realizar la trilla del cultivo de trigo a mano, el grano se lo colocó en fundas de papel Kraft con su respectiva etiqueta.

- **Secado.**

Se colocó los granos en una lona para secarlos, hasta cuando presentó una humedad del 13%.

- **Aventado.**

Se procedió a aventar con la ayuda de la fuerza del viento, con el fin de eliminar las impurezas presentes en los granos de trigo.

- **Almacenado.**

Se almacenó en un lugar con excelente ventilación, seco y libre de animales, con el objetivo de cuidar y mantener un buen aspecto de los granos.

3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia (PE).**

Se evaluó a los 15 días después de la siembra por medio de una observación directa en el lugar de la investigación, en cada unidad experimental y sus datos fueron expresados en porcentaje.

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

Fue evaluado de manera visual, comparando el crecimiento general de las plantas en cada una de las parcelas, con la guía proporcionada por el INIAP.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas.
3	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas.
5	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas.

Fuente*: (Ponce, et al.,2019)*

- **Hábito de crecimiento (HC).**

Fue evaluado observando la forma en cómo crece la planta, es decir a la disposición de los tallos y las hojas durante la etapa inicial del cultivo, utilizando los 3 parámetros detallados en la siguiente descripción.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
2	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45°.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Fuente: *(Ponce, et al.,2019)*

- **Días al Espigamiento (DE).**

Fue registrado contando los días transcurridos desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela total ya llegaron a la etapa de espigamiento.

- **Altura de la planta (AP).**

Fue evaluada una vez que el cultivo presentó su madurez fisiológica se realizó con un flexómetro, se midió desde el cuello radicular hasta el ápice de la espiga en 10 plantas al azar, en cada parcela neta y sus datos se expresaron en cm.

- **Tipo de paja (TP).**

Fue registrado de manera visual, en cada parcela neta se observó la oposición del tallo de la planta, en relación con el acame, tomando a consideración la siguiente escala:

Escala	Nomenclatura	Descripción
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.

Fuente: *(Ponce, et al.,2019)*

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

Dato que se evaluó mediante conteo directo una vez que las espigas alcanzaron su madurez fisiológica, con la ayuda de un cuadrante de 1 metro cuadrado en cada unidad experimental.

- **Tamaño de la espiga (TE).**

Fue tomada una vez que el cultivo de trigo llego a la etapa de madurez comercial. Se procedió a medir el tamaño de las espigas, desde la base de la espiga hasta el ápice terminal de la misma, en 10 espigas seleccionadas al azar, en cada una de las unidades experimentales, con la ayuda de un flexómetro y sus datos se expresaron en cm.

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

Dato que fue evaluado mediante conteo directo en 10 espigas seleccionadas al azar, una vez que el cultivo alcanzó la fase de madurez fisiológica.

- **Reacción a enfermedades (RE).**

Dato que fue evaluado de forma visual determinando las características y atributos que presentaron las plantas luego de haber alcanzado su madurez fisiológica, se registró la reacción a enfermedades con la ayuda de la siguiente tabla:

Reacción	**Descripción**
O	Ninguna reacción visible en las plantas.
R	Plantas Resistentes.
MR	Planta modernamente resistente.
M	Uredias de varios tamaños, algunos de clorosis, necrosis o los dos.
MS	Plantas moderadamente susceptibles.
S	Plantas susceptibles.

Fuente: *(Ponce, et al.,2019)*

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

Dato que se determinó una vez que el grano fue trillado y limpio, de cada unidad experimental, con la ayuda de una balanza electrónica, el peso de se expresaron en kg por parcela.

- **Rendimiento del grano kg/ha (RG).**

Fue calculado mediante la relación de la producción de kilogramos por parcela obtenido de cada una de las unidades experimentales, utilizando la siguiente formula: R= (PCP)(10000/ANC) ((100-HC) / (100-HE)):
PCP: peso de campo por parcela
ANC: área neta cosechada
HC: humedad de cosecha
HE: humedad estándar

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

Se tomo una muestra al azar de 1000 granos por parcela neta, una vez que se realizó las labores de cosecha y limpieza, posteriormente se pesó en una balanza electrónica.

- **Peso hectolítrico (PH).**

Se evaluó con la ayuda de una balanza para peso hectolítrico, en cada unidad experimental y sus datos se expresaron en kg/hl^{-1}

- **Tipo de grano (TG).**

Fue determinado mediante observación directa, en cada parcela neta, una vez que los granos estuvieron completamente secos, posterior a esto se clasificaron con ayuda de la siguiente escala que se detalla a continuación:

Escala	Descripción
**	Grano excelente, grueso grande, amarillo o blanco.
*	Grano mediano, grueso, blanco o amarillo.
+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado.

Fuente: *(Ponce, et al.,2019)*

3.2.7 Análisis de datos

- Análisis de Varianza (ADEVA), que se detalla a continuación:

Fuente de variación	Grados de Libertad	C.M.E*
Bloques (r - 1)	2	f2e + 5 f2bloques
Tratamientos (t-1)	4	f2e + 5 θ2t
Error Experimental (t - 1) (r - 1)	8	f2e +
Total (t x r) – 1	14	

- Prueba de Tukey al 5%
- Análisis de correlación y regresión lineal simple

CAPÍTULO IV

4.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas.

Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días al Espigamiento (DE), Altura de la planta (AP), Reacción a enfermedades foliares Roya amarilla (P. striiformis), Roya en la hoja (P. tritici), Virus (BYVD), Reacción a enfermedades de la espiga (Fusarium).

Tabla 1

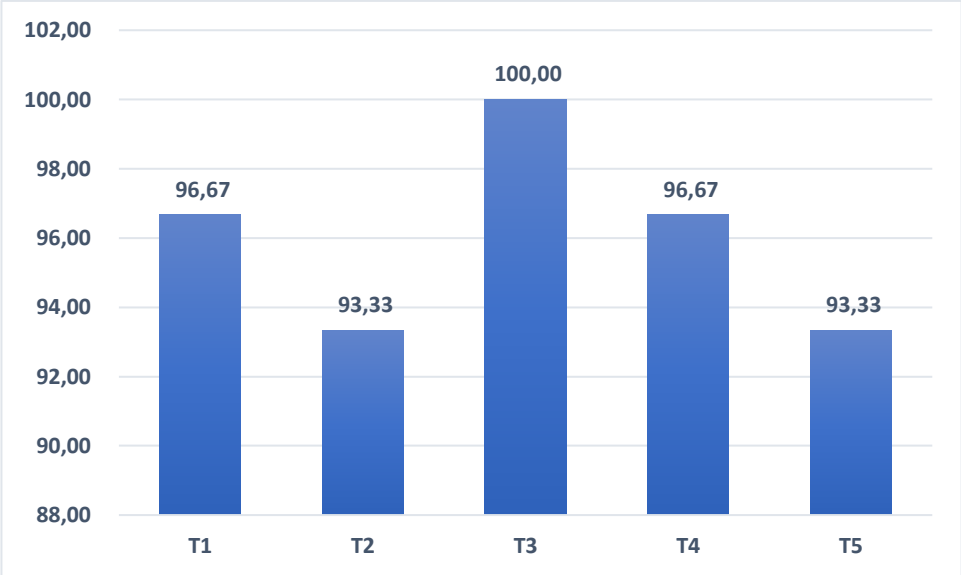
Análisis estadístico para las variables agronómicas

T	PEC (NS)	R	DE **	R	AP (NS)	R	RA *	R	RH (NS)	R	BYVD **	R	PSF (NS)	R
T1	96.67	A	68.00	A	95.90	A	0.00	A	3.33	A	2.00	A	46.67	A
T2	93.33	A	75.33	C D	97.77	A	8.33	A	7.00	A	3.00	B	65.00	A
T3	100	A	71.33	B	94.47	A	1.67	A	5.33	A	3.00	B	56.67	A
T4	96.67	A	76.33	D	95.70	A	5.00	A	2.33	A	3.00	B	48.33	A
T5	93.33	A	73.33	B C	92.53	A	8.33	A	0.67	A	2.67	A B	48.33	A
MG	96.00		72.86		95.27		4.67		3.73		2.73		53.00	
CV %	5.54		0.99		4.64		66.34		126.82		9.45		30.62	

***Nota*:** T: Tratamientos, MG: Media general, NS : No Significativo, R: Rango, * :Significativo,**:Altamente significativo, CV: Coeficiente de Variación.

Figura 1

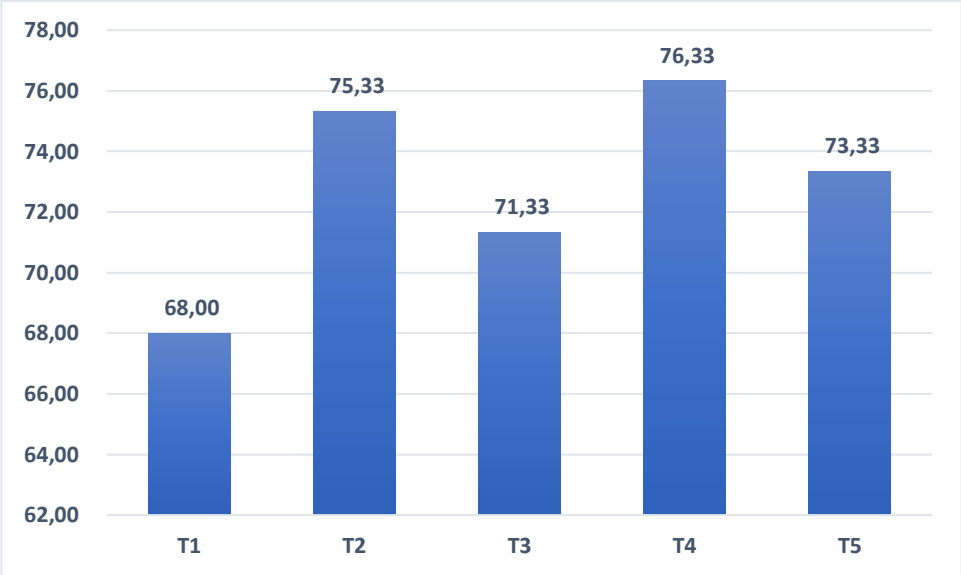
Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).



No existió diferencias estadísticas en los promedios de la variable porcentaje de emergencia en el campo, entre los tratamientos en estudio obteniendo el promedio más alto en el T3 con un 100 % demostrando ser la mejor accesión en la presente evaluación y los promedios más bajos se obtuvieron en T2 y T5, con un 93.33% El porcentaje de emergencia del trigo está relacionada con la etapa fisiológica de la germinación, en donde juega un papel fundamental la calidad física, fisiológica y genética de la misma, componentes directos de su viabilidad, los valores en todas las accesiones son adecuadas, ya que superan el 90% de emergencia , asumiendo que la semilla tuvo un buen manejo al momento de la siembra y las condiciones del suelo y ambiente fueron positivas para su desarrollo

Figura 2

Días al Espigamiento (DE)



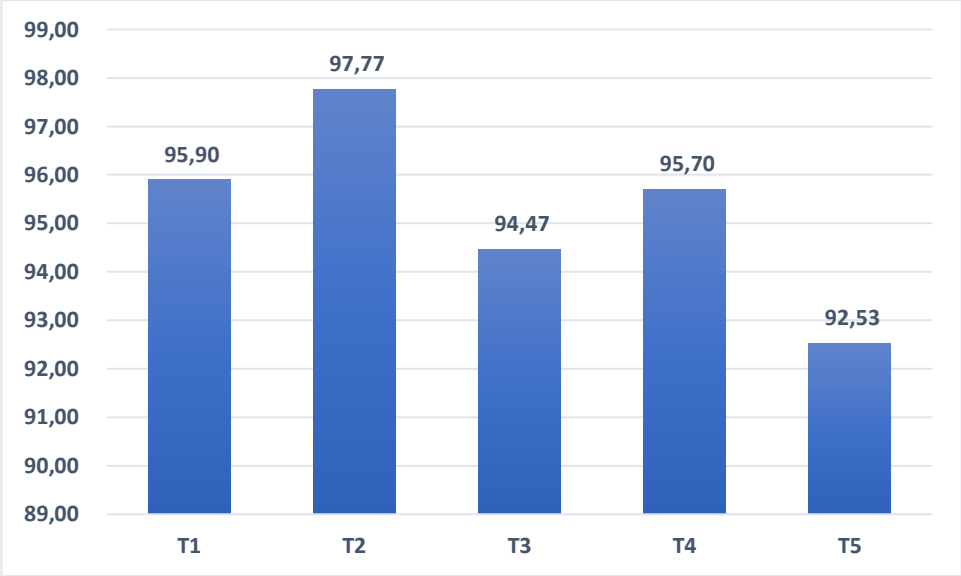
Los tratamientos en estudio mostraron una diferencia estadística altamente significativa. Siendo los tratamientos más tardíos; T4 con 76 días al espigamiento mismo que se identifica la accesión TA-20-001 y el T2 con 75 días, y los tratamientos más precoces; T1 con 68 días al espigamiento el mismo que corresponde a la accesión TA-18-008 seguido por el tratamiento T3 con 71 días al espigamiento.

Los días al espigamiento está determinado por las características genéticas de cada cultivar, pero también depende de las condiciones climáticas en las que se desarrolle el cultivo las mismas que pueden influenciar en el proceso fisiológico de las plantas.

El carácter evaluado permite seleccionar accesiones con precocidad, aspecto que es importante para adaptarse a las nuevas condiciones edafoclimáticas que se han modificado por efecto del cambio climático, en donde es necesario aprovechar de mejor manera los tiempos y épocas del cultivo; observando que TA-18-008 es un firme candidato para nueva variedad por su ciclo corto de cultivo.

Figura 3

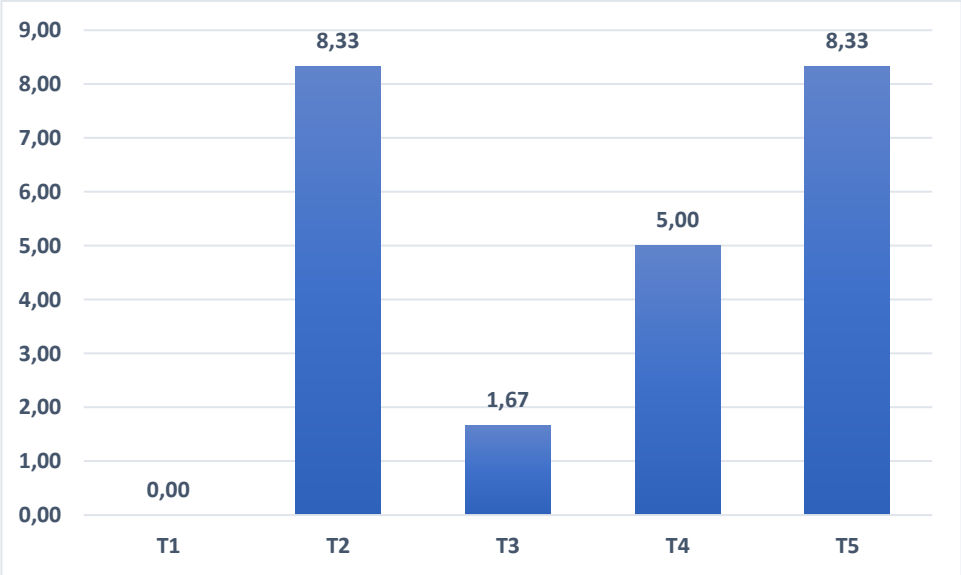
Altura de la planta (AP)



La respuesta de las accesiones no presentó diferencias estadísticas entre tratamientos. Mostrando el mayor promedio de altura en la planta en el T2 accesión TA-19-003 con 97.77 cm de altura, mientras que el tratamiento T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 presentó el menor promedio con 92.53 cm. En el proceso de mejoramiento de trigo se busca precisamente que las plantas tengan alturas intermedias, que no superen el 1.70m para cuidar problemas relacionados con el acame y de la misma manera ir generando características fenotípicas positivas para la cosecha tanto manual como mecanizada; teniendo en cuenta además que la altura de la planta también puede estar influenciada por factores de manejo como la fertilización nitrogenada y aspectos ambientales como la participación y las horas luz.

Figura 4

Reacción a enfermedades foliares (REF 1) Roya amarilla (P. striiformis)

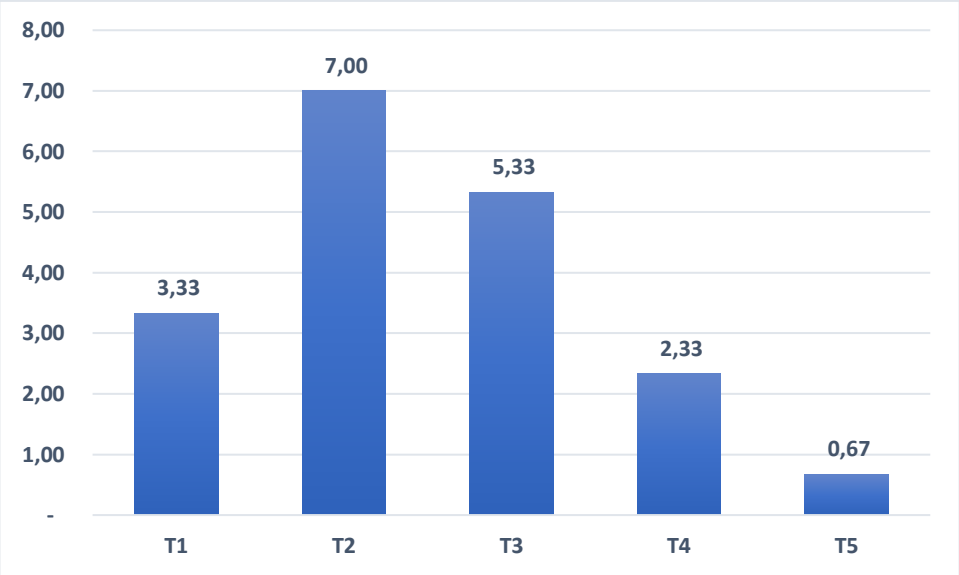


Según el análisis de la reacción enfermedades foliares como Roya Amarilla (*P. striiformis*) los tratamientos que presentaron una mayor severidad a esta enfermedad son; T2 que corresponde a la accesión TA-19-003 y el T5 que se identifica con la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con un promedio de 8.33 % de severidad, mostrándose resistentes a la enfermedad con presencia de clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias según la escala de evaluación, mientras que el tratamiento que mostro mayor resistencia a dicha enfermedad fue el T1 que se identifica la accesión TA-18-008 con 0 % de severidad, demostrando que no existió ningún síntoma visible en la planta de Roya Amarilla.

En el parámetro evaluado se obtuvo un coeficiente de variación de 66.34%, debido a que el presente parámetro no está bajo el dominio del investigador, es influenciado directamente por las condiciones climáticas que se presente en la etapa de desarrollo de cultivo, debiendo indicar que la presente enfermedad se desarrolla en temperaturas promedios de 20 °C y presencias de precipitaciones que ayudan a evidenciar uredosporas que afectan al cultivo. El contar con materiales de trigo resistentes como TA-18-008 y tolerantes como las demás accesiones permite establecer que la zona agro-ecológica tiene gran potencial para el fortalecimiento del cultivo de trigo.

Figura 5

Reacción a enfermedades foliares (REF) Roya de la hoja (P. tritici)

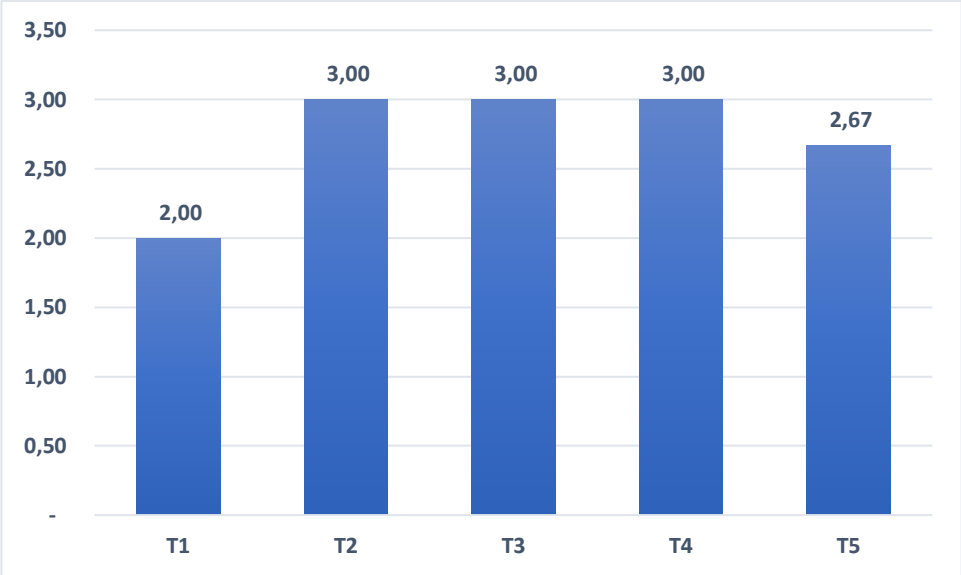


La reacción a enfermedades foliares como la Roya de la hoja *(P. tritici)* demostró que no es significativo entre tratamientos obteniendo una mayor resistencia a esta enfermedad en el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con un promedio de 0.67% de severidad, presentando pequeñas clorosis o necrosis visiblemente parciales sin presencia de uredias, mientras que el T2 que se identifica la accesión TA-19-003 presenta mayor severidad con un promedio de 7% mostrándose tolerante a la reacción de la enfermedad.

La presente evaluación se lo realizo durante el desarrollo del cultivo principalmente a partir de la etapa de macollamiento de las plantas hasta la presencia de madures fisiológica de las mismas sin embargo al igual que las demás enfermedades no está bajo el dominio del investigador por el cual se obtuvo un coeficiente de variación muy elevado; y se debe destacar que la reacción de los diferentes materiales estuvo por debajo del 10%, pudiendo inferir que no tendría un efecto de daño económico, si tenemos en cuenta su umbral de afectación; y que todos los materiales tienen potencial de adaptación con baja afectación fitosanitaria.

Figura 6

Reacción a enfermedades foliares (REF 3) Virus del enanismo (BYVD)

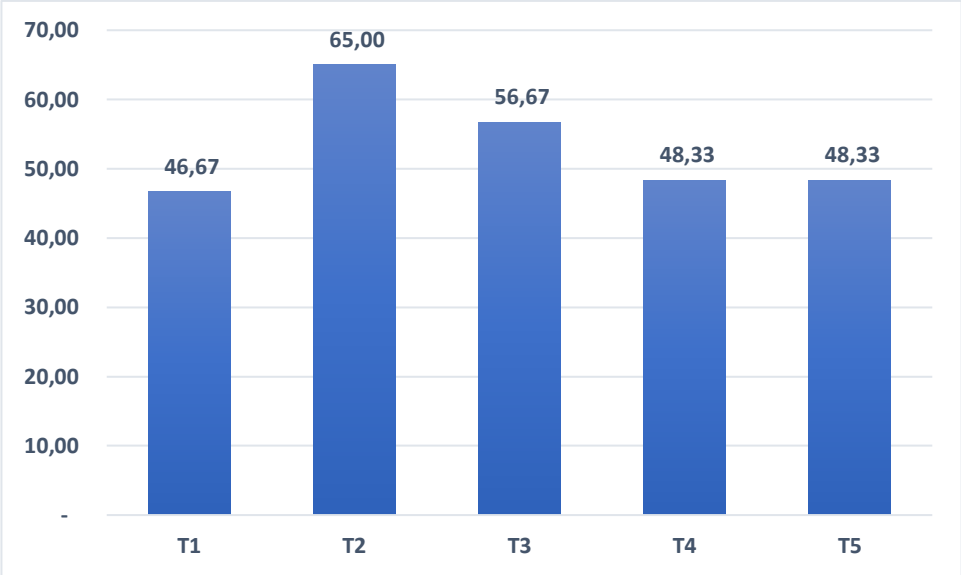


Mediante el análisis de BYDV se obtuvo una significancia estadística altamente significativa entre los tratamientos en estudio, obteniendo una mayor escala, con un valor de 3 en los tratamientos T2,T3,T4 y T5 con presencia de amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento, mientras que el T1 que corresponde a la accesión TA-18-008 se mostró más resistente a la enfermedad con la presencia de escala 2 lo que evidencia presencia de amarillamiento restringido de las hojas ,una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1 ; más hojas decoloradas.

El cultivo no fue afectado gravemente por esta enfermedad, porque no existió presencia masiva de áfidos, en especial los pulgones que son los principales trasmisores de esta enfermedad ya que no hubo las condiciones adecuadas para el desarrollo de los mismos; y se efectuaron controles químicos con acefato en dosis de 300g/ha para evitar su proliferación en os espacios con presencia de sequía en el desarrollo de las plantas.

Figura 7

Reacción a enfermedades de la espiga (REE) (Fusarium).



El resultado obtenido de la reacción a enfermedades de la espiga Fusarium demostró que no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio obteniendo una mayor presencia visual de Fusarium en el T2 que se identifica la accesión TA-19-003 con 65%, con relación al T1 que corresponde a la accesión TA-18-008 que presentó el promedio más bajo con 46.67 % de daño visual causado por Fusarium.

La evidencia de Fusarium se ve afectada por las condiciones medioambientales durante la etapa de maduración ya que incide mucho en la aparición de dicha enfermedad, principalmente por la presencia de precipitaciones y humedades muy elevadas que ayuda a su desarrollo; debido a los resultados con porcentajes altos, se debería propender a evaluaciones de laboratorio que corroboren los datos visuales de la presente investigación.

Variables Productivas

Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de la espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Peso de campo por parcela (PCP), Rendimiento del grano (RG) kg/ha, Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PH).

Tabla 2

Resultados de los análisis estadísticos de las variables productivas.

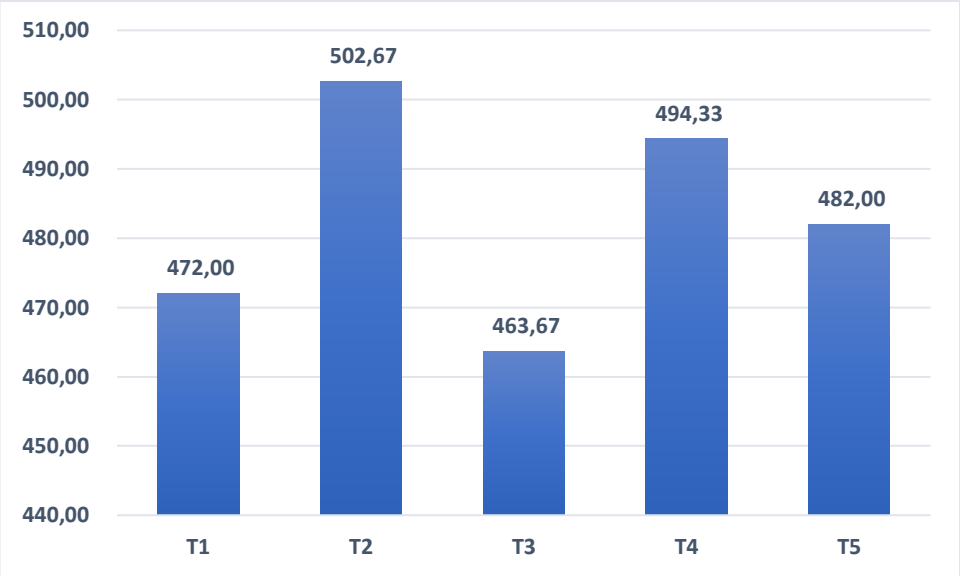
T	NEMC (NS)	R	TE *	R	NGE (NS)	R	PCP *	R	R kg/ha *	R	PMG (NS)	R	PH (NS)	R
T1	472.00	A	8.82	AB	42.67	A	0.94	AB	2654.61	AB	35.14	A	74.55	A
T2	502.67	A	8.67	AB	45.33	A	0.83	A	2362.71	A	37.57	A	74.86	A
T3	463.67	A	8.85	AB	43.33	A	1.17	AB	3277.37	AB	37.80	A	81.25	A
T4	494.33	A	9.43	B	46.67	A	1.22	B	3431.55	B	37.90	A	77.59	A
T5	482.00	A	8.57	A	39.00	A	0.92	AB	2600.44	AB	39.53	A	80.05	A
MG	482.93		8.87		43.80		1.02		2865.34		30.03		77.65	
CV %	5.54		3.21		10.14		12.82		12.38		4.29		4.17	

Nota; T: Tratamientos, MG: Media general, NS: No Significativo,

R:Rango,*:Significativo,**:Altamente significativo, CV: Coeficiente de Variación.

Figura 8

Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).

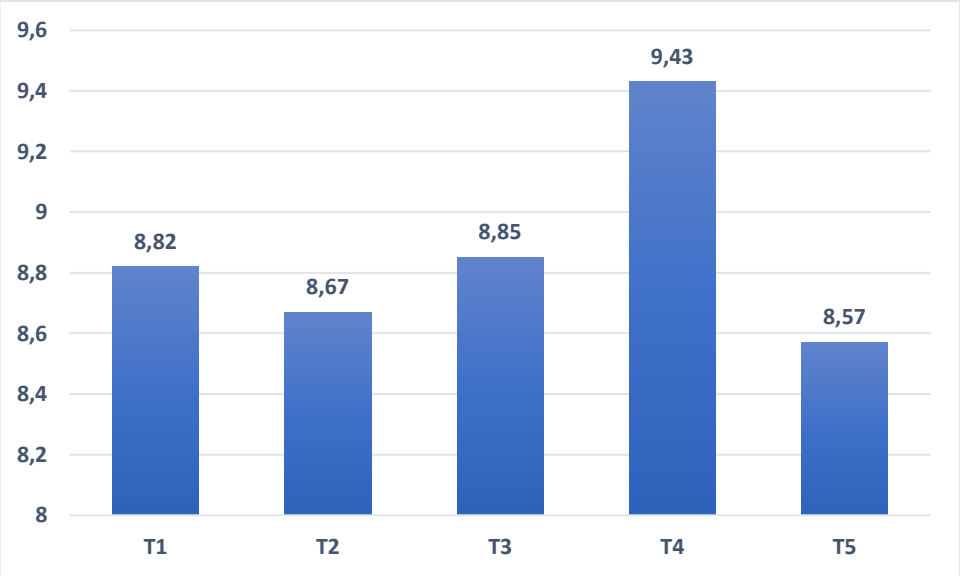


Según el análisis de NEMC los datos no mostraron significancia estadística entre tratamientos. Obteniendo en mayor promedio el T2 con 503 espigas y los menores promedios presentaron los tratamientos T1 con 472 y T3 con 464 espigas por metro cuadrado.

El número de espigas por metro cuadrado es un parámetro que está ligado directamente con las características genéticas de cada accesión, La densidad de la siembra, el porcentaje de emergencia de plántulas, el número de macollos por planta y condiciones edafoclimáticos, además de ello la fertilización que se incorpore durante el desarrollo del cultivo lo cual ayudará a tener un mayor macollamiento y un buen número de espigas.

Figura 9

Tamaño de la espiga (TE).



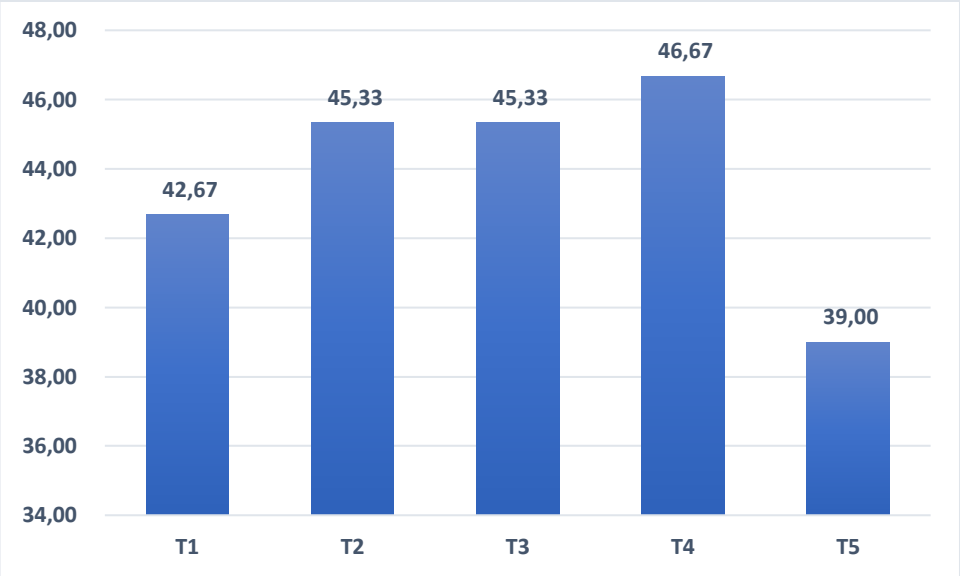
Se mostró una respuesta estadística significativa entre accesiones, obteniendo el mayor promedio en T4 que corresponde a la accesión TA-20-001 con 9.43 cm de longitud y los menores promedios se registraron en el T2 que se identifica la accesión TA-19-008 con 8.67 cm y el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 8.57 cm de tamaño de la espiga.

El tamaño de la espiga está determinado por la presencia de factores climáticos como; temperatura, humedad, precipitación y la disponibilidad de nutrientes que el cultivo, principalmente en floración, espigamiento y llenado del grano requiere durante su desarrollo del cultivo. Además de ello depende de las características físicas, químicas y biológicas del suelo y la densidad de siembra lo cual puede afectar mucho en la competencia de las plantas por los nutrientes.

El contar con espigas de longitud adecuada, puede inferir con un mejor número de granos y posiblemente un mejor tamaño de las mismas, lo que podría traducirse en un más alto rendimiento.

Figura 10

Número de granos por espiga (NGE).

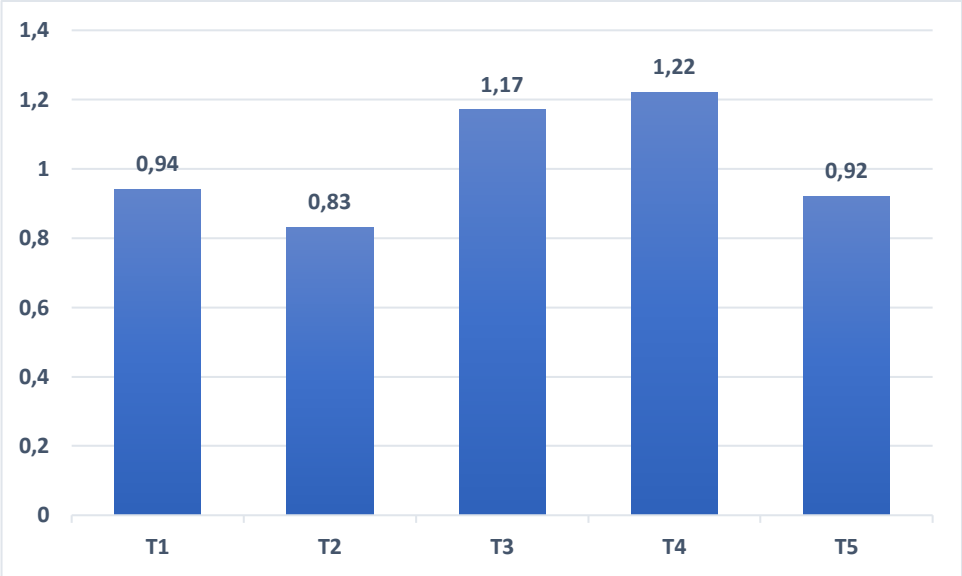


El número de granos por espiga no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. Obteniendo el promedio más alto en el T4 que se identifica con la accesión TA-20-001 con 47 granos por espiga y el promedio más bajo en el T5 que corresponde a la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014 con 39 granos por espiga.

Además de ser un factor que está definido por la genética de cada accesión está influenciado por el tamaño de la espiga y la disponibilidad de nutrientes en el suelo además de ello también puede ser muy determínate las condiciones climáticas principalmente las precipitaciones y la humedad que favorece al desarrollo de Fusarium en la etapa de maduración mismo que afecta el desarrollo de los granos; recalcando que las accesiones evaluadas superan notablemente en este parámetro a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 proyectándose como materiales con características promisoras para su liberación con nuevas variedades en la localidad y región.

Figura 11

Peso de campo por parcela (PCP)

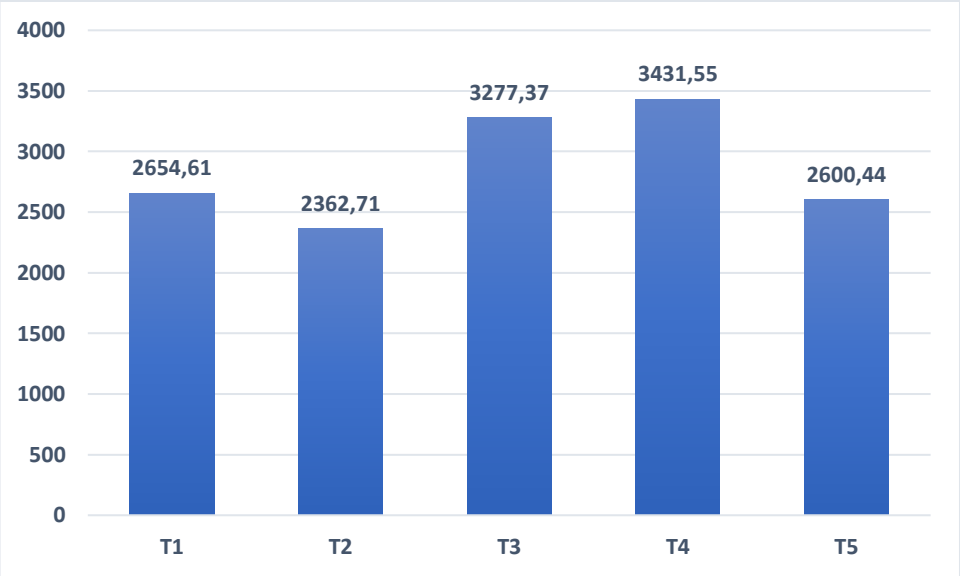


Mediante el análisis de los datos obtenidos en el PCP, existieron diferencias estadísticas significativas entre las accesiones en estudio. Indicando el mayor promedio en la accesión T4 con 1.22 kg/parcela y el menor promedio en T2 que corresponde a la accesión TA-19-003 con 8.82 kg/parcela.

El PCP permite inferir la respuesta de una planta a sus diferentes factores de manejo y su interacción con las condiciones edafoclimáticas de la zona agroecológica en estudio, aspecto que permite establecer volúmenes de cosecha y sirve como insumo para la determinación de su potencial de rendimiento a mejor escala.

Figura 12

Rendimiento del grano (RG) kg/ha^{-1}

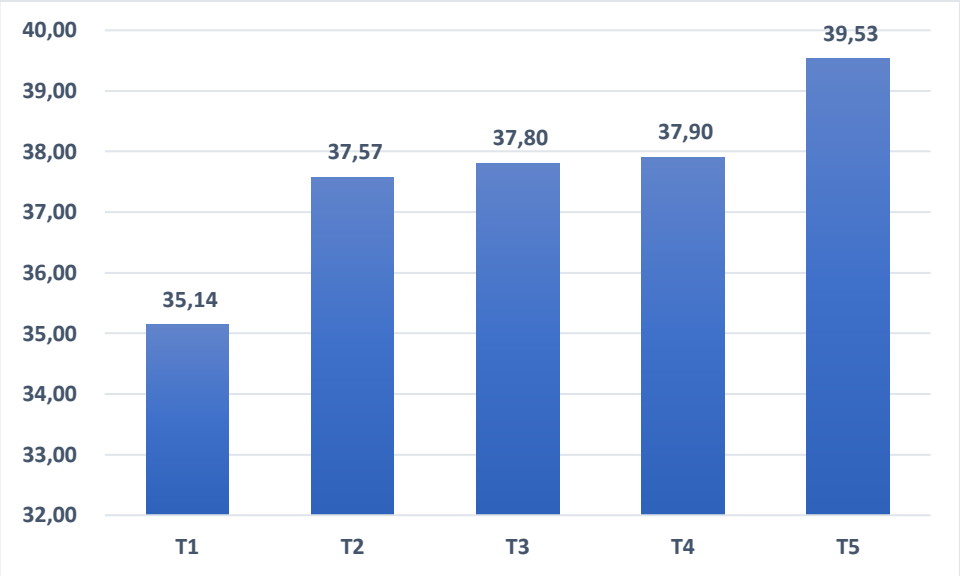


Los resultados obtenidos para el rendimiento del grano en kh/ha^{-1} demostró significancias estadísticas significativas entre los tratamientos en estudio. Siendo el tratamiento con mayor rendimiento el T4 que identifica la accesión TA-20-001 con 3431.55 kg/ha y los tratamientos T1 con 2654.61 kg/ha, T2 con 2362.71 kg/ha son las accesiones que presentan menor rendimiento. Obteniendo un rendimiento general entre accesiones de 2865.34 kg/ha y un coeficiente de variación de 12.38%.

Los promedios obtenidos en este parámetro fueron determinados mediante el cálculo de los datos obtenidos del rendimiento en gramos por parcela, donde se obtuvo un promedio general de 2865.34 kg/ha mismo que se vio afectado por condiciones medio ambientales en etapas críticas del cultivo principalmente en la etapa de macollamiento y días al espigamiento. Anotando que todas las accesiones mostraron un buen potencial en producción.

Figura 13

Peso de mil granos (PMG)

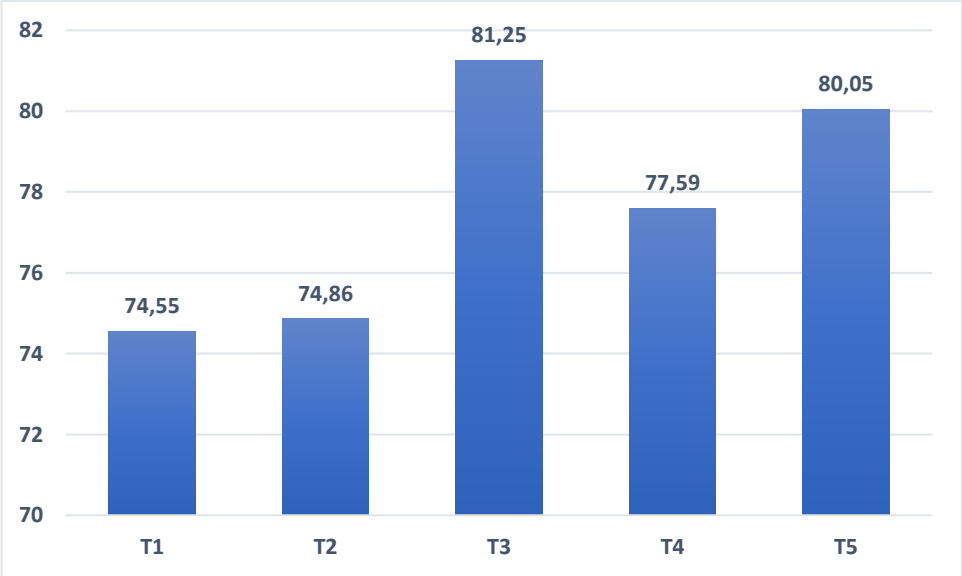


Según el análisis de los resultados obtenidos de peso de 1000 granos determina que no existió significancia estadística entre accesiones, identificando con un mayor promedio el T5, variedad INIAP-IMBABURA-2014 con un peso de 39.53 g y con un menor promedio el T1 que corresponde a la accesión TA-18-008 con 35.14 g, recalcando que los tratamientos T2, T3, T4, presentaron pesos similares.

Este parámetro de evaluación a más de ser un carácter varietal tiene una fuerte interacción genotipo ambienté y está influenciado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño, calidad, las condiciones del suelo y las condiciones agroecológicas durante el desarrollo del cultivo. Además de ellos también se ve afectado por el ataque de fusarium que es una enfermedad que merma la calidad del grano. Indicando que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 presenta una buena calidad de grano, lo que permite ser acogido de manera positiva en el mercado, y si se trata de producción de semilla sería un rubro de buena calidad.

Figura 14

Peso hectolítrico (PH).



Los datos evaluados en el factor peso hectolítrico, nos demuestran que no existió diferencia estadística entre los tratamientos en estudio. Indicando que los tratamientos que presentaron un mayor promedio fueron el T3 con 81.25 kg/hl^{-1} seguido por el T5 con 80.05 kg/hl^{-1} y las accesiones con menor promedio fueron el T2 con 74.86 kg/hl^{-1} y el T1 con 74.55 kg/hl^{-1}.

La accesión del T3:TA19-008 y la variedad INIAP- IMBABURA-2014 siguen manteniendo los mejores resultados los mismos que pueden ser de gran interés y cumplir con las expectativas de los productores e industrias molineras. Recalcando que estas dos accesiones presentar un color de grano rojo que es muy influyente en el peso hectolítrico y en su aptitud harinera.

Variables Cualitativas

Vigor de la planta (VP), Hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP), Tipo de grano (TG).

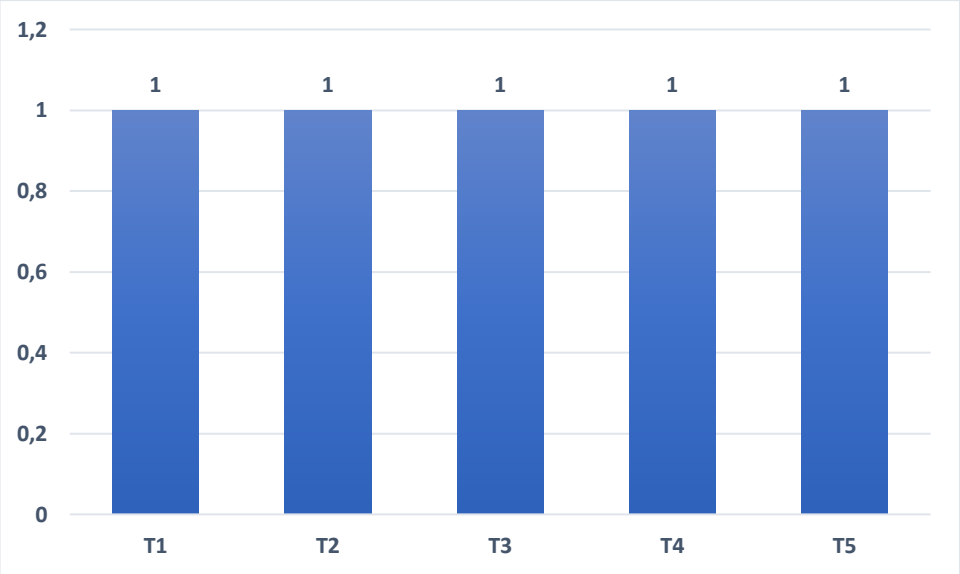
Tabla 3

Promedios de las respuestas en las características cualitativas.

Tratamientos	VP	HC	TP	TG
T1	1	1	1	1
T2	1	1	1	2
T3	1	1	1	2
T4	1	1	1	2
T5	1	1	1	2

Figura 15

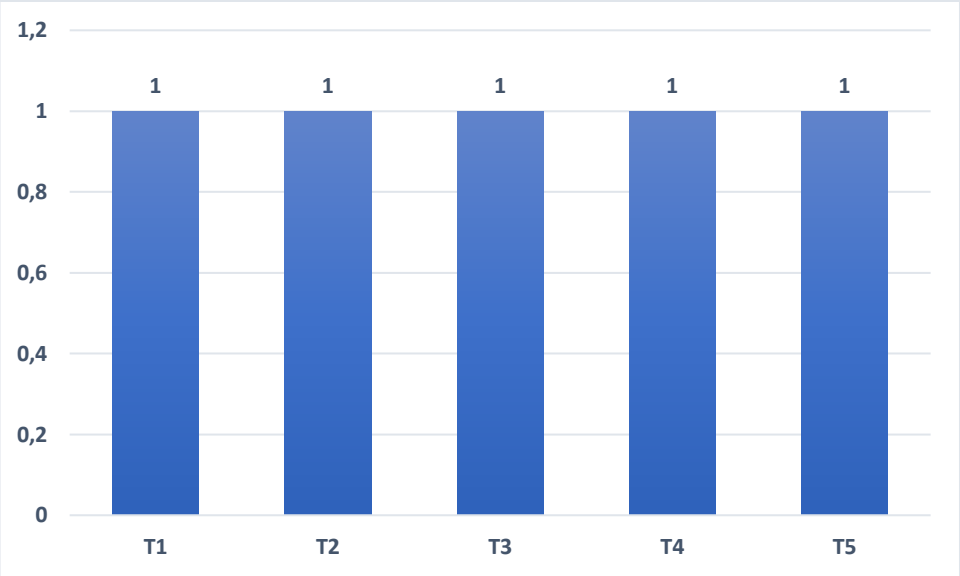
Vigor de la planta (VP).



Las accesiones en estudio presentaron una buena respuesta con plantas y hojas grandes, bien desarrolladas. Este parámetro a más de ser una característica de tipo genético, está directamente relacionado e influenciado por el tamaño y calidad de semilla, disponibilidad de nutrientes y humedad del suelo, al momento de la siembra, pudiendo inferir que en la presente evaluación las accesiones en estudio tuvieron una buena adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona de estudio.

Figura 16

Hábito de crecimiento (HC).

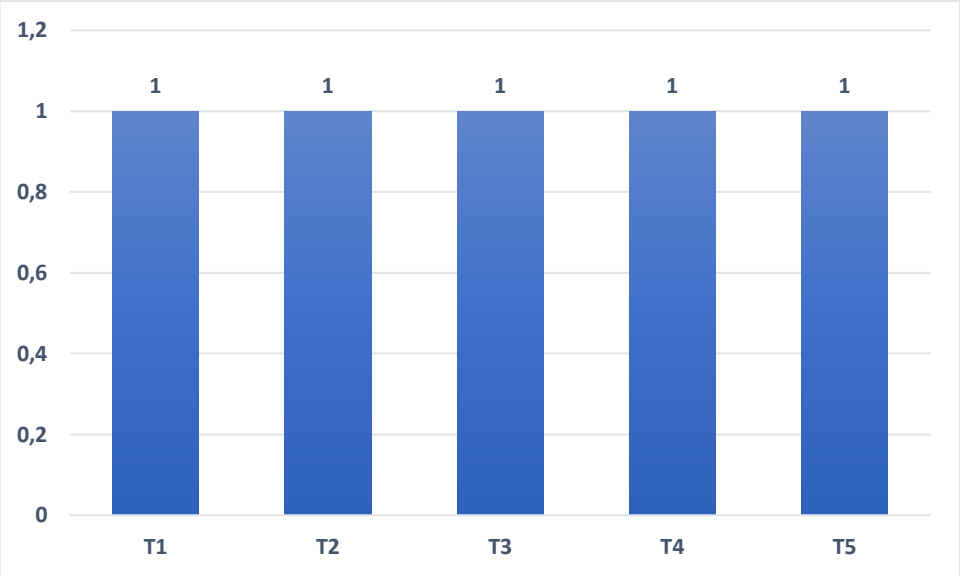


Las cinco accesiones en estudio presentaron un hábito de crecimiento erecto, platas con hojas dispuestas verticalmente hacia arriba según las escalas de evaluación propuesta por el programa de cereales del INIAP para la evaluación de este parámetro.

Este factor está directamente relacionado con la constitución genética de cada accesión, por lo que, la presencia de genes de vernalización determinara las características de este parámetro. Además de ello existen otros factores que influyen en esta característica como son los cambios climáticos principalmente en la etapa de desarrollo. Acotando que el hábito de crecimiento erecto que presentaron las accesiones es una característica genética que puede actuar positivamente en el desarrollo de las prácticas agrícolas como control de plagas y enfermedades y cosecha manual y mecanizada.

Figura 17

Tipo de paja (TP).

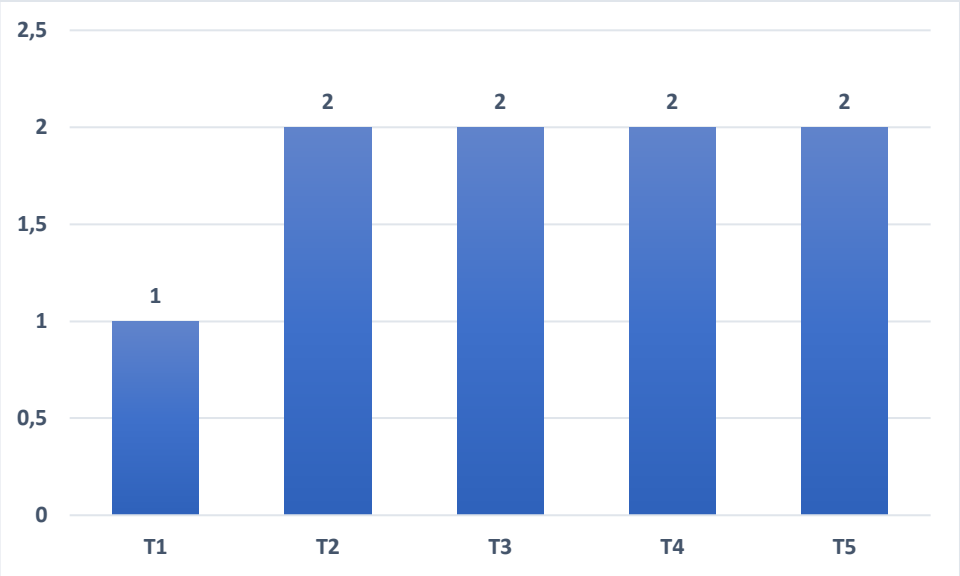


Las accesiones en estudio demostraron una dureza y flexibilidad del tallo de la planta demostrando una escala uno con una nomenclatura de tallo fuerte, que hace referencia a tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame. Este parámetro además de ser genético está ligado directamente con la altura de la planta y tamaño de la espiga y se puede ver afectado por factores como: nutrición, elevadas precipitaciones, condiciones climáticas densidad de siembra, viento y fotoperiodismo.

Las accesiones en estudio han llegado al tercer periodo de evaluación, precisamente por presentar estas características de resistencia y estructura anatómica de sus plantas, aspecto muy importante para el establecimiento de las presentes accesiones en ambientes que presenten fuertes corrientes de vientos, evitando el volcamiento y perdidas parciales o totales de la producción.

Figura 18

Tipo de grano (TG).



De acuerdo a los datos obtenidos de la calidad de grano se registró que el T1 presentó buenas características con un tipo de granos gruesos, grandes, bien formados y limpios, mientras que los cuatro tratamientos presentaron una escala dos con gramos medianos, bien formados y limpios según las escalas de evaluación propuestas por el programa de cereales del INIAP Santa catalina.

El tipo de grano es un factor muy influyente en la comercialización e industrialización del trigo harinero, mismo que puede ser influenciado por las condiciones medioambientales presentes principalmente en las etapas finales del cultivo y por la incidencia de enfermedades de la espica como el Fusarium y el carbón. Acotando que las accesiones evaluadas presentan un buen tipo de grano con características promisorias para procesos productivos y agroindustriales.

4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL.

Tabla 4

Análisis de correlación y regresión lineal

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R2%)
REF(P.striiformis)*	-0,4165	-0,0180	17,35
BYVD *	0,3536	0,1470	12,50
TE*	0,5006	0,2122	25,06

Coeficiente de Correlación (r)

Se comprobó que existió una correlación negativa entre la variable reacción a enfermedades foliares (REF) como Roya Amarilla (P.striiformis) y una correlación positiva ente las variables, reacción a enfermedades foliares (BYVD) y tamaño de la espiga (TE).

Coeficiente de regresión (b)

Los parámetros que aumentaron el rendimiento fueron: Baja reacción a enfermedades foliares (BYVD) y tamaño grande de la espiga (TE). La variable que redujo el rendimiento fue reacción a enfermedades foliares (REF) como Roya Amarilla (P.striiformis)

Coeficiente de determinación (R^2)

La reducción de un 17.35% en el rendimiento de las accesiones se ve influenciado debido a los índices elevados en los promedios de severidad de la enfermedad foliar (REF) Roya Amarilla (P.striiformis). El incremento de un 12,50 % en el rendimiento de los tratamientos en estudio fue debido a la baja presencia de la enfermedad foliar (REF) BYVD. El tamaño de la espiga (TE) influencio positivamente con un 25.06% en rendimiento del grano debido a los valores altos en el tamaño de la misma. Infiriendo que a más tamaño de la espiga mayor rendimiento.

4.3. COMPROBACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

De acuerdo a los análisis estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que existió diferencias estadísticas significativas y altamente significativas en componentes agronómicos, morfológicos y productivos de las 5 accesiones en estudio, procediendo rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna con evidencia técnica y científica con errores entre el 5% y el 1%.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES.

- La valoración agronómica de las cinco accesiones de trigo del INIAP, en su tercer periodo de evaluación, presentó diferente comportamiento en la localidad de Laguacoto, provincia Bolívar.

- Las características agronómicas de las cinco accesiones de trigo en la zona agroecológica en estudio, con diferente comportamiento estadístico fueron: días al espigamiento (DE), Reacción a enfermedades foliares (REF) (P. striiformis), (BYVD), tamaño de la espiga (TE), peso de campo por parcela (PCP) y Rendimiento del grano en kg/ha (RG).

- Las accesiones de trigo que presentaron mayor resistencia y/o tolerancia al ataque de enfermedades en la zona agroecología en estudio fueron: el T1:TA-18-008 mostrándose resistente a la Roya Amarilla (*P.striiformis*) con un promedio 0.00% , BYVD con una escala 2 amarillamiento restringido de las hojas una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1, más hojas decoloradas y tolerancia para fusarium con 46.67% de ataque.

- En cuanto a las variables cualitativas de la expresión genética del trigo como; vigor de la planta, hábito de crecimiento y tipo de paja mostraron una buena escala según los parámetros de evaluación de cereales propuestas por el INIAP Santa Catalina, mientras que para el tipo de grano, las accesiones presentaron una escala 2 con grano mediano, bien formado y limpio.

- En relación al rendimiento, pese a las condiciones adversas y a la presencia de fuertes vientos previa la cosecha, los tratamientos T3 y T4 superan la 3 t/ha^{-1}; siendo potenciales candidatas para alcanzar su estimado rendimiento a nivel comercial.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Realizar este tipo de investigaciones en otras zonas agroecológicas de la provincia Bolívar para nuevas valoraciones agronómicas y el comportamiento de las mismas y obtener nuevos datos que puedan ayudar a determinar las mejores accesiones con proyección a ser variedades mejoradas que sean aptas para el consumo y comercialización en nuestros mercados.

- Fortalecer convenios de cooperación con entidades gubernamentales como el INIAP que estén enfocadas en este tipo de investigaciones que aportan a seguir recabando información que permita buscar el mejoramiento productivo de nuestros agricultores en el rubro de trigo.

- Continuar las evaluaciones de calidad del grano en las líneas evaluadas para establecer su potencial como nuevas variedades.

BIBLIOGRAFÍA

Abbate, P., Cardos, M., & Campaña, L. (2017). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Obtenido de Acassuso: International Plant Nutrition Institute: https://www.researchgate.net/publication/320465244_El_trigo_su_difusion_importancia_como_alimento y consumo

Aguilar, A., & Aguilar, A. (2022). Universidad Estatal de Bolívar. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de Repositorio Digital UEB: https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4461/1/Antonio-Aguilar-Adolfo-Aguilar.pdf

Armas, D. (2023). REPOSITORIO UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR. Obtenido de dspace.ueb.edu.ec: https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6146/1/TESIS_XIMENA_ARMAS_SUELOS.pdf

Carmona, M., & Sautua, F. (18 de Junio de 2018). RESEARCHGATE. Obtenido de https://www.researchgate.net/: https://www.researchgate.net/publication/327510461_EPIDEMIAS_DE_ROYA_AMARILLA_DEL_TRIGO_NUEVAS_RAZAS_EN_EL_MUNDO_MONITOREO_Y_DECISION_DE_USO_DE_FUNGICIDAS

Céspedes, R., Apaza, G., Ramírez, D., Tumiri, E., & Ticona, F. (2018). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Recuperado el 27 de Mayo de 2023, de Repositorio Universidad Mayor de San Andrés: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23622/42-IIAREM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cherlinka, V. (14 de Julio de 2023). EOS DATA ANALYTICS. Obtenido de EOS Data Analytics,Inc.: https://eos.com/es/blog/cultivo-de-trigo/

Divito, G., & García, F. (2017). International Plant Nutrition Institute. All rights reserved. Recuperado el 27 de Mayo de 2023, de International Plant Nutrition Institute Web site: http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b8525790000

57902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Cap%201.pdf

Elichalt, M., Urruzola, N., Medrano, A., Cadenazzi, M., Godiño, M., Batthyany, C., & Malacrida, L. (Marzo de 2021). INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA URUGUAY. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de ainfo.inia.uy: http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15967/1/Inia-Fpta-92-proyecto-323-Marzo-2021.pdf

Falconí, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Obtenido de REPOSITORIO INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3293

Galarza, E. (2023). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38376/1/049%20Agronom%c3%ada%20-%20Galarza%20Tenesaca%20Edisson%20Roberto.pdf

Herrera, T. (2016). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4209/1/UTC-PC-000143.pdf

Limachi, J. (2022). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Obtenido de Departamento de Investigación, Postgrado e Interacción Social: https://dipgis.umsa.bo/wp-content/uploads/2023/11/TESIS-DE-GRADO-Limachi.pdf

Llaven, G., García, E., Borbón, A., & Hernández, A. (2021). Congreso Nacional de Riego, Drenaje y Biosistemas. Obtenido de https://www.riego.mx/congresos/comeii2021/files/ponencias/extenso/COMEII-21010.pdf: https://www.riego.mx/congresos/comeii2021/files/ponencias/extenso/COMEII-21010.pdf

Llumitaxi, A. (2024). REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12136

Minta, M. (2024). REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/12135

Pichucho, C. (2022). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9474/1/PC-002422.pdf

Pistoni, L. (2020). ESCUELA AGROTÉCNICA «LIBERTADOR GENERAL SAN MARTÍN» UNR. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de ESCUELA AGROTÉCNICA «LIBERTADOR GENERAL SAN MARTÍN» UNR: https://eac.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/03/Cultivo-de-Trigo-2020.pdf

Pogo, A. (2022). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Obtenido de REPOSITORIO UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI: http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9479

Ponce, L., Campaña, D., Noroña, P., & Garófalo, J. (Mayo de 2020). INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Obtenido de REPOSITORIO INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588

Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (Mayo de 2019). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de REPOSITORIO INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5391/1/Manual%20Par%C3%A1metros%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20Cereales%20DIGITAL.pdf

Ponce, L., Garófalo, J., Patricio, N., & Campaña, D. (2021). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de REPOSITORIO INIAP: https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5973/1/ACTIVIDADES%

20DE%20INVESTIGACI%c3%93N%20EN%20CEREALES%20A%c3%91O%202020%20impresa.pdf#page=50

Ponce, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2022). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de REPOSITORIO INIAP: file:///C:/Users/Personal/Downloads/MANUAL%20PARA%20LA%20PRODUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE%20DE%20TRIGO%20EN%20LA%20SIERRA%20ECUATORIANA_opt%20(3).pdf

Rodríguez, M. (2022). UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES. Obtenido de BIBLIOTECA DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES: http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-2416_RodriguezMR.pdf

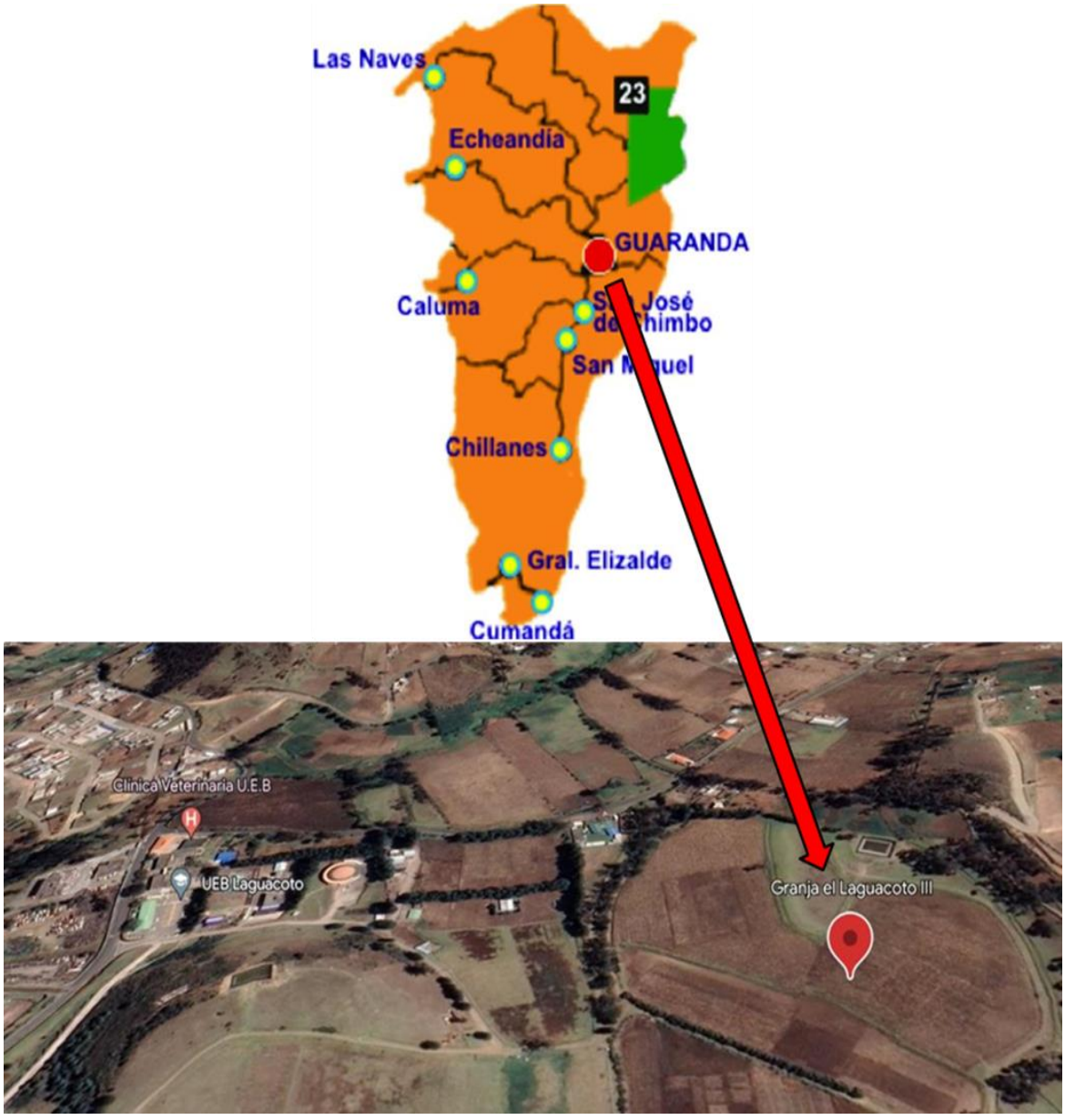
Simón, M., & Golik, S. (2023). UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. Obtenido de PORTAL DE LIBROS UNLP: https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/2291/5720/10244-1

Valdivia, E. (2017). UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de REPOSITORIO UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS: https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13129/T-2403.pdf?sequence=1&isAllowed=y

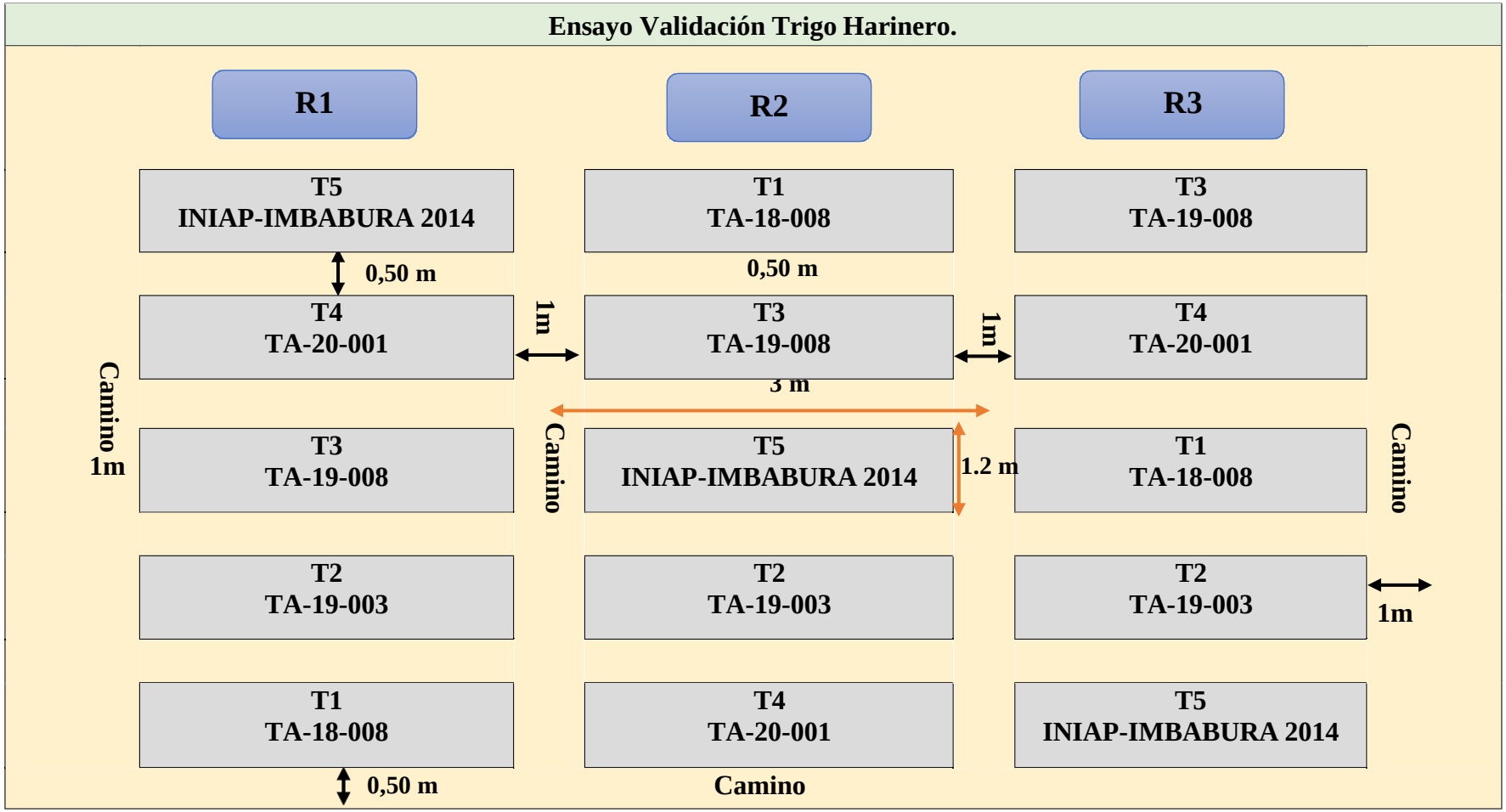
Vera, C., León, L., Matus, I., Alfaro, C., Panichini, M., Castillo, D., . . . Hirzel, J. (2023). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de Biblioteca Digital INIA: https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/68996

ANEXOS.

Anexo 1. Mapa de Ubicación de la Investigación.



Anexo 2. Croquis del ensayo.



Anexo 3. Base de datos

Tiramientos	Repeticiones	% de Emergencia	Vigor de la Planta	Hábito de Crecimiento	Altura de la Planta	Días al espigamiento	Tipo de Paja	N° de Espigas por m2	Tamaño de la Espiga	Numero de granos por espiga	Peso de Campo/Parcela	Peso de mil Granos	Peso Hectolítrico	Rendimiento del Grano kg/ha	Tipo de Grano	% de Severidad de Roya Amarilla	%de Severidad de Roya de la Hoja	% de Severidad de Fusarium	BYDV
1	1	90	1	1	89.10	68	1	468	8.77	43	0.94	36.70	77.48	2671.13665	1.00	0	0	30	2
2	1	100	1	1	99.20	75	1	520	8.40	47	0.81	35.90	75.16	2275.86207	2.00	15	15	70	3
3	1	100	1	1	95.70	72	1	515	8.49	41	1.28	38.90	82.65	3575.98978	2.00	0	10	50	3
4	1	100	1	1	93.90	76	1	498	9.15	46	1.04	35.80	80.10	2932.05619	2.00	5	1	30	3
5	1	100	1	1	98.10	73	1	510	7.85	38	0.82	39.60	75.34	2306.57727	2.00	10	1	60	2
1	2	100	1	1	101.70	69	1	480	8.97	41	0.85	35.40	71.28	2423.53129	1.00	0	0	60	2
2	2	90	1	1	94.40	76	1	468	8.97	47	0.97	37.80	77.23	2750.19157	2.00	5	5	75	3
3	2	100	1	1	95.40	72	1	399	9.05	49	1.2	36.30	79.81	3386.97318	2.00	0	1	70	3
4	2	90	1	1	97.40	77	1	468	9.50	42	1.33	38.70	75.48	3753.89527	2.00	5	1	75	3
5	2	90	1	1	91.00	73	1	468	8.60	35	1.1	38.90	84.09	3076.62835	2.00	5	0	30	3
1	3	100	1	1	96.9	67	1	468	8.73	44	1.02	33.30	74.89	2869.15709	1.00	0	10	50	2
2	3	90	1	1	99.70	75	1	520	8.65	42	0.72	39.00	72.19	2062.06897	2.00	5	1	50	3
3	3	100	1	1	92.30	70	1	477	9.00	40	1.02	38.20	81.28	2869.15709	2.00	5	5	50	3
4	3	100	1	1	95.80	76	1	517	9.65	52	1.28	39.20	77.19	3608.68455	2.00	5	5	40	3
5	3	90	1	1	88.50	74	1	468	9.25	44	0.85	40.10	80.72	2418.10345	2.00	10	1	55	3

Anexo 4. Evidencia del trabajo realizado en el proceso de seguimiento y evaluación del ensayo.



Fertilización de las parcelas



Control de plagas



Limpieza de malezas alrededor de las parcelas



Toma de datos con ayuda del personal del INIAP



Toma de datos



Colocación de letreros en las unidades experimentales



Visita de campo



Cosecha manual



Toma de datos de granos por espiga



Trilla de forma manual



Secado del grano



Toma de datos, peso hectolítrico

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Accesiones: Una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea de cría o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso.

Cariópside: Significa literalmente 'fruto compacto, que posee la apariencia de un núcleo indivisible', como puede confirmarse si observamos los granos de maíz, trigo, cebada, sorgo, centeno y avena, entre otros.

Celulosa: Polisacárido estructural de los vegetales en los que constituye la pared celular. Es el componente principal de la madera (el 50% es celulosa) algodón, cáñamo etc. El 50 % de la Materia Orgánica de la Biosfera es celulosa.

Cloróticas: Es el amarillo miento del tejido foliar causado por la falta de clorofila. Las causas posibles de la clorosis son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta.

Competitividad: Capacidad de competir, rivalidad para la consecución de un fin.

Coleorriza: Coleorriza o vaina de la raíz es una capa protectora de tejido que envuelve la radícula en las semillas monocotiledóneas. Durante la germinación, la coleorriza es la primera parte en crecer fuera de la semilla, creciendo a través de la elongación celular.

Endosperma: Tejido nutritivo formado en el saco embrionario de las angiospermas a partir de la célula central que contiene el núcleo primario del endosperma. En las plantas angiospermas, es el tejido nutritivo procedente de la doble fecundación y que contiene la semilla; en las gimnospérmas es el tejido nutritivo que contiene la semilla y cuya constitución genón genética es igual a la de un óvulo no fecundado

Facitulada: No tiene eje principal y todas las ramificaciones tienen la misma importancia. Raíz napiforme: consta de una raíz principal, cuya función es la de almacenar sustancias de reserva. Raíz ramificada: posee una estructura similar a la del árbol, aunque carece de raíz principal.

Gluten: Sustancia pegajosa y de color pardo, formada por proteínas, que se encuentra en la semilla del trigo y de otras gramíneas y que proporciona gran cantidad de energía al organismo. El gluten es la proteína de reserva más importante del trigo, el centeno, la cebada y muchos otros tipos de cereales, el propio gluten tiene un valor nutritivo reducido, pero es un buen emulsionante, portador de aromas

y suministra agua, la atrae y la estabiliza. Por eso, el gluten se utiliza en la elaboración de comidas preparadas y salsas, usándose como excipiente. Además, también actúa como adhesivo al mantener unida la harina de trigo y, así, por ejemplo, hace que hornear el pan sea más sencillo.

Hectolítrico: Es el peso del grano en un volumen especifico. Esto quiere decir que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del producto. Es un valor muy útil porque resume en un solo valor qué tan sano es el grano.

Linea Promisoria: Material genético de un vegetal que a sufrido un proceso de mejoramiento genético sea por selección o cruzamiento y que se encuentra en etapa final de evaluación agronómica ,morfológica y productiva previa a su presentación y liberación como una variedad

Lígula: En botánica, la lígula es un apéndice membranoso ubicado en la línea que une la lámina, o limbo foliar, con la vaina en la familia de las gramíneas. Las lígulas, cuando existen, pueden ser membranosas, pubescentes o pilosas.

Paralelinervia: Dícese de las hojas y otros órganos foliáceos que tienen los nervios principales aproximadamente paralelos, gramíneas y en otras muchas monocotiledóneas.

Parenquimático: El parénquima es el tejido más abundante de la planta, ya que se encuentra en las hojas (mesófilo), en la médula de los tallos, en la pulpa de los frutos, etc. Sus células son isodiamétricas (igual forma y tamaño), están vivas a la madurez y tienen paredes primarias delgadas y sin lignina.

Prótidos: Los prótidos forman un grupo de compuestos químicos que incluyen a los aminoácidos y otras estructuras que por hidrólisis producen aminoácidos. Tienen en su composición carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, pueden tener otros elementos como el azufre.

Raíz fasciculada: Raíz que, por atrofia de la raíz principal, está constituida por un manojo de raíces secundarias que tienen el mismo o parecido grosor.

Suelos ácidos: Los suelos ácidos se refieren aquellos que contienen un pH de valor inferior a 5,5 durante la mayor parte del año.

Resilencia: Resiliencia es el término empleado en ecología de comunidades y ecosistemas para señalar la capacidad de estos de absorber perturbaciones, manteniendo sus características de estructura, dinámica y funcionalidad

prácticamente intactas

Uredosporas (urediniosporas): Esporas generadas a partir de la mitosis de micelio dicariótico y que son típicamente repetitivas, dando lugar a nuevas uredosporas o teliosporas.

Variedad: La variedad agrícola es un grupo de plantas similares que debido a sus características estructurales y comportamiento se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. La variedad comercial constituye un grupo de individuos dotados de características comunes de importancia industrial o agronómica y capaz de trasmitirlo de una manera más o menos constante a sus descendientes. La variedad no tiene que estar constituida por un solo genotipo.