



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE AGRONOMÍA

TEMA:

ADAPTACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE 15 ACCESIONES DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*), PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES - INIAP, EN LA LOCALIDAD DE NAGUÁN, PROVINCIA BOLÍVAR.

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

Autora:

Alba Maholy Vera Ledesma

Director:

Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M.Sc.

Guaranda – Ecuador

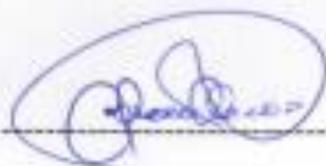
2022

ADAPTACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE 15 ACCESIONES DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*), PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES - INIAP, EN LA LOCALIDAD DE NAGUÁN, PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'P' followed by 'W', 'D', 'O', 'R', 'T', 'I', 'Z'. The signature is written over a horizontal dashed line.

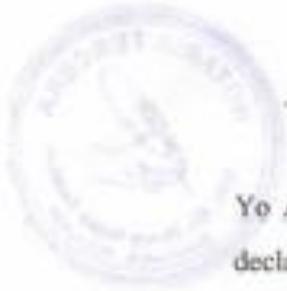
ING. JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ M.Sc
DIRECTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Nelson Monar Gavilánez'. The signature is written over a horizontal dashed line.

ING. NELSON ARTURO MONAR GAVILÁNEZ M.Sc.
BIOMETRISTA

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Sonia Fierro Borja'. The signature is written over a horizontal dashed line.

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.
REDACCIÓN TÉCNICA



CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo Alba Maholy Vera Ledesma, con cédula de identidad número 0202315859 declaro que el trabajo y los resultados reportados 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.

ALBA MAHOLY VERA LEDESMA

AUTORA

CI: 0202315859

ING. JORGE WASHINGTON DONATO ORTIZ M.SC.
DIRECTOR

CI: 1801964550

ING. NELSON ARTURO MONAR GAVILÁNEZ M.SC.
BIOMETRISTA

CI: 0201089836

ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.
REDACCIÓN TÉCNICA

CI: 0201084712

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



N° ESCRITURA 20220203003P01428

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: VERA LEDESMA ALBA MAHOLY

INDETERMINADA Di: 2 COPIAS H.R.

Factura: 001-008-000001652

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día tres de Agosto del dos mil veintidós, ante mí Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece la señorita VERA LEDESMA ALBA MAHOLY, soltera, celular 0979725335, domiciliada en el Cantón de Echeandía, provincia Bolívar y de paso por este lugar, por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruídos por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidos de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declarar lo siguientes "Previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónomo, manifiesto que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **ADAPTACIÓN AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE 15 ACCESIONES DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*)**, **PROVENIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE CEREALES - INIAP, EN LA LOCALIDAD DE NAGUÁN, PROVINCIA BOLÍVAR** es de mí exclusiva responsabilidad en calidad de autora, previo a la obtención de título de Ingeniera Agrónomo, en la universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a la compareciente por mí el Notario en unidad de acto, queda incomparada al protocolo de esta notaría aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy fe.

VERA LEDESMA ALBA MAHOLY
C.C 090 E 315 85 -9

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA...

DEDICATORIA

El presente trabajo, en primer lugar, me permito dedicarlo a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis queridos padres, Sr. Wilson Vera, y Sra. Alba Ledesma quienes, sin escatimar esfuerzo, estuvieron a mi lado brindándome su apoyo durante todo el proceso de mi vida, sobre todo en esta etapa de formación profesional que para ellos también ha sido un sueño que se cristaliza hoy como una realidad, y éste título obtenido con gran esfuerzo y dedicación es para ellos.

A mis abuelitos por el apoyo durante mi carrera universitaria. A mis hermanos, Angie Vera, Elvis Vera, Dylan Vera y mi sobrino querido Liam Paliz Vera porque también forman parte de mi superación, ya que fueron mi inspiración para continuar.

A mi novio Byron Rendón por el apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en las buenas y malas a pesar de la distancia y obstáculos que teníamos en el proceso.

A mi primo Ariel Robayo y esposa por el cariño y apoyo que siempre me brinda.

Y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Maholy Vera

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida académica, algunas están aquí y otras vivirán en mis recuerdos, sin importar en donde estén. Quiero, darles las gracias por haber formado parte de mí.

Un agradecimiento eterno, a mis Padres, Sr. Wilson Vera, y Sra. Alba Ledesma por confiar en mí y darme la oportunidad para culminar con mi carrera universitaria, ya que con su esfuerzo y el mío, ahora puedo ser una gran profesional.

Agradezco a mis queridos docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación que con su sabiduría, conocimiento y apoyo motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

De manera especial. A los miembros de mi tribunal el Ing. Jorge Donato, Ing. Nelson Monar, Ing. Sonia Fierro e Ing. David Silva que con sus experiencias, conocimientos y motivaciones me orientaron en la investigación a la Universidad Estatal de Bolívar por ofrecerme esta valiosa oportunidad de formarme como Ingeniera Agrónoma Gracias”

Maholy Vera

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	Pág.
CAPÍTULO I.....	18
1.1. INTRODUCCIÓN	18
1.2. PROBLEMA	20
CAPÍTULO II	22
2. MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. El trigo.....	22
2.1.1. Origen del trigo	22
2.1.2. Importancia	22
2.1.3. Clasificación taxonómica del trigo.....	23
2.1.4. Características botánicas	23
2.1.4.1. Raíz	23
2.1.4.2. Tallo	24
2.1.4.3. Hojas	24
2.1.4.4. Inflorescencia	25
2.1.4.5. Espiga.....	25
2.1.4.6. Fruto	25
2.1.5. Ciclo del cultivo	25
2.1.5.1. Germinación del trigo.....	26
2.1.5.2. Ahijamiento o macollamiento.....	26
2.1.5.3. Encañado.....	26
2.2. Condiciones edafológicas.....	26
2.2.1. pH.....	26
2.2.2. Suelo.....	27

2.2.3.	Altitud	27
2.2.4.	Temperatura	27
2.2.5.	Precipitación.....	27
2.3.	Preparación del suelo	27
2.4.	Siembra	28
2.5.	Densidad de siembra	28
2.6.	Riego	28
2.7.	Fertilización.....	28
2.8.	Plagas	29
2.8.1.	Mosca de sierra	29
2.8.2.	Gusanos blancos.....	29
2.8.3.	Pulgones	29
2.9.	Enfermedades.....	30
2.9.1.	Fusariosis de la espiga.....	30
2.9.2.	Mancha amarilla o estriada	30
2.9.3.	Roya amarilla	31
2.9.4.	Roya de la hoja o colorada	31
2.9.5.	Roya del tallo	31
2.9.6.	Carbón volador y carbón parcial	31
2.9.7.	Tizón foliar.....	32
2.10.	Mejoramiento genético del trigo	32
2.11.	Métodos de mejoramiento genético del trigo.....	32
2.12.	Variedades de trigo	34
CAPÍTULO III.....		35
3.	MARCO METODOLÓGICO	35
3.1.	Materiales.....	35

3.1.1.	Localización de a investigación	35
3.1.2.	Situación geográfica y climática	35
3.1.3.	Zona de vida.....	35
3.1.4.	Material experimental	35
3.1.5.	Material de campo.....	36
3.1.6.	Materiales de oficina	36
3.2.	Métodos.....	36
3.2.1.	Factores en estudio.....	36
3.2.2.	Tratamientos.....	37
3.2.3.	Procedimiento	38
3.2.4.	Tipos de análisis.....	38
3.3.	Métodos de evaluación y datos tomados.....	39
3.3.1.	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)	39
3.3.2.	Número de plantas por metro lineal (NPML)	39
3.3.3.	Vigor de la planta (VP)	39
3.3.4.	Hábito de crecimiento (HC).....	40
3.3.5.	Días al espigamiento (DE)	40
3.3.6.	Altura de la planta (AP)	40
3.3.7.	Reacción a enfermedades foliares (royas).....	40
3.3.8.	Día a la cosecha (DC)	41
3.3.9.	Reacción a enfermedades de la espiga. (Fusarium y carbón)	41
3.3.10.	Número espigas por metro lineal (NEML)	41
3.3.11.	Número de granos por espiga (NGE).....	42
3.3.12.	Longitud de la espiga (LE).....	42
3.3.13.	Rendimiento por parcela (RP).....	42
3.3.14.	Humedad del grano (HG).....	42

3.3.15.	Rendimiento en kg/ha (RT).....	43
3.3.16.	Peso de mil granos (Pg).....	43
3.3.17.	Peso hectolítrico (PH)	43
3.3.18.	Grano quebrado (GQ)	43
3.4.	Manejo del experimento.....	43
3.4.1.	Selección del lote	44
3.4.2.	Análisis físico químico del suelo	44
3.4.3.	Preparación del suelo para la siembra.....	44
3.4.4.	Fertilización química.....	44
3.4.5.	Siembra	45
3.4.6.	Control de malezas.....	45
3.4.7.	Evaluación de enfermedades.....	45
3.4.8.	Cosecha	45
3.4.9.	Trillado.....	45
3.4.10.	Secado	45
3.4.11.	Aventado	46
3.4.12.	Almacenado.....	46
CAPÍTULO IV.....		47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1.	Variables agronómicas	47
4.2.	Variables cualitativas	66
4.3.	Análisis de correlación y regresión lineal.	68
4.3.1.	Correlación “r”	68
4.3.2.	Regresión “b”	69
4.3.3.	Coefficiente de determinación (R^2).....	69
4.4.	Comprobación de hipótesis	71

4.5. Conclusiones	72
4.6. Recomendaciones.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	74
ANEXOS	

Índice de cuadros

Cuadro N°	Descripción	Pág.
1.	Resultados prueba Tukey al 5% de significancia.....	47
2.	Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes.	68

Índice de gráficos

Gráfico N°	Descripción	Pág.
1.	Promedios de accesiones en la variable PEC	50
2.	Promedios de accesiones en la variable NPML	51
3.	Promedios de la variable Días de espigamiento (DE).....	52
4.	Promedios de la variable Altura.....	53
5.	Promedios de accesiones de la variable BYDV	54
6.	Promedios de la variable DC.....	55
7.	Promedios de accesiones de la variable Fus%	56
8.	Promedios de la variable NEML.....	57
9.	Promedios de la variable NGE.....	58
10.	Promedios de la variable Longitud de la Espiga.....	59
11.	Promedios de la variable Rendimiento por parcela RP.....	60
12.	Promedios de la variable HG	61
13.	Promedios de la variable PG	62
14.	Resultados de la variable PH.....	63
15.	Resultados de la variable GQ.....	64
16.	Rendimientos de accesiones de la variable R Kg/Ha.....	65
17.	Resultados de la variable VP.....	66
18.	Resultados de la variable HC	67

Índice de anexos

Anexo N°	Descripción	
1. Ubicación del ensayo		83
2. Base de datos		87
3. Resultados del examen de laboratorio		84
4. Fotografías del proceso de seguimiento y evaluación del ensayo		88
5. Glosario de términos		94

RESUMEN

El trigo es un producto de alto consumo mundial, sirve de base para la alimentación en la mayoría de países. En el Ecuador la producción de trigo es de 7000 toneladas. Se concentra en mayor parte en Pichincha con el 33,28%, seguido por Imbabura que cuenta con el 23,70% y Tungurahua con el 11,58%. Bolívar, es una de las provincias que más produce trigo. La investigación se ubicó en el sector de San Lorenzo, en la granja experimental Naguán. Los objetivos planteados fueron: i) Recopilar información secundaria sobre el comportamiento agronómico de 13 líneas avanzadas y 2 variedades de trigo; ii) Generar una base de datos de los principales componentes del rendimiento de 15 accesiones de trigo; iii) Seleccionar los materiales con mejor respuesta de adaptación agronómica y rendimiento en esta zona agroecológica. Se empleó un diseño por bloques completamente al azar (DBCA) con 15 tratamientos y 3 repeticiones, donde se aplicó prueba de Tukey al 5% para comparar promedios accesiones de las variables catalogadas como más significativas (Prueba de Fisher), análisis de correlación y regresión comparativo entre la producción y el rendimiento considerando la humedad estándar del 14%. El mayor promedio en lo que corresponde a porcentaje de emergencia se obtuvo en la accesión T5 con un 93,33 %, seguido del T1 y T13 con el 91,67% y mientras que el promedio más bajo corresponde al T10 con 73,33% y T12 con el 75%. El T10 con 83 días y T11 con 82 días fueron los espigamientos más tardíos, mientras que el espigamiento más precoz se registró en el T14 con 72 días y T3 con 70 días de espigamiento siendo el menor de los promedios. El mayor rendimiento promedio por parcela se logró en la accesión T2 con 1,04 kg/parcela. El rendimiento promedio de trigo harinero en la localidad de Naguán, ubicada en la provincia de Bolívar fue de 6433,4 kg/ha. Donde el mayor rendimiento promedio en kilogramos por hectárea corresponde a la accesión T2 con 8288,1 kg/ha. Las accesiones de trigo harinero, en la evaluación de reacción a enfermedades foliares se presentó el virus amarillo enanismo (BYDV) y la reacción enfermedades de la espiga fue la de Fusarium.

Palabras claves: Accesiones, Trigo harinero, Rendimiento, Variedad

SUMMARY

Wheat is a product of high world consumption, it serves as the basis for food in most countries. In Ecuador, wheat production is 7,000 tons. It is mostly concentrated in Pichincha with 33.28%, followed by Imbabura with 23.70% and Tungurahua with 11.58%. Bolívar is one of the provinces that produces the most wheat. The research was carried out in the San Lorenzo sector, at the Naguán experimental farm. The objectives were: i) to collect secondary information on the agronomic performance of 13 advanced lines and 2 varieties of wheat; ii) to generate a database of the main yield components of 15 wheat accessions; iii) to select the materials with the best agronomic adaptation and yield response in this agroecological zone. A completely randomized block design (DBCA) was used with 15 treatments and 3 replications, where a 5% Tukey test was applied to compare accession averages of the most significant variables (Fisher's test), correlation analysis and comparative regression between production and yield considering a standard moisture content of 14%. The highest average in terms of percentage of emergence was obtained in accession T5 with 93.33%, followed by T1 and T13 with 91.67%, while the lowest average corresponds to T10 with 73.33% and T12 with 75%. T10 with 83 days and T11 with 82 days were the latest earning, while the earliest earning was recorded in T14 with 72 days and T3 with 70 days of earning being the lowest of the averages. The highest average yield per plot was achieved in accession T2 with 1.04 kg/plot. The average yield of flour wheat in the locality of Naguán, located in the province of Bolívar, was 6433,4 kg/ha. The highest average yield in kilograms per hectare corresponds to accession T2 with 8288,1 kg/ha. In the evaluation of the reaction to foliar diseases, the yellow dwarfing virus (BYDV) was present in the flour wheat accessions, and the reaction to ear diseases was that of Fusarium.

Key words: Accessions, Flour wheat, Yield, Variety.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo es un producto de alto consumo mundial, sirve de base para la alimentación en la mayoría de países. En el 2019, las exportaciones de trigo aumentaron con la producción que se tuvo en la Unión Europea, Argentina y Ucrania. También se estima que se elevará el consumo de este cereal en 86 millones de toneladas, más que el período anterior. La FAO, considera que para el 2021 se alcance una producción que supere a los 785 millones de toneladas a nivel mundial. (Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO, 2020).

En el Ecuador la producción de trigo es de 7000 toneladas. Se concentra en mayor parte en Pichincha con el 33,28%, seguido por Imbabura que cuenta con el 23,70% y Tungurahua con el 11,58%, según informe del (Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG, 2020).

El INIAP ha liberado 4 variedades para este producto según el mismo MAGAP; entre las que se encuentra la Vivar 2010 que se adapta de 2400 a 3000 msnm, la Mirador 2010 y la INIAP-Imbabura 2014 adaptable a de 2200 a 3300 msnm y la San Jacinto que llega hasta los 3050 msnm (MAG, 2020).

El precio promedio del quintal de trigo a septiembre de 2019 fue de 22 \$. Las variedades esperan fomentar un incremento en el rendimiento del trigo a 5 toneladas por hectárea; así como la resistencia a enfermedades (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, 2018).

Bolívar, es una de las provincias que produce trigo; al 2017 tenía 1.015 de hectáreas de este producto y se encuentra dentro de las provincias consideradas por INIAP, para incrementar la expansión de hectáreas de este producto, al ser incluida la provincia en el proyecto de Fomento institucional de Trigo 527-05, con la liberación de variedades de trigo como la (*Triticum aestivum*) (INIAP, 2021).

El cultivo del trigo tiene su historia desde el apareamiento de los pueblos aborígenes, y es parte de una cultura que incluso se realiza con la asociación de rituales de cosecha, como una costumbre que aún se preserva como parte de la identidad cultural. En la provincia de Bolívar el cultivo del trigo se viene realizando desde hace muchos años atrás, los suelos de la provincia.

Los objetivos específicos que se plantearon fueron:

- Recopilar información secundaria sobre el comportamiento agronómico de 13 líneas avanzadas y 2 variedades de trigo.
- Generar una base de datos de los principales componentes del rendimiento de 15 accesiones de trigo.
- Seleccionar los materiales con mejor respuesta de adaptación agronómica y rendimiento en esta zona agroecológica.

1.2. PROBLEMA

El cultivo a nivel mundial atraviesa severas dificultades, lo que lleva a la reducción de superficie sembrada y por ende menores rendimientos en todo el mundo, entre estas, se indica que el aumento de las temperaturas y las precipitaciones relacionadas al cambio climático que se han venido presentado desde el año 1980 han reducido la producción mundial de trigo en un 5,5%. Esta conglomeración de factores seguirá afectando la producción de este cereal, especialmente en América del sur, oeste de Asia, Europa y África.

Se desconoce cómo estas líneas avanzadas de trigo, se comportan en un clima y suelo como el de la provincia de Bolívar, principalmente de Guaranda; estas variedades requieren ser estudiadas para apoyar a los agricultores con información que les permita conocer la eficiencia de las mismas.

Los productores compran en las tiendas de agroquímicos, o en locales de expendio de semillas, e incluso a los vecinos o guardan semillas para la siguiente cosecha; esto no asegura su rendimiento ni adaptabilidad; por tanto, no consideran las condiciones ambientales, de suelo y demás aspectos que les permita asegurar un adecuado rendimiento una vez sembrada y cosechado el grano. Este tipo de siembra que deja al criterio de los demás el uso de las semillas ha ido diezmando la producción del grano en la provincia; una por optar por semillas de mala calidad, o poco resistentes.

Esta investigación se realizó, con la finalidad de dar a conocer a los agricultores sobre nuevas alternativas de cultivo especialmente en el trigo, en el que se viene buscando obtener variedades con resistencia a enfermedades, al acame que es uno de las principales limitantes para obtener buenos rendimientos, a la falta de semilla certificad, además que con esta investigación se está buscando accesiones que posteriormente se convertirán en variedades con las condiciones propicias para las zonas agroecológicas de la provincia Bolívar. Finalmente, con este proyecto se ofrecerá información sobre el comportamiento agronómico de 13 líneas avanzadas y 2 variedades de trigo, con lo que los productores de trigo contarán con una base

de datos de los principales componentes del rendimiento de 15 accesiones de trigo para seleccionar con su mejor criterio las que van a sembrar y se seleccionarán los materiales con mejor respuesta de adaptación agronómica y rendimiento en esta zona agroecológica.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El trigo

2.1.1. Origen del trigo

Trigo, significa quebrado, trillado. Se considera que nació en la región asiática entre Tigris y Éufrates. El cultivo se expandió al resto de las regiones, se cree que hace más de doce mil millones de años, según las evidencias arqueológicas. Las primeras variedades sembradas fueron las especies de (*Triticum*), que fueron las conocidas en el período 2500 años, que dio lugar al origen y consumo de trigo tierno (Gómez, 2020).

El trigo es una planta no perenne perteneciente a la familia de las gramíneas, de la tribu (*Triticeae*) del género (*Tricticum*) y cuyo origen se remite a la civilización mesopotámica desde la cual se esparció por todo el mundo. En la actualidad las características y mutaciones genéticas debido a factores climáticas y condiciones propias del suelo (García, 2017).

2.1.2. Importancia

El trigo es esencial para la preparación de una variedad de alimentos que consumen las personas en todas las regiones del mundo y los ecuatorianos. La alimentación en la constitución ecuatoriana se considera un elemento importante, se promulga la soberanía alimentaria, como un impulso para mejorar la condición de salud y bienestar ciudadano (Pallas, 2017).

2.1.3. Clasificación taxonómica del trigo

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Sub Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Poales
Familia	Poaceae
Tribu:	Triticeae
Género:	<i>Triticum</i>
Especie:	<i>aestivum</i>

Nombre científico: (*Triticum aestivum*) (Vargas, 2010).

2.1.4. Características botánicas

2.1.4.1. Raíz

La raíz del trigo es fasciculada por lo cual desprende un manojito de raíces secundarias, aproximadamente entre 3 y 8. Las raíces son finas y contienen muchos pelos radicales. Al germinar la semilla y se forman hasta tres hojas aparecen las raíces secundarias con el fin de brindar la nutrición que requiere la planta. Mientras mejores son las propiedades del suelo más favorable será el crecimiento de las raíces (Pardo, 2017).

Las dos raíces se conocen como raíces seminales y las raíces nodales; que hacen referencia, la primera a las raíces adventicias y las otras a las raíces corona; estas nacen de los interiores (Kirby, 2021).

Las raíces que se conservan en la planta de trigo corresponden a aquellas que han nacido cuando está ya emergió del suelo; en cambio, las raíces que nacieron cuando germinó la semilla fueron temporales. Las raíces permanentes son las secundarias y sirven para dar el soporte necesario a la planta (Pallas, 2017).

El trigo presenta raíces variadas según sea el tipo de cultivo; es decir, si es de zonas secas tienen menor densidad que en zonas con regadío. Las raíces tienen como propósito principal recolectar todos los nutrientes que se encuentran del suelo (Bainotti, 2014).

2.1.4.2.Tallo

El tallo del trigo es hueco; su figura es como caña con 6 nudos. De acuerdo a la altura que alcance también logra la resistencia. Los tallos que sostienen las espigas cuando han alcanzado su grado de madurez se convierten en paja cuando el grano ha sido cosechado (Guerrero, 2017).

Tiene una forma lineal lanceolada, que presenta vaina, lígula y aurículas que se encuentran bien definidas. Puede medir desde los 30 a 180 cm, su forma es recta y cilíndrica (Río, 2021).

2.1.4.3.Hojas

Las hojas del trigo son cintiformes, paralelinervadas y se observa muy bien la terminación en punta. El número de hojas, así como de los tallos depende de la biomasa aérea y también del número de espigas; están relacionadas además con los micronutrientes, manganeso y zinc; elementos que inciden en el desarrollo de las hojas de manera importante. Cuando han crecido 2 o 3 hojas es el fósforo uno de los elementos esenciales para su crecimiento (Infoagro, 2021).

Las hojas de trigo se forman en cada nudo, y que cada una incluye una vaina de la hoja, esta es la que envuelve el tallo y la hoja. Tiene como característica aurículas pequeñas, las que envuelven al tallo junto en la unión de la vaina de la hoja y el limbo de la hoja (Centro de Mejoramiento del Maíz y Trigo .CIMMYT, 2021).

2.1.4.4. Inflorescencia

La inflorescencia del trigo se presenta con una espiga terminal que casi siempre muestra mm de longitud. Estas espigas pueden estar dispuestas de manera paralela o de forma perpendicular al plano de la cara de las espigas; su forma está entre fusiformes, oblongas, clavadas o elípticas (Río, 2021).

2.1.4.5. Espiga

La espiga consta de un tallo del que se desprenden varios floretones, los cuales contienen espiguillas con abundantes granos de trigo, las espiguillas contienen alrededor de nueve flores. La cantidad de granos depende mucho de la variedad del trigo (Pardo, 2017).

2.1.4.6. Fruto

Las semillas o grano de trigo; es el fruto de esta planta. Tiene el lado dorsal, que está junto a la espiguilla redondeado de forma suave; y el otro lado o punta con un pliegue profundo. El germen está ubicado en el sitio donde se une el eje de la espiguilla y el extremo distal que se caracteriza por tener unos pelos muy finos. Las partes del embrión de la semilla son el escutelo, plúmula o brote, y finalmente la radícula o raíz primaria (Kirby, 2021).

La semilla está formada por el endospermo, el salvado y el germen. La harina se obtiene del endospermo. Los granos que tiene el trigo son alargados, presentan 3 estambres; es cariósides, con forma, tamaño, color que pueden variar. Tiene una longitud de 4-10 mm según la variedad, se disponen suavemente curvados en la superficie dorsal, menos en el pericarpio (Río, 2021).

2.1.5. Ciclo del cultivo

Período vegetativo: La primera etapa comienza con la siembra del trigo el que se puede hacer en dos épocas al año, hasta la etapa de encañado, le sigue el período de reproducción: considerada desde que el trigo está en encañado, hasta que éste tiene la espiga. En la maduración: este comprende desde el final del espigado hasta el

momento de recolección. Por último, al ser cosechado es transportado para su industrialización, luego es almacenado en silos y posteriormente molido para convertirlo en harina (Pullas, 2017).

2.1.5.1. Germinación del trigo

Se realiza bajo las condiciones de humedad y temperatura propicias que van desde los 20 a 25°C, pero puede producir desde los 3 a 4 °C, con una humedad que no puede ser superior al 11%, caso contrario el grano puede sufrir algún deterioro (Infoagro, 2021).

2.1.5.2. Ahijamiento o macollamiento

El trigo es una caña que se compone de ahíja o amacolla a la planta principal, a la planta principal que salió del grano hijos a las secundarias y siguientes y macolla a todas ellas. Los macollos se originan en la axila de la hoja, en lo que se conoce como el nudo del coleóptilo. Se caracterizan por compartir la masa radical junto con el tallo principal (Basantes, 2015).

2.1.5.3. Encañado

Se produce en el crecimiento del tallo y se da por el alargamiento de los entrenudos, se alarga durante el espigado hasta llegar al final de la madurez. La caña aún no queda descubierta en su totalidad. Se rodea de la vaina. La condición de grosor y delgadez (Infoagro, 2021).

2.2. Condiciones edafológicas

2.2.1. pH

La producción de trigo no se da de manera eficiente en suelos ácidos, requiere más bien suelos neutros o alcalinos. El pH debe encontrarse entre los 6,5 a 7,5. Cuando el pH es mayor de 8, podría existir deficiencias de zinc, hierro, cobre y boro (Crystal, 2021).

2.2.2. Suelo

Los suelos deben ser francos o francos arenosos, contar con un drenaje muy bueno, requiere de suelos profundos que le permitan un adecuado desarrollo de las raíces, de preferencia arenosos, y si son tierras de secano, se requiere mantener la humedad de los suelos. El nitrógeno del suelo varía entre 2,6 a 3,2 kg de nitrógeno para un buen rendimiento de trigo; sumándose también una adecuada humedad y pH (Matus, 2018).

2.2.3. Altitud

La altitud recomendada para la siembra del trigo oscila entre los 2500 a 3500 msnm. (Calister, 2016).

2.2.4. Temperatura

La germinación puede producirse con temperaturas de entre 3 y 4 °C, en cambio, la floración se produce con temperaturas superiores de 10 a 25 °C (Vallejo, 2019).

2.2.5. Precipitación

La cantidad de agua requerida por este cultivo es de 450 a 550 litros de agua para producir 1 kilo de materia seca (Traxco, 2017). Para el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de entre 600 a 700 mm durante el ciclo (INIAP, 2014).

2.3.Preparación del suelo

El terreno debe ser preparado con anticipación, limpiándolo de malezas y abonando con materia orgánico, removiendo la tierra sea de forma manual o de forma mecanizada. Se deben preferir suelos firmes y lisos, con bastante drenaje, para que las plantas puedan emerger con facilidad (Askew, 2021).

2.4. Siembra

La siembra debe realizarse al inicio de la época de lluvias, para que la época de cosecha se dé con el verano, evitando con ello que el grano se pierda. La siembra manual se realiza a una profundidad de 15 cm o de 3 a 6 cm de acuerdo a la variedad. Se fertiliza para asegurar el crecimiento de la planta y también se riega. Se requiere una luminosidad de 8 horas de luz solar diaria (Gómez, 2021).

2.5. Densidad de siembra

La distancia de diciembre va de 15 a 20 cm (Carmona & Sautua, 2018).

2.6. Riego

Actualmente, quienes producen trigo, cultivan leguminosas como una medida importante y necesaria que ayude a incrementar los niveles de nitrógeno del suelo en una forma natural, y con ello impulsar el rendimiento de este producto, control de malezas, según explica la FAO. Esta rotación de productos es una de las técnicas más naturales para permitir que el suelo descanse y renueve sus nutrientes (FAO, 2016).

2.7. Fertilización

La fertilización debe hacerse cuando es oportuno; es decir, al momento del desarrollo de la planta, época en la que los macronutrientes como el nitrógeno, el fósforo o el potasio; así como, otros nutrientes entre los que se puede mencionar el magnesio, calcio y azufre son necesarios en mayor proporción. Los nutrientes aplicados no deben coincidir con la absorción del cultivo (Yara, 2021).

La fertilización química se la realiza considerando los requerimientos nutricionales de este cultivo, previo a un análisis del suelo; pero los nutrientes recomendados son 80-60-40 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O y S de manera correspondiente. Más la aplicación de 50 kg/ha de Sulpomag cuando se realiza la siembra y la adición de 18-46-00 con una cantidad de 150 kg/ha. Cuando la planta se encuentre en macollamiento se debe

aplicar 30-45- días después 3 sacos de Urea por hectárea. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (García, 2017).

Cuando se selecciona un abonado orgánico, los componentes van des estiércol descompuesto, compost, gallinaza; como principales, pudiéndose emplear otros que se conozca su origen y procedencia. La cantidad recomendada es de 40 a 60 kg/ha (García, 2017).

2.8. Plagas

2.8.1. Mosca de sierra

Es un insecto que ataca al tallo del trigo, en aquellas variedades de tallo hueco y el trigo duro (Cárcamo, 2019).

2.8.2. Gusanos blancos

Este gusano pertenece a la familia Scarabaeidae, siendo una de las que afecta al cultivo de trigo, son larvas con cabeza de color castaño rojizo, de mandíbulas prominentes, presentan un color blanco lechoso en su cuerpo. Una de sus principales características es la presencia de setas largas alrededor y cortas en el centro del gusano. Las hembras vuelan y hacen hoyos de 10 a 15 cm de profundo donde depositan los huevos (Divito & García, 2017).

2.8.3. Pulgones

Existen pulgones de varias especies que atacan en distintas épocas del desarrollo del trigo; entre ellos se encuentra el pulgón verde que generalmente se presenta durante el macollaje, pulgón amarillo y de espiga, visto durante el encañonazon hasta cuando brota la espiga; el pulgón negro es otra de las plagas que se encuentra durante el macollamiento, hasta cuándo puede observarse la lechosidad del grano de trigo; las orugas, son visibles durante la floración y por último los chinches, generalmente el verde que se posa en la espiga causando daño en el raquis (Borisjuk, 2019).

2.9. Enfermedades

La FAO indica que en el período medieval los veranos húmedos, provocaron la hambruna que fue la causante de millones de muertes en aquella época (FAO, 2016).

2.9.1. Fusariosis de la espiga

Es una enfermedad que ataca al trigo en su etapa de desarrollo, es causada por la presencia del hongo *Fusarium.sp*, es una de las enfermedades que causa mucha dificultad para ser controlada. Muestra como síntoma que la espiga en su totalidad o una parte de ella se tornan blanca, ingresa por las flores. Cuando la planta ha sido infectada las aristas de la misma se despigmentan, que da lugar a una masa rosada de micelio y conidios (Guerrero, 2021).

Es la que destruye la formación del grano.; pero también, pueden quedar algunos granos enteros con la presencia del hongo; y es el productor de una toxina denominada el *deoxynivalenol* (DON), y afecta la salud, cuando el trigo infectado es consumido, tanto por los humanos, animales. Para esta enfermedad puede aplicarse *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* para realizar un biocontrol (Mahmoud, 2016).

2.9.2. Mancha amarilla o estriada

Esta enfermedad se presenta principalmente en los climas húmedos y fríos, aparece con la presencia de pústulas amarillas en las hojas o en las glumas, incide en la formación de granos, que se vuelven chupados, reduciendo el rendimiento (Cropcheck, 2011).

Es una enfermedad que se desarrolla mejor entre 10-15 °C, con un mínimo de 6 horas de agua de manera libre en el follaje; las esporas se dispersan cuando las hojas están secas (Instituto Nacional de Innovación Agraria. INIA, 2018).

2.9.3. Roya amarilla

La roya amarilla, se presenta entre los 15 y 30 días, cuando la planta está creciendo, en la que se presentan pústulas amarillentas en forma de globo, van de forma lineal en la hoja, y pueden extenderse por las vainas, cuellos y glumas según (Gómez, 2021).

2.9.4. Roya de la hoja o colorada

Es una enfermedad causada por el agente causal (*Puccinia triticina*) recóndita, que es un hongo de difusión amplia, se desarrolla a los 15 a 25°C y humedad de 6 a 9 horas en las hojas. Presenta síntomas como la aparición de pústulas rojas, distribuidas de manera irregular, se la encuentra sobre todo en hojas o en vaina. No aparecen en el Tallo o en las espigas. Causa afecciones en el llenado del grano, haciendo que su tamaño sea más pequeño ya con una espiga con menos granos (Cropcheck, 2011).

La roya de la hoja, presenta una alta diversidad y su agente causante provoca una alta adaptabilidad a varios climas (Solomon, 2018).

2.9.5. Roya del tallo

Son pústulas de color café oscuro, y afectan a los dos lados de las hojas, también en los tallos y las espigas. Están dispersas cuando son leves y muy juntas cuando se presenta de manera agresiva. Para su control solo se aconseja que se emplee semillas de buena calidad que no estén infectadas. Tiene mayor prevalencia a su desarrollo cuando hay lluvia y a una temperatura de 20C (Remache, 2012).

2.9.6. Carbón volador y carbón parcial

El carbón volador es agresivo y destruye las espigas, se inicia con la floración y se observan cuando inicia la floración, antes de su salida de la vaina. Es causado por un hongo denominado carbón volador, puede afectar cualquier parte de la planta. En el trigo este hongo va afectando a la floración por las esporas de carbón (Franquesa, 2021).

2.9.7. Tizón foliar

Esta enfermedad se caracteriza por ser de forma alargada u oval de color oscuro, aparecen en las hojas inferiores, al presentarse en la etapa temprana del cultivo se puede producir una defoliación completa (CIMMYT, 2021).

2.10. Mejoramiento genético del trigo

El mejoramiento genético persigue el objetivo de alcanzar la autosuficiencia alimentaria (Martínez, 2021).

El proceso de mejoramiento de las semillas, con la transformación genética, se ha convertido en una herramienta importante en la que incursiona la ingeniería genética, que no solo introduce nuevos genes, sino que modifica. En el caso del trigo los estudios realizados son menos avanzados que en otro tipo de cultivo, se lo atribuye a la complejidad de sus características como su complejo y grande de su genoma (Borisjuk, 2019).

En el proceso de secuenciación del trigo, es muy importante para realizar el mapeo. El tamaño del genoma del trigo sumado al mapeo de la porción que se expresa del genoma, son un aspecto prioritario para llegar a descubrir los genes, por ello se realiza esfuerzos que permitan descubrir aspectos que mejoren la genética del trigo (Basantes, 2015).

2.11. Métodos de mejoramiento genético del trigo

Existen diferentes plataformas modernas de genómica que contienen recursos genéticos de trigo con diferentes objetivos genéticos para su mejoramiento:

- Método de borrador o secuenciación del genoma completo
- Selección macroasistida
- Método de secuenciación de transcriptomas
- Plataforma de genotipado para estudios de diversidad

- Descubrimiento de genes /alelos
- Estudios de asociación de todo el genoma
- Predicciones genómicas
- Métodos de selección.
- Selección
- Masal
- Pedigri
- Masal Modificado
- Masal seleccionado
- Asistida
- Hibridación
- Introducción
- Selección asistida por marcadores moleculares (Bainotti, 2014).
- Desarrollo de doble haploide, que comprende el cultivo de anteras y del cultivo de microsporas aisladas, la cual da como resultado líneas totalmente homocigotas en 10 meses aproximadamente, mencionando además el método de haploides duplicados.
- Avance rápido de generaciones.
- Unos de ingeniería genética y transgénesis (Esteves, 2017).

En México se viene experimentando con métodos como el Genealógico, en el que las plantas son seleccionadas individualmente iniciando en la F2, siendo esta la primera generación de la autofecundación, también de la segregación luego llega a la F& a F7 que da lugar a nuevas líneas puras. En el Masivo, se emplea generaciones de F1 a F5 y es en F6 donde se selecciona las plantas, obteniendo líneas puras en F7. También se emplea el de una sola semilla, en el que siembra de

50 a 100 semillas de cruza para obtener otras nuevas plantas F1, de las que se toma una semilla dando lugar al F2 y luego F5, que son sembradas y se obtiene la F7, y la retrocruza con sus respectivas combinaciones que permite introducir 15 caracteres (Pardo, 2011).

2.12. Variedades de trigo

Trigo común, (*Triticum aestivum*) descrito como el más cultivado, y empleado en la elaboración del pan; con abundante proteína y gluten.

Trigo durum, (duro), (*Triticum durum*) empleado para elaborar pasta, es duro, con alto contenido proteico (Yara, 2021).

Se conocen las variedades de trigo que han sido liberadas por INIAP, que son; INIAP Chimborazo, INIAP Cojitambo, INIAP Zhalao, INIAP Vivar, INIAP San Jacinto, INIAP Mirador (Vallejo, 2019) también se conocen las variedades de INIAP Quilindaña 94, INIAP Portoviejo-651 (Aldás, 2019).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Materiales

3.1.1. Localización de a investigación

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	San Lorenzo
Localidad/Sitio	Granja Naguán

3.1.2. Situación geográfica y climática

Opción	Descripción
Altitud	2668 msnm
Longitud	78°58 W
Latitud	1 °34'S.
Temperatura Máxima	21 °C
Temperatura Mínima	7° C
Precipitación Media Anual	824 mm
Heliofanía	900/h/1/año
Humedad Relativa Anual	85%

Fuente: (Estación meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente UEB- 2021).

3.1.3. Zona de vida

De acuerdo a la zona de vida de Holdridge, L. se encuentra en el Bosque Seco Montano Bajo (bs- MB) (Holdridge, 1979).

3.1.4. Material experimental

La investigación tuvo como material experimental a 45 parcelas de validación, implementadas por el Programa de Semillas de la UEB y el Programa Nacional de Cereales del INIAP-Santa Catalina, con 15 accesiones de trigo harinero, en la Granja Naguán.

3.1.5. Material de campo

- Tractor
- Flexómetro
- Cal, Urea, Sulpomag
- Celular
- Bomba de mochila
- Baldes
- Etiquetas
- Piolas
- Estacas
- Cinta
- Azada
- Sacos
- Balanza
- Letreros
- Fundas plásticas

3.1.6. Materiales de oficina

- Internet
- Computador portátil
- Programa estadístico Statistix 9
- Libreta de notaciones y Lápiz
- Hojas de papel bond
- Manual del INIAP y UEB

3.2. Métodos

3.2.1. Factores en estudio

Accesiones de trigo harinero con 15 tipos

3.2.2. Tratamientos

El presente estudio consideró como tratamiento a cada una de las accesiones de trigo harinero implementadas en la plataforma de investigación, de acuerdo al siguiente detalle:

Tratamiento	Origen	Código
T1	S-1	INIAP IMBABURA 2014
T2	S-2	TA-14-004
T3	S-5	TA-17-011
T4	S-9	TA-18-012
T5	S-11	TA-18-004
T6	S-17	TA-18-005
T7	S-18	TA-18-008
T8	S-23	TA-19-003
T9	229	TA-19-008
T10	32	TA-19-011
T11	33	TA-19-012
T12	34	TA-19-013
T13	S-72	TA-20-001
T14	S-19	TA-20-002
T15		INIAP-VIVAR 2010

Fuente: INIAP, 2019

3.2.3. Procedimiento

Se utilizó el tipo de diseño por Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones

Número de tratamientos	15
Número de repeticiones:	3
Unidades experimentales:	45
Superficie de la parcela	2,26 m ²
Superficie neta de la parcela	1,2 m ²
Área total del ensayo:	102 m ²
Área neta total del ensayo	54 m ²

Fuente: INIAP, 2019

3.2.4. Tipos de análisis

Fuentes de variación	Grados de Libertad	C M E*
Bloques (r-1)	2	$1^2e + 15/2^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	14	$1^2e + 3/2^2$ t
E. Experimental (t-1)(r-1)	28	$1^2e +$
TOTAL (txr) -1	44	

Fuente: INIAP, 2019

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios accesiones de las variables catalogadas como más significativas.
- Análisis de correlación y regresión comparativo entre la producción y el rendimiento considerando la humedad estándar del 14%.

3.3. Métodos de evaluación y datos tomados

3.3.1. Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)

Se registró el porcentaje de emergencia una vez que transcurrieron 15 días después de la siembra, mediante observación visual, expresándolo como bueno, regular y malo con sus respectivos porcentajes según la escala de indicada por el INIAP 2019.

Escala	Descripción
Buena	81-100
Regular	60-80% plantas germinadas
Malo	< 60% plantas germinadas

Fuente: (Ponce, L et al, 2019)

Se procedió a contar las plántulas emergidas en la parcela completa y se consideró el porcentaje valorando la cantidad de semillas sembradas en cada una de las parcelas.

3.3.2. Número de plantas por metro lineal (NPML)

Se determinó mediante el conteo directo en los surcos 2, 4 y 6 a los 15 o 20 días después de la siembra, este resultado se expresó en número de plantas por metro lineal.

3.3.3. Vigor de la planta (VP)

Se evaluó visualmente comparando el desarrollo general de las plantas en cada parcela.

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

Fuente: INIAP, 2019

3.3.4. Hábito de crecimiento (HC)

Esta se realizó observando el crecimiento de la planta, en cuanto a la disposición de hojas y tallos durante su etapa inicial y se utilizó 3 escalas relacionadas a la disposición de las hojas que son:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Tiene hojas dispuestas verticalmente hacia arriba
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas diagonalmente, forman un ángulo de 45 grados
3	Postrado, tiene hojas de manera horizontal	sobre la superficie del suelo

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

3.3.5. Días al espigamiento (DE)

Esta variable, se registró en los días transcurridos desde la siembra hasta cuando alcanzó más del 50% de las plantas de la parcela total, con las espigas completas.

3.3.6. Altura de la planta (AP)

Se procedió a medir la planta cuando ésta ya había alcanzado la madurez fisiológica, esto se realizó con el apoyo de un flexómetro, se midió en centímetros la altura total de la planta de trigo. Se inició midiendo desde la corona del tallo de la planta, hasta topar el final de la última espiguilla presente en la espiga, en 10 plantas que fueron seleccionadas al azar de cada una de las parcelas netas.

3.3.7. Reacción a enfermedades foliares (royas)

Se evaluó la incidencia de las enfermedades foliares en el cultivo de trigo; tomando principalmente los efectos de la presencia de la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya roja (*Puccinia recóndita*), roya del tallo (*Puccinia graminis*); además se consideró la presencia de carbonos (*Tilletia indica*), durante la emisión de la espiga y durante la madurez de la planta.

Para el porcentaje de afectación de las enfermedades de las hojas se procedió a revisar las hojas infectadas.

% infección= N° de hojas infectadas X 100%

Las características o atributos que presentaron las plantas luego de haber alcanzado la madurez fisiológica, fueron registradas por el investigador en el campo. La severidad del tejido enfermo se consideró cuando presentó una lesión de 2 mm de manchas.

La escala de medición de las enfermedades fue la propuesta por el CIMMYT en la que se indica.

Escala	Descripción
1 a 3	Resistente (Baja incidencia)
4 a 6	Medianamente resistente (Media incidencia)
7 a 9	Susceptible (Alta incidencia)

Fuente: (CIMMYT, 2008)

3.3.8. Día a la cosecha (DC)

Cuando el cultivo se encontró en la fase de madurez comercial se registró los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta la cosecha; es decir, cuando el grano tenía aproximadamente el 14 % de humedad.

3.3.9. Reacción a enfermedades de la espiga. (Fusarium y carbón)

Las enfermedades de la espiga como la Mancha de la espiga (*Fusarium nivale*), se observó durante la etapa en que se formaron los nudos o al comienzo del embuchamiento, se observó si las espigas presentaban color verde grisáceo. La fusariosis de la espiga fue observada si presentaba decoloración de espiguillas de manera individual, o si su color es blanquecino.

3.3.10. Número espigas por metro lineal (NEML)

Cuando la planta de trigo alcanzó su madurez comercial, se contó el número de espigas por metro lineal, se tomaron 4 muestras al azar de cada una de las parcelas netas; se lo realizó con el apoyo de un cuadrante de una dimensión de 0,25 m².

3.3.11. Número de granos por espiga (NGE)

Al alcanzar el trigo su madurez para ser vendido, se procedió a tomar al azar espiguillas en un número de 10 por cada parcela neta, y luego se contaron para determinar cuántos granos han desarrollado por cada espiga.

3.3.12. Longitud de la espiga (LE)

Al observar que la planta estaba madura fisiológicamente, se midió el largo de la espiga en un número similar al que sirvió para determinar el número de granos por espiguilla; es decir de 10 espigas tomadas de cada parcela; para lo cual se colocó el flexómetro, desde la base del raquis hasta llegar a la punta de la espiguilla terminal de la espiga.

3.3.13. Rendimiento por parcela (RP)

Se determinó cuando se realizó la cosecha y trillado del trigo, se pesó empleando una balanza y estableciéndose la cantidad de Kg por parcela.

3.3.14. Humedad del grano (HG)

Se evaluó con la ayuda de un determinador de humedad portátil, misma que se expresó en porcentaje después de la cosecha y limpieza en una muestra de cada unidad experimental.

3.3.15. Rendimiento en kg/ha (RT)

Para conocer el rendimiento del trigo por hectáreas por medio de la fórmula:

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

Donde:

Rc= Rendimiento (Kg/ha)

Pc= Peso de campo o peso de rendimiento fresco (Kg)

Anc= Área neta cosechada (m²)

Hc= Humedad de cosecha

He= Humedad estándar (13%)

3.3.16. Peso de mil granos (Pg)

Se tomaron 1000 granos cosechados, fueron contados y luego se procedió a establecer su peso en Kg. Se empleó una balanza de precisión considerando el 14% de humedad y se expresó en gramos.

3.3.17. Peso hectolítrico (PH)

Se pesó en kilogramos por hectolitro (kg/hl), para ello se empleó una balanza, para peso específico o hectolitrito se realizó al menos tres mediciones al azar para sacar un promedio.

3.3.18. Grano quebrado (GQ)

El grano quebrado se midió después de la cosecha una vez seco al 14% de humedad, al azar, empleando una caja petri y se contó el número de granos quebrados y expresó en porcentajes.

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. Selección del lote

La selección del lote considera lo siguiente:

- No debe ser cultivado con ningún cereal el ciclo anterior.
- Es recomendable que no haya más del 5% en pendientes.

3.4.2. Análisis físico químico del suelo

Antes de realizar la siembra, se analizó el tipo de suelo con un análisis químico del mismo realizado en el laboratorio del INIAP, y se determinó su condición y los requerimientos nutricionales y de fertilización para el trigo.

3.4.3. Preparación del suelo para la siembra

Se procedió a realizar las labores culturales mediante el arado, del suelo empleando un tractor.

3.4.4. Fertilización química

Se consideró para la fertilización los resultados obtenidos del análisis de suelo y se aplicó las dosis indicadas. Siendo 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P_2O_5), 40 kg de Potasio (K_2O) y 20 kg de Azufre por hectárea (S), 1kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 Kg de Calcio (Ca).

Cuando se realizó la siembra se aplicó 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15 más la adición de elementos menores (EM); esto es 20% de Nitrógeno junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre.

En la época de macollamiento, se realizó la aplicación de 80% de Nitrógeno en la etapa de Zadoks (Z 30) a la fertilización nitrogenada complementaria.

3.4.5. Siembra

Se realizó manualmente, empleando la cantidad de semilla de acuerdo con las recomendaciones del INIAP con una cantidad de 90 g de semilla por la unidad experimental. La siembra se realizó al voleo, en 3 bloques con 15 tratamientos en total 45 parcelas.

3.4.6. Control de malezas

Para el control de las malezas se aplicó los herbicidas acordes con lo que se recomienda en cada uno de los insumos a emplear por el fabricante. El paraquat con una dosis de 1,2 litros por cada hectárea ml en bomba de 20 litros con una boquilla de abanico.

3.4.7. Evaluación de enfermedades

Se realizó la evaluación de las enfermedades como la (*Puccinia striiformis*) roya amarilla, roya del tallo (*Puccinia graminis*), roya de la hoja y carbones (*Puccinia recóndita*) y (*tiletia indica*) respectivamente, se lo hizo cuando se observó la presencia de las mismas.

3.4.8. Cosecha

Se realizó de manera manual valiéndose de una hoz, al observar que la planta estaba seca con una humedad relativa del 15 al 16%, identificando adecuadamente mediante un etiquetado.

3.4.9. Trillado

Se lo efectuó de manera artesanal o manual. Se golpearon las espigas en un recipiente metálico para obtener el grano.

3.4.10. Secado

Se realizó aprovechando la luz solar en un tendal, se puso el grano para que se seque y alcanzar una humedad del 14%.

3.4.11. Aventado

Se lo realizó pasando de un envase a otro los granos de trigo aprovechando el viento para quitar las plumas u otros residuos.

3.4.12. Almacenado

Cuando el trigo estuvo completamente seco, se procedió al aventado; posteriormente al almacenado en recipientes en la Universidad Estatal de Bolívar, con su respectivo etiquetado.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas

Cuadro No 1: Resultados prueba Tukey al 5% de significancia

Variables	Tratamientos															Promedio	Cv (%)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
PEC (NS)	91,67	78,3	81,67	91,7	93,33	85	83,33	90	88,33	73,33	85	75	91,67	85	83,33	85%	11,29%
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
NPML (NS)	24	20	23	26	32	39	19	26	22	22	17	23	25	25	22	24,244	29,65%
	AB	AB	AB	AB	AB	A	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	AB	AB		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
DE (**)	75	73	70	75	74	73	73	75	79	83	82	78	80	72	73	75,78 días	4,53%
	ABC	ABC	C	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	A	ABC	ABC	ABC	BC	ABC		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
AP (NS)	133,33	130,7	116,3	144	120,3	132,3	131,7	141,2	123,3	158,67	158	112,3	150	141,22	123,33	134,47 cm	19,31%
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
DC (**)	158	159	159	159	159	159	159	159	159	166	166	166	166	159	159	160,78 días	0,09%
	C	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	B	B		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		

NEML (*)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	79,36 espigas	21,18%
	78	72	71	69	101	73	78	97	113	60	66	77	91	62	85		
	AB	A	B	AB	AB	AB	AB	AB									
NGP (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	83,40 granos	10,94%
	73	87	88	102	86	80	81	73	89	75	90	100	70	84	72		
	BC	ABC	ABC	A	ABC	ABC	ABC	C	ABC	ABC	ABC	AB	C	ABC	C		
LE (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	9,68 cm	7,07%
	8,67	9,93	9,53	9,67	9,13	8,67	9,23	10,27	9,4	11,27	11,2	12,1	9,57	8,5	8,03		
	DE	BCDE	BCDE	BCDE	CDE	DE	BCDE	ABCD	BCDE	AB	ABC	A	BCDE	DE	E		
RP (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	0,80 Kg	11,17%
	0,66	1,04	0,88	0,95	0,66	0,73	0,89	0,89	0,86	0,66	0,75	0,5	0,77	1,02	0,81		
	CD	A	ABC	ABC	CD	BCD	ABC	ABC	ABC	CD	BCD	D	ABC	A	ABC		
HG (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	16,49%	1,08%
	16	16,4	16,37	16,5	16,37	16,47	16,57	16,5	16,6	16,73	16,7	16,57	16,67	16,7	16,2		
	B	AB	AB	AB	AB	AB	A	AB	A	A	A	A	A	A	AB		
Pg (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	45,53	6,02%
	43,8	50,6	52	42,9	37,4	36,73	48,83	43,5	41,2	48,5	53,5	50,23	40,23	47,6	45,87		
	BCDEF	ABC	AB	CDEF	F	F	ABCD	CDEF	DEF	ABCDE	A	ABC	EF	ABCDE	ABCDE		
PH (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	73,84	1,56%
	77,07	75,04	72,53	74,28	73,73	74,84	70,47	73,39	75,23	74,95	73,83	71,75	74,69	75,09	70,79		
	A	AB	BC	AB	ABC	AB	C	BC	AB	AB	ABC	BC	AB	AB	C		
Fus (NS)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	25,44%	47,84%
	33,3	36,7	26,7	33,3	30,0	23,3	33,3	20,0	21,7	16,7	20,0	15,0	6,7	30,0	36,7		

	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
Bydv (NS)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	2,18	28,28%
	2,33	1,33	2,33	1,67	1,67	2	2	2,33	3	3	2,33	2,33	2,67	2	1,67		
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		
GQ (NS)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	0,84 granos	10,21%
	0,83	0,80	0,87	0,95	0,86	0,82	0,82	0,75	0,84	0,81	0,84	0,96	0,79	0,84	0,78		
	C	ABC	ABC	A	ABC	ABC	ABC	C	ABC	BC	ABC	AB	C	ABC	C		
RT (**)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	6433,4 kg/ha	11,15%
	5296,9	8288,1	7035,3	7594,4	5287,7	5801,2	7138,9	7091,2	6855,4	5291,2	5957,6	4009,6	6253,1	8112,4	6487,3		
	DE	A	ABCD	ABC	DE	CDE	ABCD	ABCD	ABCD	DE	BCDE	E	ABCD	AB	ABCD		

Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes al 1%, NS = No Significativo, *=significativo, ** = Altamente significativo al 1%.

Fuente: Investigación de campo 2021

Elaborado por: Vera (2021)

Tratamientos (Accesiones de trigo harinero)

De la evaluación realizada las accesiones de trigo harinero en la granja Naguán, del año 2021 a las variables agronómicas: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC). Número de plantas por metro lineal (NPML). Altura de la planta (AP). Reacción a enfermedades foliares (Bydv). Reacción enfermedades de la espiga (Fusarium). Grano quebrado (GQ), no presentaron diferencias estadísticas significativas, mientras que las variables: Días al espigamiento (DE). Días a la cosecha (DC). Número de espigas por metro lineal (NEML). Número de granos por espiga (NGE). Longitud de la espiga (LE). Rendimiento por parcela (RP). Humedad del grano (HG). Rendimiento en kilogramos por hectárea Kg/h (RT). Peso de 1000 G (PG). Peso hectolítrico (PH), presentaron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas (Cuadro N°1).

Porcentaje de emergencia en el campo PEC

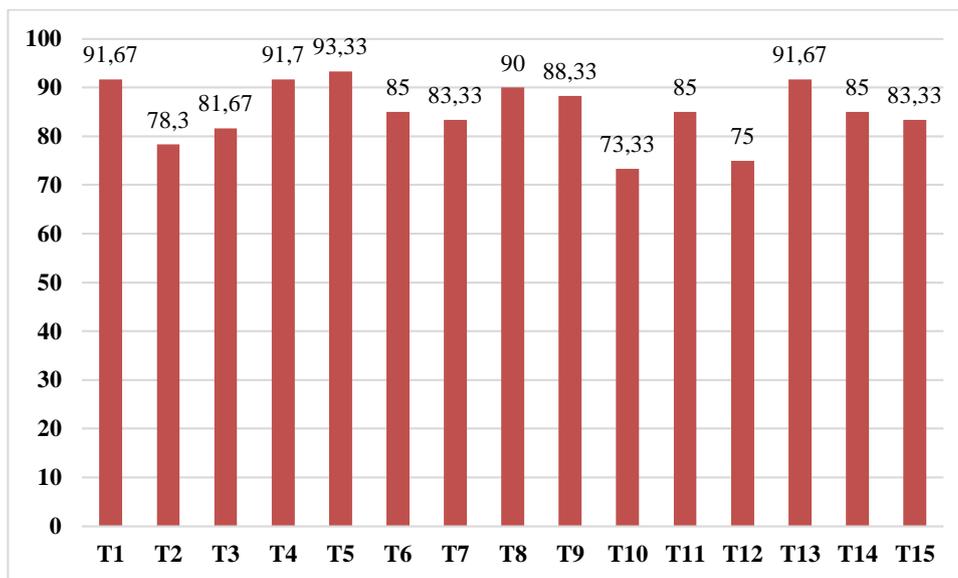


Gráfico N° 1: Promedios de accesiones en la variable PEC

En cuanto al resultado de Tukey no existió diferencias significativas en los promedios de la variable porcentaje de emergencia en el campo (PEC), donde se obtuvo un promedio general de 83% y un coeficiente de variación de 11,29% (Cuadro N° 1).

Los resultados señalan que el mayor resultado promedio se obtuvo en la accesión T5 con 93,33 %, seguido del T1 y T13 con el 91,67% y el más promedio más bajo fue en el T10 con 73,33% y T12 con el 75%.

Esta variable tiene relación directa con la constitución genética de la planta y se puede ver afectada por la: humedad temperatura, riego, condición de los suelos, e incluso con la profundidad de la siembra.

La variedad INIAP Vivar 2010 presentó diferencias entre las unidades experimentales independientemente de los fertilizantes, concluyendo que los niveles de nutrición al momento de la emergencia del trigo no constituye un factor determinante (Galarza, 2016).

Número de plantas por metro lineal (NPML)

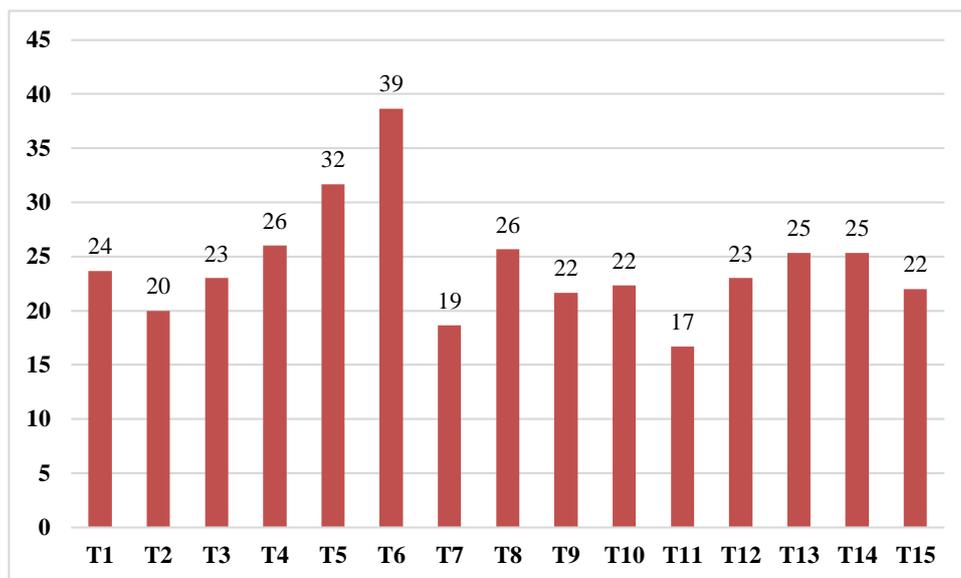


Gráfico N° 2: Promedios de accesiones en la variable NPML

En la variable NPML, el promedio mayor de accesiones lo tiene el T6 con 39 plantas, seguido del T5 con 32 plantas y en menor cantidad se registró en el T7 con 19 plantas y T11 con 17 plantas (Gráfico N° 1). El resultado de la prueba de Tukey indica que no existe una diferencia significativa entre los promedios de accesiones de la variable NPML. El promedio general fue de 24,24 plantas por metro lineal y un coeficiente de variación de 29,65%.

El número de plantas por metro lineal de las accesiones dependió del tipo de siembra y de las condiciones ambientales de la zona que se presentó en el momento de la germinación de las parcelas.

Una población de 40 plantas/m lineal y de 300 plantas/m² son óptimas, debido a que si las densidades de siembra son muy densas o poco densas ayudan a retrasar los días a la floración y estas dependen de las condiciones físicas presente el suelo; así como, la humedad y temperatura y de un buen porcentaje de germinación que va desde el 80% al 90% (García , 2017).

Días al espigamiento (DE)

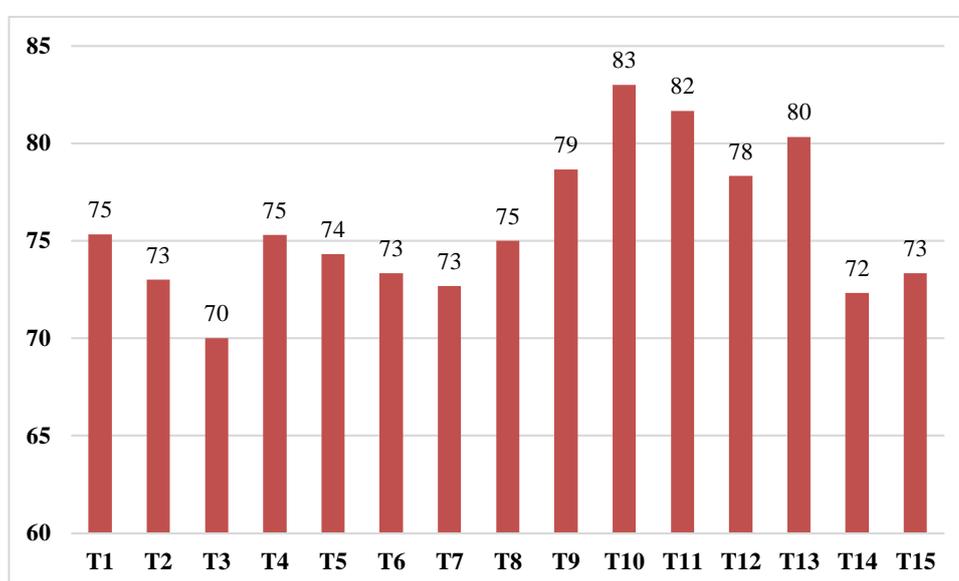


Gráfico N° 3 Promedios de la variable Días de espigamiento (DE)

En cuanto al mayor promedio de accesiones en la variable días al espigamiento se corroboró que el T10 con 83 días y T11 con 82 días fueron los espigamientos más tardíos, mientras que el espigamiento más precoz se registró en el T14 con 72 días y T3 con 70 días de espigamiento, siendo el menor de los promedios. Los resultados de la prueba de Tukey señalan que existen diferencias significativas en los promedios de las accesiones. El promedio general fue de 75,78 días y un coeficiente de variación de 4,53%.

Los días al espigamiento tienen una relación con la genética de cada accesión, pero también depende de las condiciones propiamente presentadas en la zona agroecológica donde se llevó el estudio.

Debido a que la temperatura elevada puede causar afectaciones negativas en el macollaje, al acceder el ciclo de cultivo, esto también ocasiona que las espigas que se forman sean más chicas con menos espiguillas por espiga porque el período de macollaje fue más corto. (García, 2017)

Altura de la planta (AP)

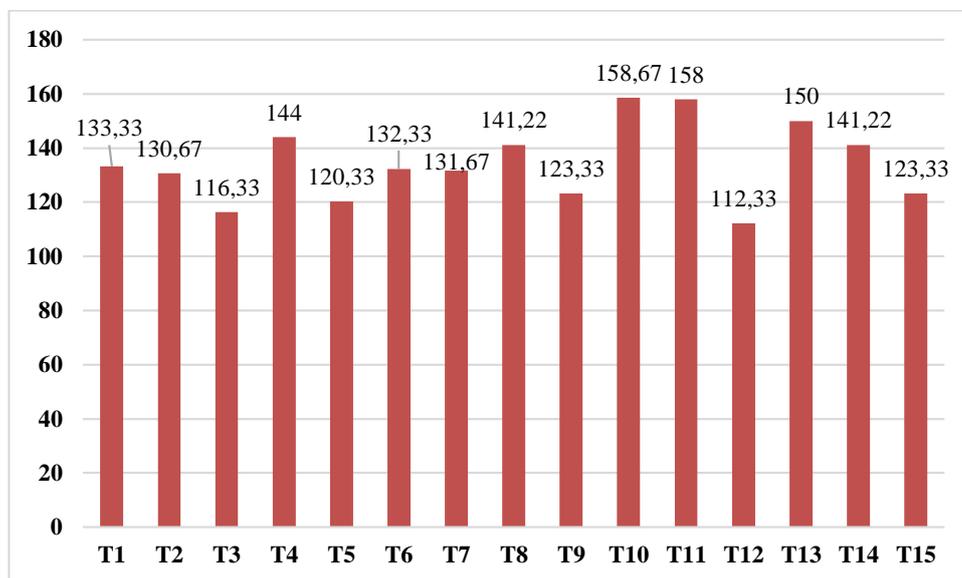


Gráfico N° 4: Promedios de la variable Altura

La respuesta de las accesiones correspondiente a la variable altura de planta no presentó significancia estadística. Siendo el T10 con 158,67 cm y T11 con 158 cm los mayores promedios de las accesiones, por el lado contrario los T3 con 116,33 cm y T12 con 112,33 cm fueron los menores promedios, lo que se asumiría que tienen menos probabilidades de presentar acame; sin embargo, la altura de planta depende de la disponibilidad de nutrientes del suelo, temperatura en el ciclo de desarrollo, fertilización, horas luz. El promedio general fue de 134,47 cm y un coeficiente de variación de 19,31%.

La altura del trigo es determinante ya que sin una altura razonable del trigo no hay potencial para que se produzca un alto rendimiento, también se debe controlar la altura de la planta para asegurar el desarrollo radicular del trigo, tallos más gruesos. (Zhengzhou, 2019).

Reacción a enfermedades foliares (Virus amarillo enanismo BYDV)

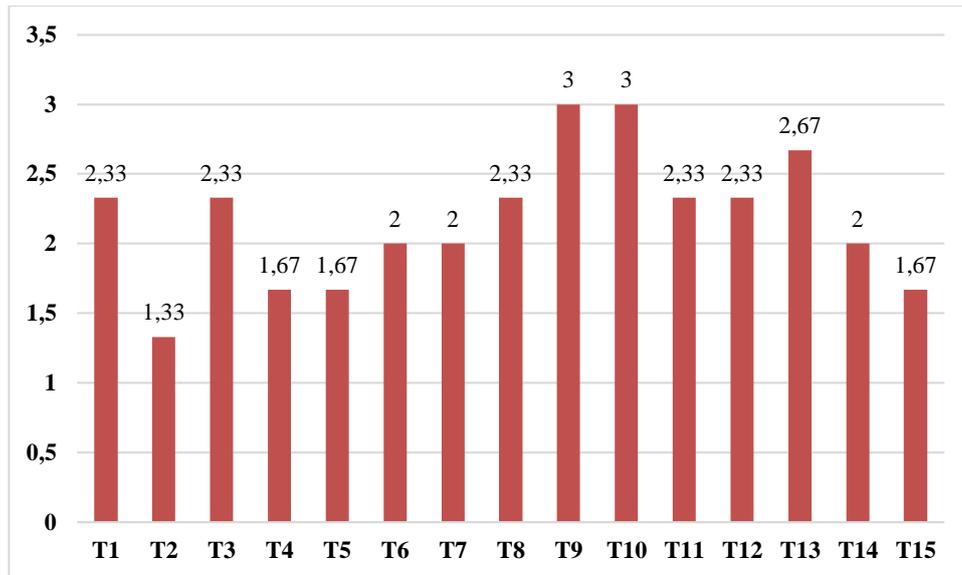


Gráfico N° 5: Promedios de accesiones de la variable BYDV

En el análisis de la variable BYDV se registró los promedios más altos en los tratamientos T9 y T10 con 3, lo que les convierte en las accesiones más susceptibles a este virus, mientras que el menor promedio le correspondió a T2 con 1,33, siendo la accesión más resistente a esta enfermedad. El promedio general fue de 25,44% y un coeficiente de variación de 47,84%.

El virus BYDV tiene un gran dominio cuando existe una baja humedad y altas de temperatura., presentándose el atrofiamiento de la planta, escaso desarrollo de sus hojas y brotes, las hojas presentan hilos de clorosis, evitando el desarrollo de las espigas. Por esto es preciso el empleo de variedades resistente y mantener una adecuada higiene en el campo eliminando malezas y cualquier tipo de planta huésped, así como el manejo de una buena fertilización (Rienzo, 2022).

Días a la cosecha (DC)

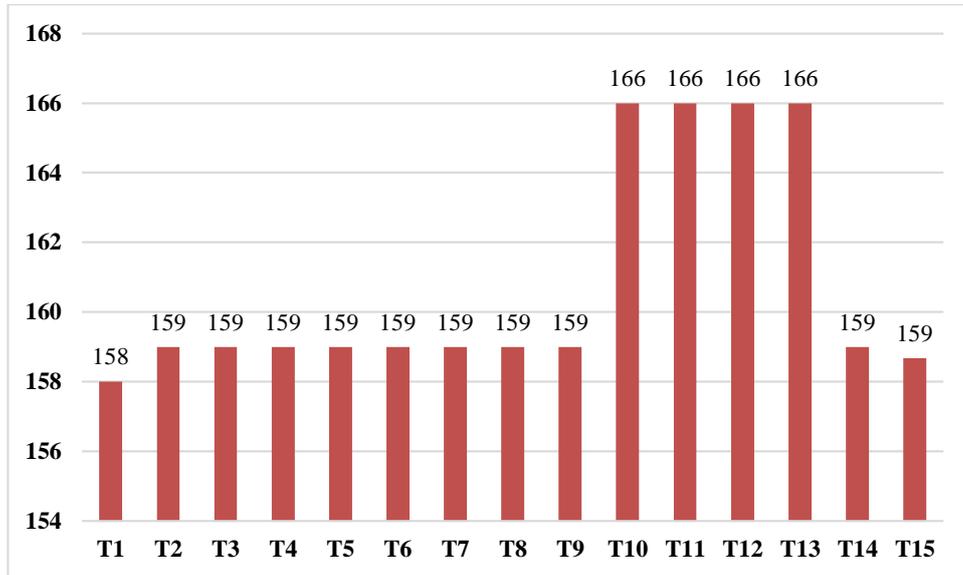


Gráfico N° 6: Promedios de la variable DC

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de significancia señalan que existe diferencias estadísticas en las accesiones (Cuadro N°1). Se observó que el mayor promedio de las accesiones o más tardías a la cosecha lo tienen las accesiones T10, T11, T12 y T13 con 166 días y el promedio de la cosecha más temprana se obtuvo en T1 con 158 días a la cosecha. El promedio general fue de 168,78 días y un coeficiente de variación de 19,31%.

Los días a la cosecha de las accesiones de trigo es un carácter varietal, motivo por el cual se obtuvo accesiones más precoces y otras más tardías, pero las precipitaciones, sequías, temperaturas, tuvieron cierto grado de incidencia sobre esta variable.

La variable días de cosecha está relacionada directamente con la interacción genotipo ambiente y la época de siembra es determinante, así como la temperatura, humedad y también el fotoperiodo de sanidad que la planta ha tenido en el tiempo de cultivo (Zaruma y Jarrín, 2011).

Reacción enfermedades de la espiga (Fusarium)

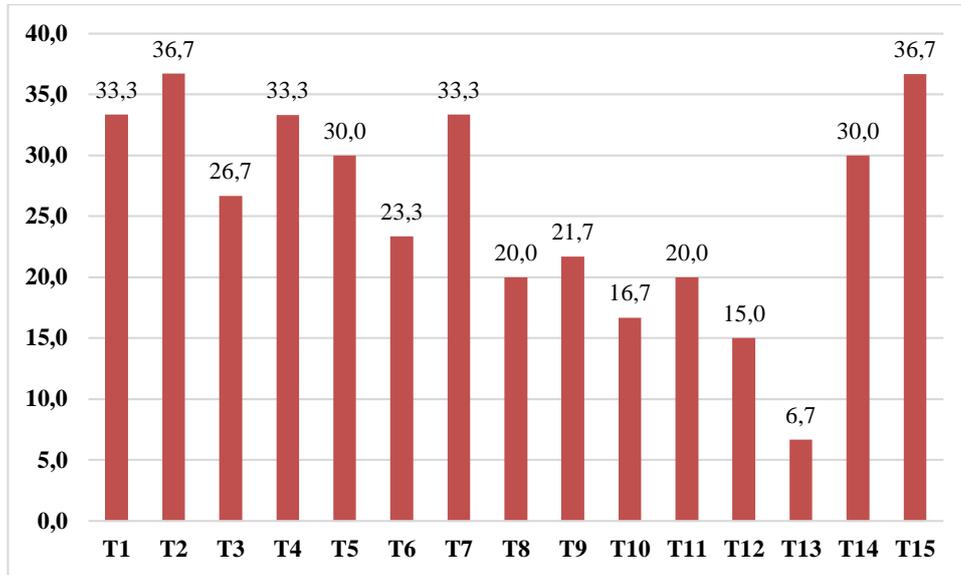


Gráfico N° 7: Promedios de accesiones de la variable Fus%

El resultado de la prueba de Tukey señaló que existía homogeneidad en los promedios de las accesiones de la variable Porcentaje de fusarium. El mayor promedio de fusarium se presentó en las accesiones T2 y T15 con 36,7 %, siendo más propensas a esta enfermedad; mientras que, el menor promedio le corresponde a T13 con 6,67%, siendo la que menos probabilidad tiene de contraer esta enfermedad. El promedio general fue de 25,44% y un coeficiente de variación de 47,84%

Esta enfermedad es causada por los estados de espigazón, la floración e inicio del llenado del grano coinciden con el apareamiento de los períodos con humedad relativa que oscila entre los 20 y 30°C. Por consiguiente, está relacionada con los cambios climáticos, sumado a los sistemas de labranza que se hayan empleado; afecta negativamente al cultivo y al producto final, genera pérdidas de hasta un 50% de la producción, afecta al grano, cambia su coloración, disminuye el peso hectolitrito, reduce la producción de granos por espiga, y se incrementa el B proteico por grano. Entre los factores que inciden está la calidad de la semilla utilizada, mala desinfección, o por la presencia de cultivos anteriores contaminados, por ser un hongo que sobrevive en el suelo (Bajío, 2020).

Número de espigas por metro lineal (NEML)

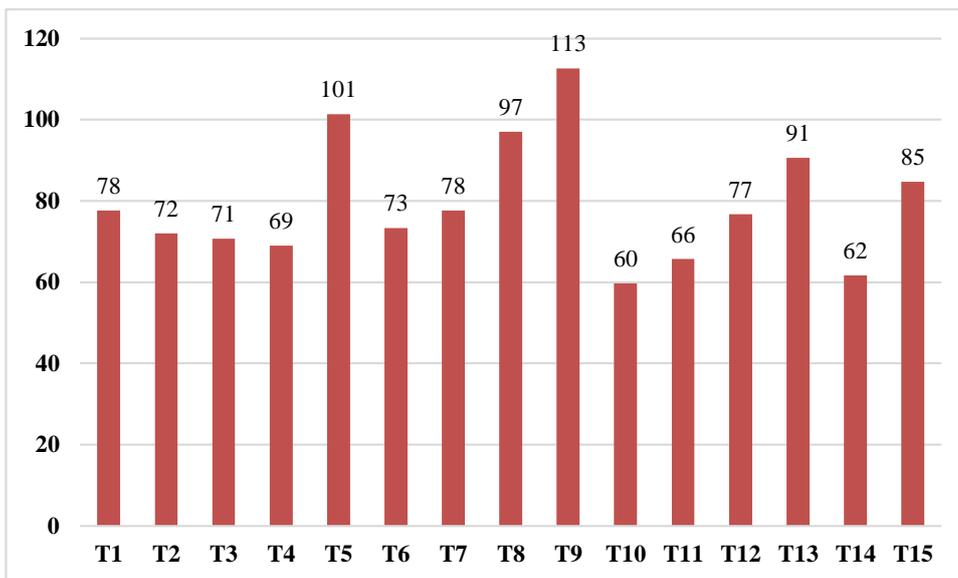


Gráfico N° 8: Promedios de la variable NEML

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey en la variable Número de espigas por metro lineal (NEML), señalan que existieron diferencias significativas en los promedios de las accesiones. Donde el mayor promedio de esta variable se obtuvo en la accesión T9 con 113 espigas por metro lineal y el menor se obtuvo en T14 con 62 espigas y T10 con 60 espigas por metro lineal. El promedio general fue de 79,36 días y un coeficiente de variación de 21,18%.

El número de espigas por metro lineal tiene una dependencia directa con la cantidad de macollos que produce la planta y para obtener un buen macollamiento la planta necesita una buena humedad, precipitación, horas luz y una fertilización adecuada.

Número de granos por espiga (NGE)

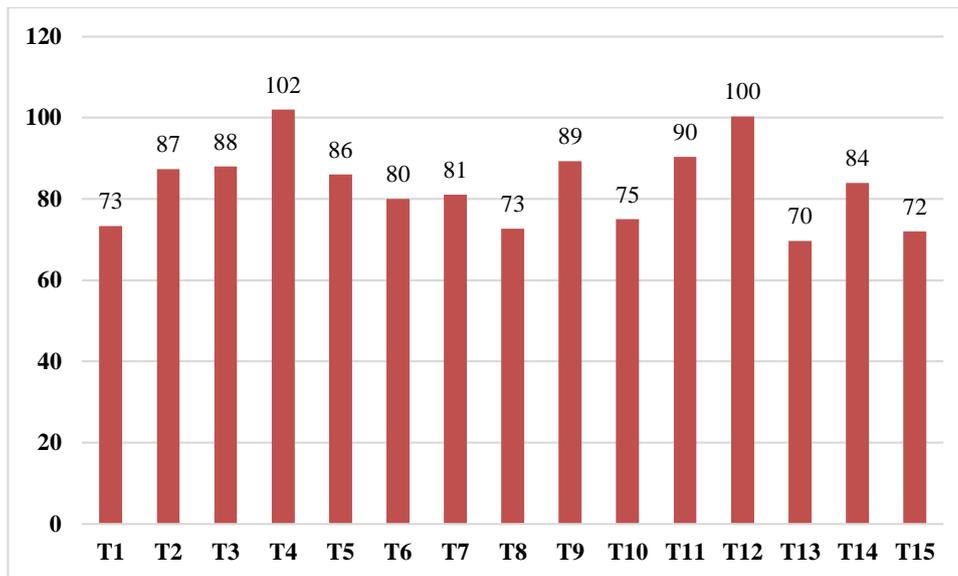


Gráfico N° 9: Promedios de la variable NGE

Respecto a los resultados de la prueba Tukey para el análisis de la variable Número de granos por espiga NGE, existió diferencias altamente significativas en los tratamientos, obteniendo una media general de 83,40 granos por espiga, y un CV de 10,94%. En la cual el mayor promedio de granos por espiga se obtuvo en T4 con 102 granos por espiga y T12 con 100 granos por espiga, mientras que el menor le correspondió al T13 con 70 granos por espiga. El promedio general fue de 83,40 granos y un coeficiente de variación de 10,94%.

Este parámetro está ligado a la constitución genética de la planta, pero sin embargo se puede ver afectado por; la disponibilidad de los nutrientes, fotoperiodo, precipitaciones abundantes o escasas.

Comparando con otra investigación en la cual la variedad INIAP Mirador 2010 e INIAP Vivar 2010, la primera variedad con 33 espiguillas y la segunda con menor cantidad de espiguillas que fue de 31 espiguillas/espiga, y otras variedades con valores intermedios. Indica la existencia de relación entre la longitud de la espiga y el número de espiguillas por espiga (Galarza, 2016).

Longitud de la espiga (LE)

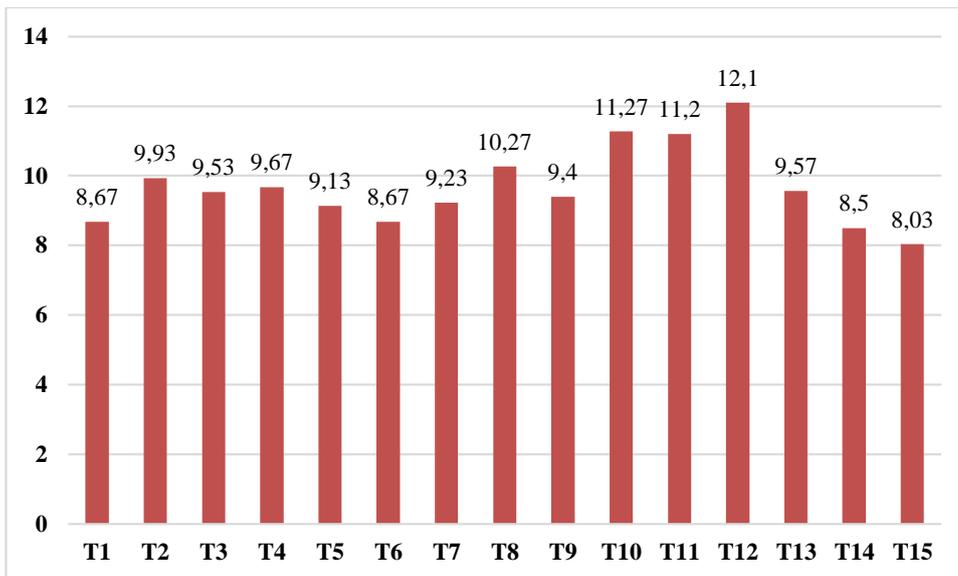


Gráfico N° 10: Promedios de la variable Longitud de la Espiga

Los resultados de la variable longitud de la espiga sometidos a la prueba de Tukey al 5% señalan que existe significancia altamente significativa en las accesiones de estudio. Manifestando una media general de 9,68 cm y un CV de 7,07%, el mayor promedio de longitud de la espiga se encuentra en el T12 con 12,10 cm, seguido de T10 con 11,3 cm y el menor promedio de las longitudes de la espiga corresponden a T14 con 8,5 cm y T15 con 8,03 cm. El promedio general fue de 9,68 cm y un coeficiente de variación de 7,07%.

La longitud de la espiga es una característica de la variedad, aunque si pueden ser afectadas por algunos factores externos, entre los que consta la población de la planta o la humedad (Quimbiulco, 2014).

Rendimiento por parcela (RP)

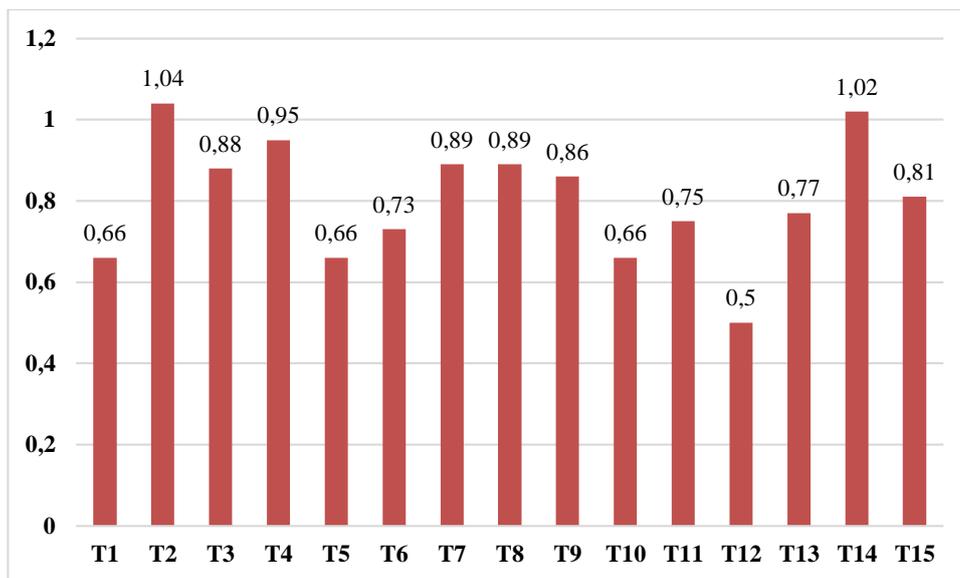


Gráfico N° 11: Promedios de la variable Rendimiento por parcela RP

El análisis de promedios de accesiones para la variable rendimiento por parcela por medio de la prueba de Tukey al 5% de significancia señala que existen diferencias significativas en los promedios de las accesiones de trigo, donde se obtuvo una media general de 0,80 kg/parcela y un coeficiente de variación de 11,17%. El mayor promedio de accesión en cuanto a la variable rendimiento por parcela le corresponde a T2 con 1,04 kg/parcela y T14 con 1,02 kg/parcela y el menor tratamiento le corresponde a T12 con un rendimiento promedio por parcela de 0,50 kg/parcela. El promedio general fue de 0,80 kg y un coeficiente de variación de 11,17%.

El rendimiento por parcela se puede ver influenciado por la presencia de plagas y enfermedades; además, de condiciones climáticas que se presentaron en la zona de estudio, ya que si las condiciones climáticas son desfavorables en las etapas de desarrollo se puede alterar el rendimiento.

Humedad del grano (HG)

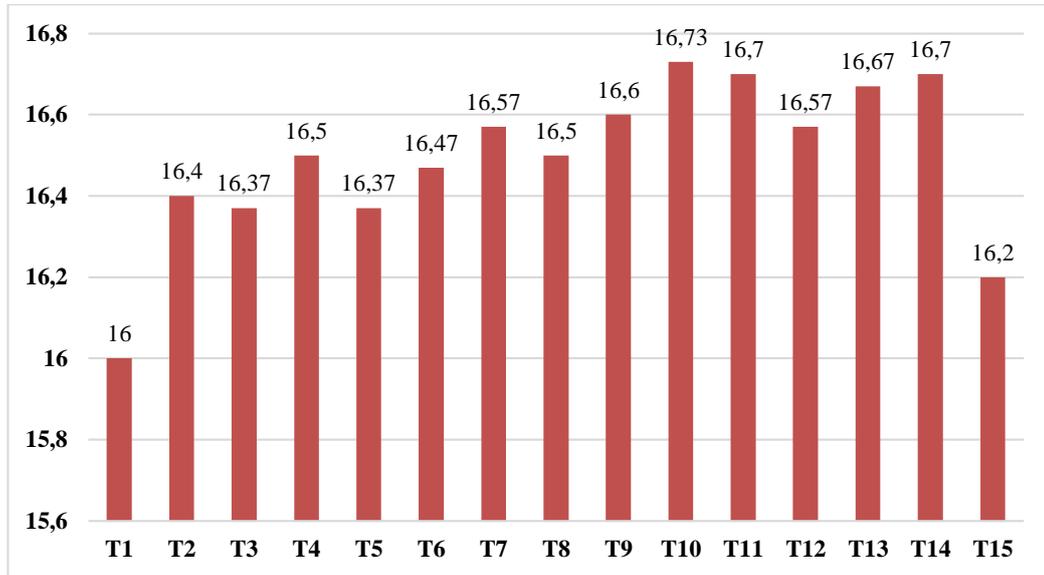


Gráfico N° 12: Promedios de la variable HG

En el análisis de la variable humedad del grano mismo que fueron sometidos a la prueba de Tukey al 5%, se obtuvo una significancia estadística altamente significativa, señalando que el mayor promedio de humedad se encontró en el T10 con 16,73% de humedad mientras, seguido del T11 con 16,70%, y el menor promedio en T1 con 16% de humedad. El promedio general fue de 16,49% y un coeficiente de variación de 1,08%.

La humedad del grano depende, de la humedad con la que se realice la cosecha, de las precipitaciones previas a realizarse cosecha, y del método de secado.

Peso de 1000 granos (Pg)

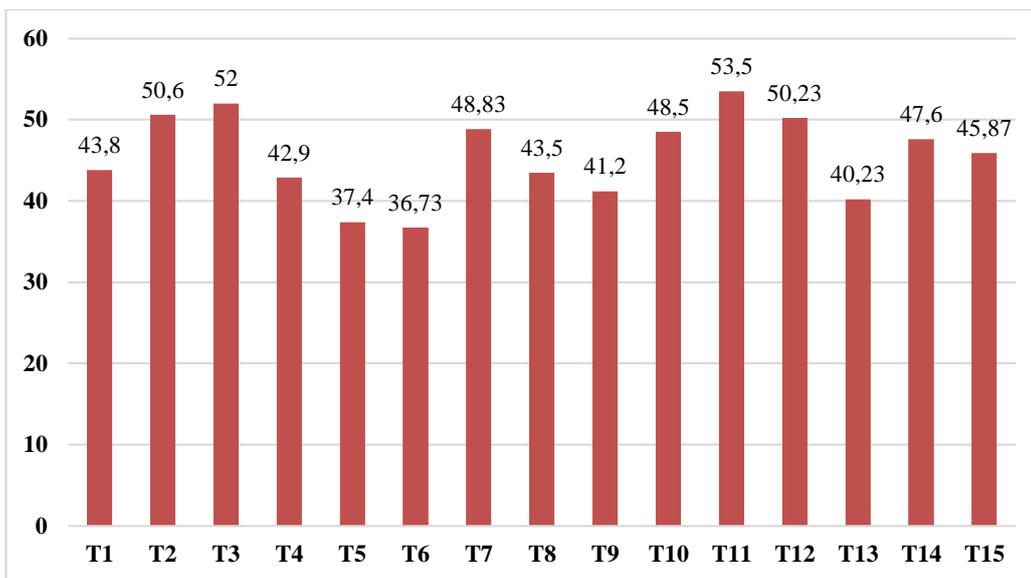


Gráfico N° 13: Promedios de la variable PG

El análisis de los promedios de la variable peso de mil granos de las accesiones de trigo harinero, resultado de la aplicación de la prueba Tukey al 5% señaló que existe significancia estadística, evidenciándose que el mayor promedio se encuentra en T11 con 53,50 g, seguido del T2 con 50,6 g y el menor promedio le corresponde a T6 con 36,73 g. El promedio general fue de 0,84 granos y un coeficiente de variación de 10,21%.

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron suficientemente favorables para obtener un excelente peso de mil granos de trigo.

El peso de mil granos está relacionado con la humedad que presente el grano, calibre del grano, y por el plan de fertilización utilizado en el cultivo.

En el trabajo realizado en el cantón Cayambe, en su evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum*) con tres diferentes tipos de manejo nutricional, el peso promedio obtenido en mil granos fue de 46,83 gramos (Manangón, 2014).

Peso Hectolítico (PH)

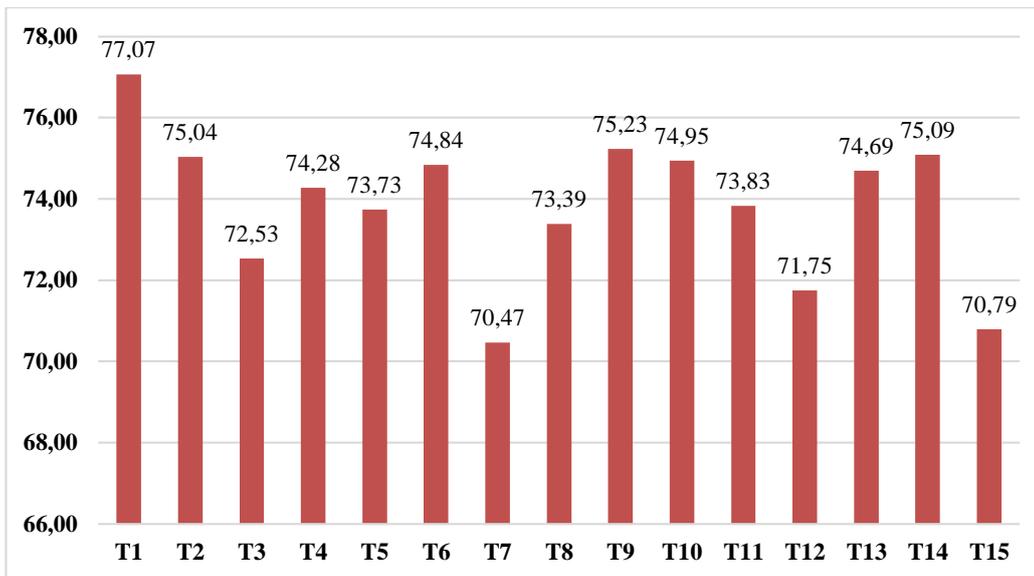


Gráfico N° 14: Resultados de la variable PH

En cuanto al resultado del análisis de la variable PH, se obtuvo una media general de 73,84 kg/hl y un coeficiente de variación de 1,56%, en el cual el mayor promedio se registró en T1 con 77,07 kg/hl, mientras que los promedios más bajos se estuvieron en la accesión T15 con 70,79 kg/hl y T7 con 70,47 kg/hl.

Los granos que se encuentran chupados o con arrugas tienen un bajo peso hectolítico, ya que este peso puede verse afectado por la uniformidad del tamaño del grano, que tiene una relación con la estructura biológica, con su composición química, el contenido de humedad y la roya amarilla que también puede reducir el peso hectolítico (Mellado, 2011).

Grano quebrado (GQ)

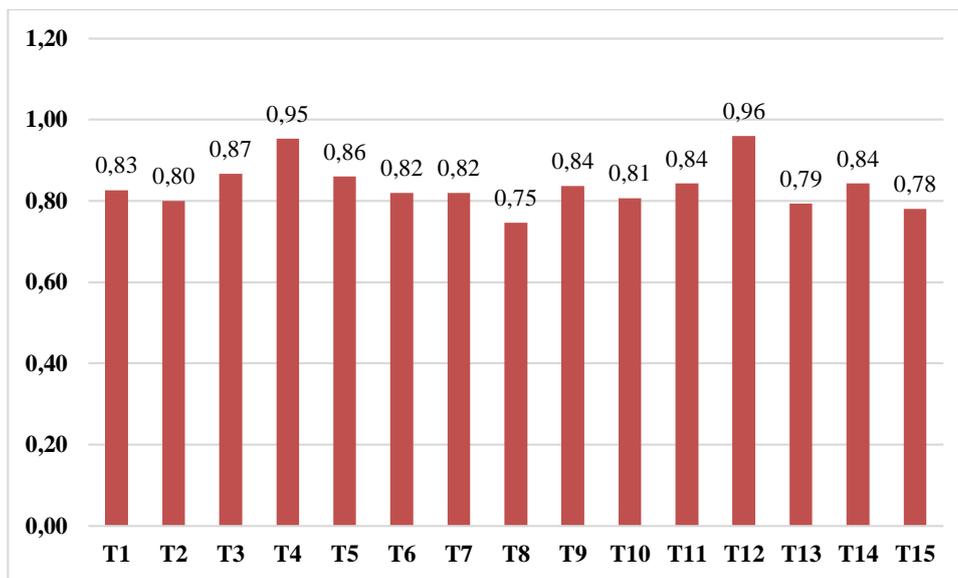


Gráfico N° 15: Resultados de la variable GQ

El resultado del análisis de la variable grano quebrado, señaló que el mayor promedio se obtuvo en T12 con 0,96%, seguido del T5 con 0,95% y el menor promedio se encontró en T8 con 0,75%. Se obtuvo un promedio general de 0,84 granos y un coeficiente de variación de 10,21%.

El calibre de grano es un carácter varietal, el cual se vio afectado por las condiciones climáticas de la zona agroecológica, fertilización, disponibilidad de nutrientes.

Rendimiento en kilogramos por hectárea Kg/h

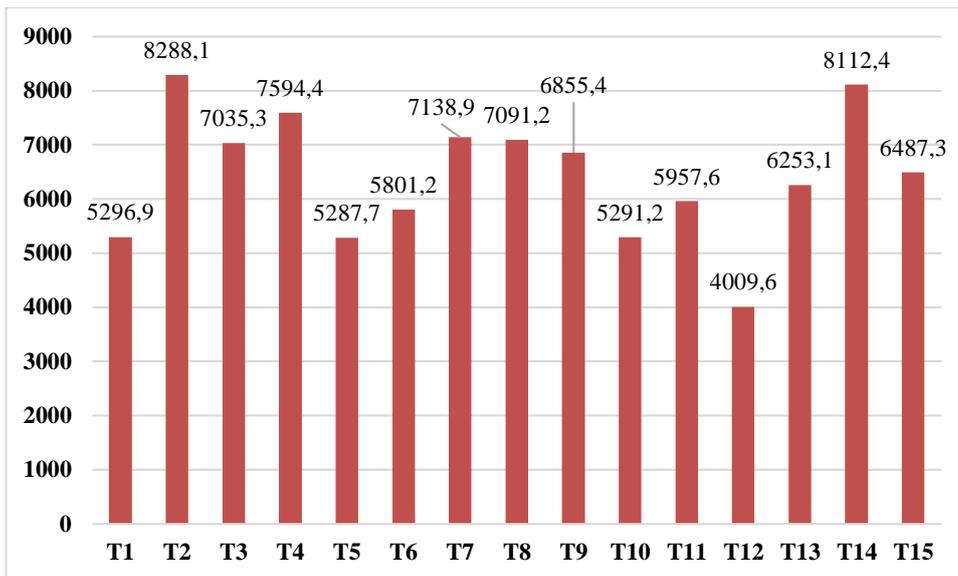


Gráfico N° 16: Rendimientos de accesiones de la variable R Kg/Ha

Los resultados del análisis de Tukey al 5% para la variable rendimiento en kg/ha señalaron que existió diferencias estadísticas en los tratamientos de las accesiones de trigo harinero, registrándose una media general de 6433,4 kg/ha y un coeficiente de variación de 11,15%. El mayor promedio para la variable rendimiento le correspondió a T2 con 8288,1 kg/ha, seguido del T14 con 8112,4 kg/ha, mientras que el menor promedio de rendimiento le correspondió a T12 con 4009,6 kg/ha.

El rendimiento tiene relación con la cantidad de nutrientes y con el suministro del grano, como elementos determinantes para el potencial de rendimiento. Este parámetro se ve afectado por el ataque de plagas y enfermedades, tipo de suelo, pH, temperatura, horas luz, nubosidad, granizadas, heladas, disponibilidad de nutrientes, método de cosecha.

4.2. Variables cualitativas

Vigor de la planta (VP)

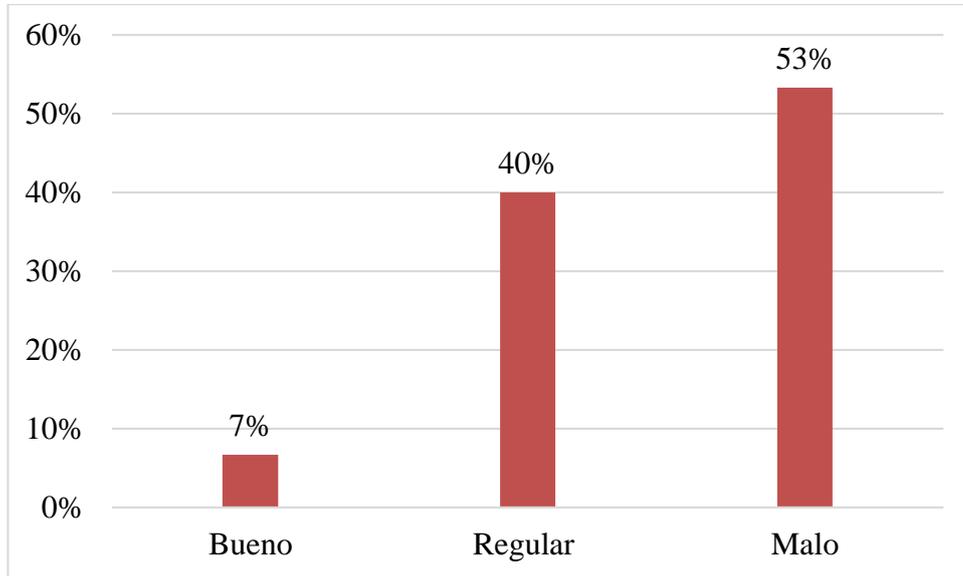


Gráfico N° 17: Resultados de la variable VP

En cuanto a la variable Vigor de la planta, se registró que el 7% de las accesiones presentaron un buen vigor de la planta, el 40% presentó un vigor regular y un 53% de las accesiones en estudio presentaron un vigor malo.

El vigor de la planta es el crecimiento rápido de biomasa en las primeras etapas de desarrollo, que puede lograrse seleccionando buenas variedades o incrementando la densidad de siembra. Es decir, que está directamente relacionado a la calidad, tamaño de la semilla, humedad del suelo, disponibilidad de nutrientes, precipitaciones, horas luz. (Sánchez, 2020)

Hábito de crecimiento (HC)

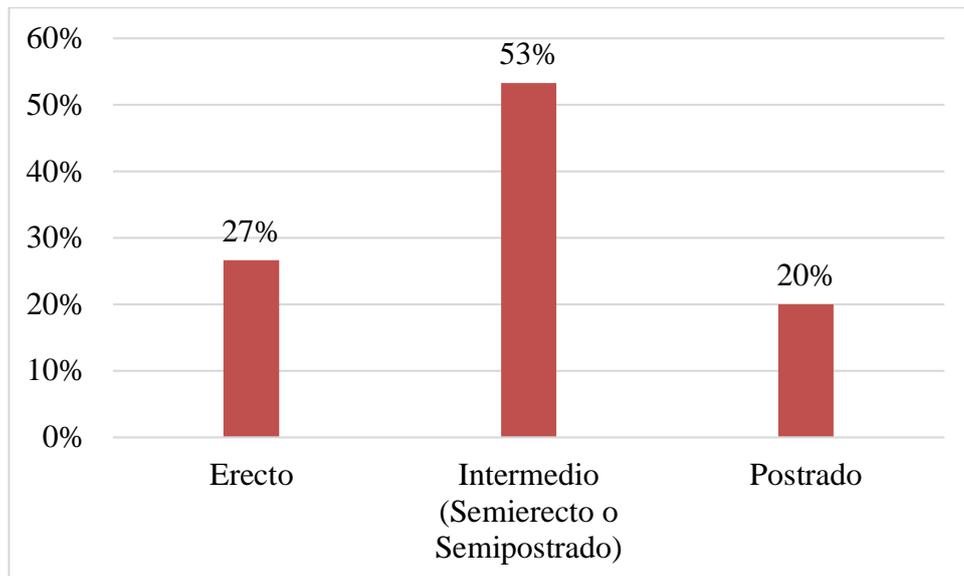


Gráfico N° 18: Resultados de la variable HC

En el descriptor hábito de crecimiento demostró que el 27% de las accesiones de trigo harinero presentó un hábito erecto, del mismo modo el 53% registró un hábito de crecimiento intermedio (Semierecto o semipostrado), y por el último el 20% de las accesiones presentaron un hábito de crecimiento postrado.

Esta variable depende directamente de la genética de la accesión, pero se puede ver afectado por la; temperatura, precipitación, fotoperiodo, nutrientes del suelo.

El exceso de agua puede hacer más lento el crecimiento del trigo, dar lugar a un déficit hídrico puede promoverlo, las temperaturas de 10 a 15°C favorecen el desarrollo de las raíces en los cereales en el invierno. Los cambios ontogénicos muestran efectos en el crecimiento. El crecimiento resulta del aprovechamiento de la luz solar que da lugar a las fabricaciones de los componentes constituyentes y funcionales (Quimbiulco, 2014).

4.3. Análisis de correlación y regresión lineal.

Cuadro No 2: Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes.

Variables independientes relacionadas estadísticamente con la variable RT	Coefficiente de regresión lineal	Coefficiente de correlación lineal	Coefficiente de determinación R² %
DE (**)	-0,3589	-114,199	13
DC (**)	-0,4703	-227,502	22
LE (**)	-0,3456	-430,874	14
NEML (*)	0,0160	3,09715	8
NGE (**)	0,0569	7,20468	32
RP (**)	0,9998	9565,19	99
HG (**)	0,1104	702,832	12
PG (**)	0,1513	41,3300	23
PH (**)	0,0477	37,0887	23

**= altamente significativo al 1%.

Fuente: Investigación de campo 2021

4.3.1. Correlación “r”

Es la estrechez de relación positiva o negativa entre dos o más variables y no presenta unidades. Su valor máximo es +/- 1. En esta investigación se determinó que existió una correlación negativa significativa entre las variables; Días al espigamiento (DE). Días a la cosecha (DC). Longitud de espiga (LE) y una correlación positiva altamente significativa con las variables; Número es espigas por metro lineal (NEML). Número de granos por espiga (NGE). Rendimiento por parcela (RP). Humedad del grano (HG). Peso de mil granos (PG). Peso hectolítrico (PH). (Cuadro N° 2).

4.3.2. Regresión “b”

Es el incremento o reducción de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de las variables independiente (Xs). En esta investigación los componentes que aumentaron el rendimiento fueron. Número es espigas por metro lineal (NEML). Numero de granos por espiga (NGE). Rendimiento por parcela (RP). Humedad del grano (HG). Peso de mil granos (PG). Peso hectolítrico (PH). Y las variables que redujeron el rendimiento fueron. Días al espigamiento (DE). Días a la cosecha (DC). Longitud de espiga (LE). (Cuadro N° 2).

4.3.3. Coeficiente de determinación (R^2)

En este estadístico se explica con claridad en que porcentaje se incrementa o reduce el rendimiento de las accesiones de trigo, en la variable de respuesta o dependiente por cada cambio único de las variables independientes.

El coeficiente de regresión señala que por cada cambio en la variable independiente Xs, ya sea como resultado de un aumento o una disminución en su valor, este cambio afecta significativamente el resultado de la variable rendimiento en Kg/Ha.

El decrecimiento del 13% del rendimiento de las accesiones de trigo harinero se debió a los altos promedios obtenidos en la variable Días al espigamiento.

La reducción del 22% de la producción del trigo fue debido a los altos promedios registrados en la variable días a la cosecha.

El 14% de la reducción del rendimiento de las accesiones de trigo fue debido a que se obtuvo altos promedios en la variable longitud de la espiga.

Número es espigas por metro lineal ayudó al incremento del rendimiento de las accesiones de trigo en un 8% por sus altos promedios obtenidos.

La variable número de granos por espiga incrementó la producción del trigo harinero en un 32% por los altos promedios registrados.

El 99% del incremento del rendimiento de las accesiones de trigo harinero fue por el alto promedio de la variable rendimiento por parcela.

El alto promedio obtenido en la variable humedad del grano ayudó con el incremento del rendimiento en un 12%.

El peso de mil granos ayudó al incremento del rendimiento de las accesiones de trigo harinero en un 23% por el alto promedio presentado.

El peso hectolítrico incrementó el rendimiento del trigo en un 23%, por el alto promedio registrado.

4.4. Comprobación de hipótesis

Hipótesis H₀: El rendimiento del cultivo de trigo no depende de las accesiones ni de su interacción genotipo ambiente.

Hipótesis H₁: El rendimiento del cultivo de trigo depende de las accesiones y de su interacción genotipo ambiente.

En la presente investigación, por medio de los resultados estadísticos obtenidos, se pudo evidenciar que existió significancia estadística, significativa y altamente significativa en las variables de estudio, por lo que se procede a aceptar la hipótesis alterna y rechazar a la hipótesis nula, apreciándose que existió excelentes rendimientos siendo el mayor promedio para la variable rendimiento el cual correspondió a T2 con 8288,1 kg/ha, seguido del T14 con 8112,4 kg/ha, lo que nos indica que estas accesiones presentaron una buena adaptación a la zona agroecológica de estudio.

4.5. Conclusiones

- La respuesta del germoplasma de trigo harinero (*Triticum aestivum*), provenientes del Programa Nacional de Cereales – INIAP, ubicado en la zona agroecológica de Naguán, provincia de Bolívar; fue diferente en los componentes de rendimiento evaluados.
- El rendimiento promedio más alto por parcela se registró en la accesión T2 con 1,04 kg/parcela. El rendimiento promedio de trigo harinero en la localidad de Naguán, ubicada en la provincia de Bolívar fue de 6433,4 kg/ha. Mientras que se registró el mayor rendimiento promedio en kilogramos por hectárea corresponde en la accesión T2 con 8288,1 kg/ha.
- Los componentes que contribuyeron al incremento del rendimiento fueron: El número de espigas por metro lineal (NEML). Número de granos por espiga (NGE). Rendimiento por parcela (RP). Humedad del grano (HG). Peso de mil granos (PG). Peso hectolítrico (PH). Y las variables que redujeron el rendimiento fueron: Días al espigamiento (DE). Días a la cosecha (DC). Longitud de espiga (LE).
- En la evaluación de reacción a enfermedades foliares, las accesiones de trigo harinero se presentaron el virus amarillo enanismo (BYDV) y la reacción a enfermedades de la espiga fue la de fusarium.
- Con el estudio se seleccionaron 10 accesiones de trigo harinero; T2, T3, T4, T7, T8, T9, T11, T13, T14, T15, que mostraron las mejores características; tanto morfológicas, como agronómicas, aptas para emplearlas en la industria.

4.6. Recomendaciones

- Socializar los resultados obtenidos y presentar los resultados en el INIAP y el CIMYT, para que sean considerados como un aporte a sus investigaciones.
- En Naguán, la época recomendada para la siembra es desde el mes de marzo, época propicia para la siembra del trigo.
- Para Naguán, la aplicación de fertilizantes recomendados de acuerdo a los resultados del laboratorio es de 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P_2O_5) 40 kg de Potasio (K_2O) y 20 kg de Azufre por hectárea (S). 1kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 Kg de Calcio (Ca).
- En Naguán, la aplicación de fertilizantes recomendados son 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15 más la adición de elementos menores (EM); esto es 20% de Nitrógeno junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. Componentes que dieron resultado en esta investigación.
- En Naguán, la densidad de siembra aconsejada es de en 200 kg/ha para alcanzar el 90% de germinación de la semilla.
- Realizar nuevas investigaciones, considerando las 10 mejores accesiones de trigo que fueron registradas con mejores características en la zona de Naguán, que las hacen aptas para ser liberadas, por su resistencia a enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROSPRAY. (2020). Control de plagas y enfermedades del trigo. Obtenido de variedades de trigo del INIAP.
- Aldás, A. (2019). Presión de selección ambiental y diferencial de rendimiento de cultivos alimenticios del Ecuador. Tesis. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Askew, M. (2021). Estudio de caso: trigo. Obtenido de: <https://www.futurelearn.com/info/courses/explore-how-farmers-produce-food-sustainably/0/steps/60779>.
- Bainotti, C. (2014). Hitos y perspectivas del mejoramiento genético de trigo en Argentina. Obtenido de: <http://www.inia.uy/Documentos/Privados/INIA%20La%20Estanzuela/2014%2027%20agosto%20Seminaro%20internacional%20de%20trigo/sesi%C3%B3n%201%20-%203%20-%20Bainotti.pdf>
- Bajío, H. (2020). Control biológico de Fusarium, el diminuto enemigo de los cultivos. Obtenido de CIMMYT. ORG: <https://idp.cimmyt.org/control-biologico-de-fusarium-el-diminuto-enemigo-de-los-cultivos/#:~:text=%2D%20Fusarium%20spp.,b%C3%A1sicos%20como%20ma%C3%ADz%20y%20trigo>.
- Basantes. (2015). Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolqui.
- BBC. (2010). Decifran el genoma del trigo un hito en la agricultura. Obtenido de https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2010/08/100827_trigo_genoma_men
- Borisjuk, N. (2019). Modificación genética para la mejora del trigo de la transgénesis a la edición del genoma. Hindawi Corpus.

- Calister. (2016). Escala Zadoks. Obtenido de: Calister.com.uy:<https://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/zadoks.pdf>
- Cárcamo, A. (2019). Reducir el impacto de la mosca de sierra del tallo del trigo con una tasa de siembra más baja e el trigo de tallo sólido. Obtenido de <https://canadianagronomist.ca/reduce-wheat-stem-sawfly-impact-with-lower-seeding-rate-in-solid-stemmed-wheat/>
- Carmona, M., & Sautua, F. (2018). Epidemias de roya amarilla del trigo, nuevas razas en el mundo, monitoreo y decisión de uso de funcionalidad. Obtenido de:https://www.researchgate.net/publication/327510461_epidemias_de_roya_amarilla_del_trigo_nuevas_razas_en_el_mundo_monitoreo_y_decision_de_uso_de_fungicidas
- CIMMYT. (2019). Etapas de crecimiento del trigo y la escala Zadok. Obtenido de: <http://wheatdoctor.org/es/etapas-de-crecimiento-del-trigo-y-la-escalazadok>
- CIMMYT. (2008). Metodología sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT, 32.
- CIMMYT. (2021). El Trigo. Obtenido de Centro internacional de Mejoramiento de Maiz y trigo:<http://wheatdoctor.org/es/partes-de-la-planta-del-trigo>
- CIMMYT. (2019). Enfermedades causadas por Hongos. Obtenido de: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/11110/13397.pdf>
- Cropcheck. (2011). Manual de recomendaciones de cultivo de trigo. Obtenido de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-trigo.pdf?sfvrsn=0>
- Crystal. (2021). Trigo. Obtenido de <http://www.crystal-chemical.com/trigo.htm>
- Esteves, P. (2017). Herramientas biotecnológicas para el mejoramiento genético de cultivos. Revista Biotecnología, 63.

- FAO. (2011). El cambio climático influye en el aumento del precio del maíz y el trigo. Obtenido de: <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/506893/>.
- FAO. (2016). Ahorrar para crecer en la práctica. 9. Roma: FAO.
- FAO. (2020). Situación Alimentaria Mundial. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>.
- Franquesa, M. (2021). Los peligros del carbón volador del trigo y como prevenirlo. Obtenido de <https://www.agroptima.com/es/blog/los-peligros-del-carbon-volador-del-trigo-y-como-prevenirlo/#:~:text=Un%20hongo%20es%20el%20causante,una%20especie%20de%20polvo%20negro.>
- Galarza, T. (2016). Adaptación y rendimiento de cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*) con dos fertilizantes químicos y orgánicos en Salache Bajo-Latacunga-provincia de Cotopaxi 2015. Tesis. Universidad Tpecnica Cotopaxi, Cotopaxi.
- García, A. (2017). Densidad de seimbra de trigo. Obtenido de Programa Nacional de Cereales:<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6995/1/revista-INIA-49.p.17-22.pdf>.
- García, V. (2017). Trigo Forment. Revista AE. Obtenido de <http://revista-ae.es/wp-content/uploads/2017/03/Trigo-forment.pdf>.
- Gómez, L. (2020). Historia del trigo 2020. Obtenido de Scribd:<https://es.scribd.com/document/458147650/Historia-del-trigo-2020>.
- Gómez, R. (2021). Sembrar trigo: cómo y cuándo y dónde en pasos + imágenes. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/trigo/>.
- Guerrero. (2017). Las partes de una planta de trigo. Obtenido de: [https:// sciencin g.com/the-parts-of-a-wheat-plant-12211988.html](https://sciencin g.com/the-parts-of-a-wheat-plant-12211988.html).

- Guerrero, J. (2021). Fusariosis, espiga blanca o golpe blanco del trigo (*Fusarium graminearum*). Obtenido de: http://herbariofitopatologia. agro.uba.ar/? page_id=222.
- Holdridge. (1979). Zonas de vida del Ecuador según el sistema de Holdridge. Estrategia para la conservación de la diversidad biológica en el sector forestal del Ecuador . Quito , Ecuador : Flacso. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/45263.pdf>.
- Infoagro. (2021). El cultivo del Trigo. Obtenido de Infoagro.com: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>.
- INIAP. (2014). Trigo. Obtenido de:<http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>.
- INIAP. (2015). Producción de semillas categoría certificada para el Proyecto Nacional de Semillas Agrocadenas Estratégicas del MAGAP. Ministerio de Agricultura y Ganadería; INIAP, Quito.
- INIAP. (2021). Cereales. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/cereales/>
- INIAP. (2019). Nutrición trigo. Obtenido de Tecnología INIAP: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/trigo/5nutricion.pdf>.
- INIAP (2018). Plan estratégico de investigación de desarrollo tecnológico del INIAP. Obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2018/03/281-iniap-OK-baja.pdf>.
- INIA. (2018). Roya estriada de trigo epidemia en 2017 asociada ala presencia de razas agresivas del patógeno y sus posibles consecuencias. Revista INIA, 54, 32.
- Kirby, E. (2021). Botánica de la planta de trigo. Obtenido de <http://www.fao.org/3/Y4011e/y4011e05.htm>

- Li, J., Yang, J., & Ma, L. (2020). Estrategias actuales y avances en biología del trigo. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214514120300507>.
- MAG. (2020). Resumen Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería: https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/Resumen-Ejecutivo-Diagn%C3%B3sticos-Territoriales-del-Sector-Agro_14-08-2020-1_compressed.pdf.
- Mahmoud, A. (2016). Genetic Variation and Biological Control of *Fusarium graminearum* Isolated from Wheat in Assiut- Egypt. Obtenido de NCBI: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4853104/>
- Manangón, P. (2014). Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, A 2890 m.s.n.m Juan Montalvo-Cayambe 2012. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. Obtenido de https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00_040.pdf.
- Martínez, L. (2021). Mejoramiento genético del trigo, de México para el mundo. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/mejoramiento-genetico-del-trigo-de-mexico-para-el-mundo?idiom=es>.
- Matus, I. (2018). Mejoramiento genético de trigo y triticale rendimiento, calidad, inocuidad, sanidad y adaptabilidad. Obtenido de Academia Chilena de Ciencias Agronómicas: <http://www.academiaagronomica.cl/wp-content/uploads/2018/12/Academia-Cs-Agrono%CC%81micas-2020.pdf>.
- Mellado, M. (2011). Peso del hectolítrico en trigo. IPA.
- Munstock C. (1998). Relaciones entre el crecimiento y desarrollo para la determinación del rendimiento de trigo.

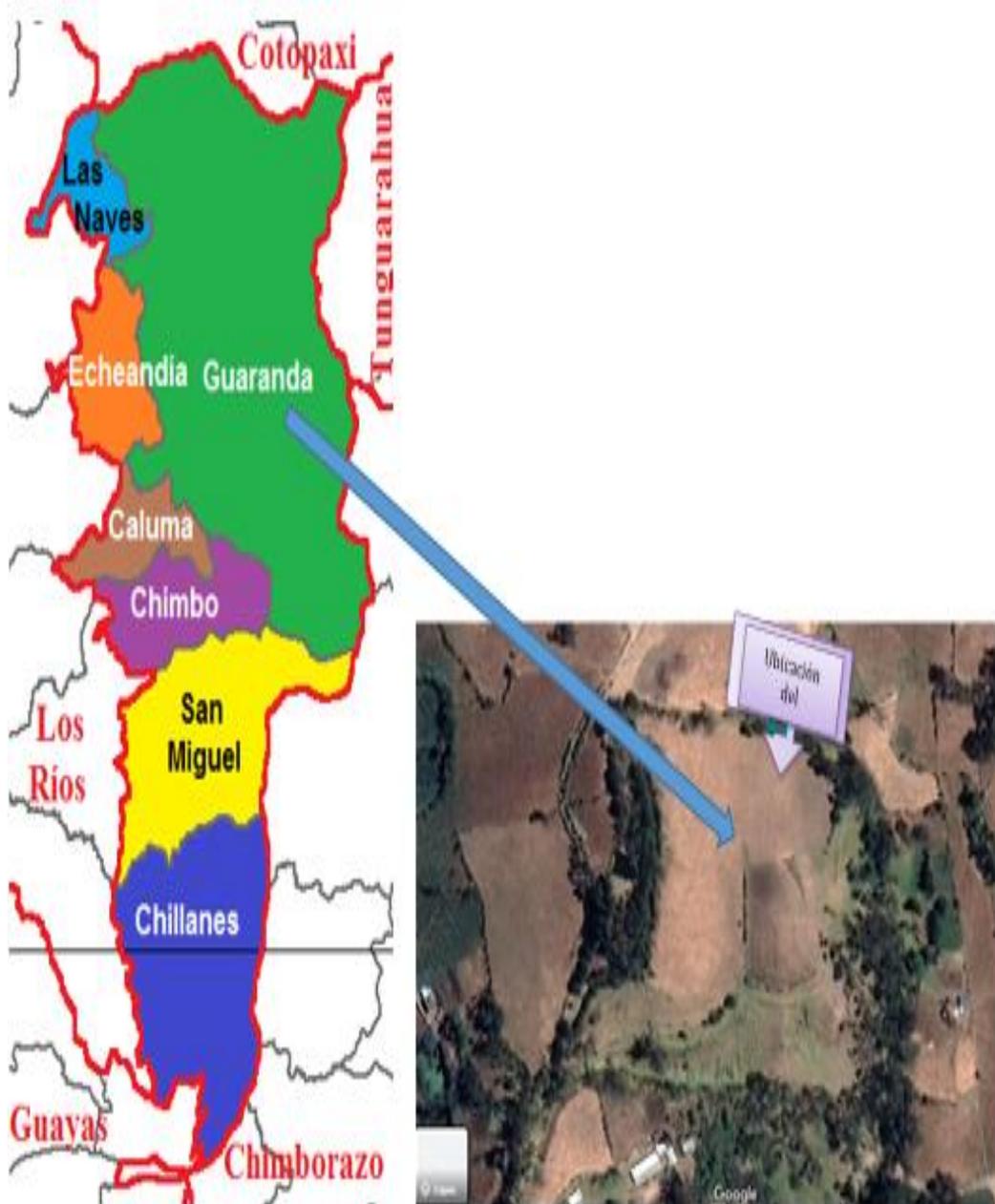
- Pardo, A. (2011). Selección del Rendimiento y Tolerancia a la roya de la hoja (*Puccinia triticina E.*) de líneas de trigos panaderos y duros del CIMMYT en las zonas bajas de nuevo León. México.
- Pardo, B. (2017). Métodos de labranza mecanizada en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) Variedad INIA 418 - El Nazareno Pampa del Arco 2750 msnm. Ayacucho, Perú.
- Plantix. (2022). Virus del Enanismo del trigo. Obtenido de <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/200038/wheat-dwarf-virus>
- Ponce, L et al. (2019). Parámetros de evaluación y selección de cereales: Estación Experimental Santa Catalina.
- Publitec. (2022). Fusarium, calidad de harina de trigo y toxinas. Obtenido de Editora especializada en la difusión de Ciencia y Tecnología de los alimentos:<https://publitec.com/2020/03/fusarium-calidad-de-harina-de-trigo-y-toxinas/>.
- Pullas, E. (2017). Relación del sector agrícola del trigo en la producción de harina en la provincia de pichincha-Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/9940/1/T-UCE-0005-033-2017.pdf>.
- Quimbiulco, S. (2014). Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*) con tres tipos de manejo nutricional, A 3484 ms.sn.m Cangahua-Cayambe. Tesis. Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
- Remache, J. (2012). Caracterización morfoagronómica de 24 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum L.*) en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Tesis. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda.
- Rienzo. (2022). Informe de Actualización técnica en línea No 19. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_iat_trigo22mj_0.pdf.

- Río, C. (2021). Ingeniería en innovación agrícola sustentable botánica aplicada. Obtenido de DocPlayer: <https://docplayer.es/204745118-Ingenieria-en-innovacion-agricola-sustentable-botanica-aplicada.html>.
- Sánchez, M. (2020). “Vigor inicial de cuatro variedades de trigo (*Triticum aestivum L.*) y su incidencia en la habilidad competitiva de ryegrass perenne (*Lolium perenne L.*) resistente a glifosato”. Tesis. Universidad Nacional de la Plata. Obtenido de Tesis. Universidad Nacional de la Plata.
- Solomon, M. F. (2018). Una revisión de las enfermedades del trigo una perspectiva de campo. Mol Plant Pathol. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6638159/>.
- Traxco. (2017). Cultivo de trigo. Obtenido de Traxco: <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-trigo>.
- Vallejo, P. (2019). Estudio de la producción y comercialización de trigo en la provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Vargas, A. (2010). Sookadhanya Varga. Obtenido de dravyagunatvpm: <https://dravyagunatvpm.files.wordpress.com/2010/10/sookadhanyavarga.pdf>.
- Yara. (2021). Aumentar el número de macollos y hojas en trigo. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/aumentar-numero-de-tallos-y-hojas/>.
- Yara. (2021). Clasificación del trigo. Obtenido de yara.com: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/trigo/clasificacion-de-trigo/>
- Zaruma, A., & Jarrín, A. (2011). Caracterización morfológica de 29 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum L.*) en Luguacoto II y San Miguel provincia Bolívar Guaranda. Tesis. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda.

Zhengzhou. (2019). Potencial de alto rendimiento de trigo: Altura de Planta Razonable. Obtenido de <http://www.bestplanthormones.com/info/potential-for-high-yield-of-wheat-reasonable-p-42674888.html>.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación del ensayo



Anexo 2: Base de datos

Variedad	Vigor	Hábito de crecimiento	Porcentaje de emergencia	Número de plantas	Días a la espigamiento	Altura de planta	Virus BYDV	Días a la cosecha	Fusarium	Número de espiga	número de grano por espiga	Longitud de la espiga	Rendimiento por parcela	Humedad del grano	Rendimiento en kg/ha	Peso de mil granos	Peso Hectolítrico	Grano Quebrado
1	2	2	90	20	75	140	1	158	30	85	76	8	0,69	16,0	5511,49	40,9	75,64	0,8
2	3	2	70	18	75	122	1	159	50	74	72	10	1,04	16,3	8297,84	49,0	74,92	0,9
3	2	2	70	11	70	125	2	159	30	103	94	9,8	0,83	16,4	6606,32	52,1	73,08	0,9
4	3	1	95	34	76	141	1	159	10	72	102	9	1	16,5	7998,08	42,1	73,68	1
5	3	1	90	28	75	121	1	159	20	124	81	8,9	0,71	16,2	5658,91	35,9	73,76	0,9
6	2	1	90	49	76	127	1	159	10	52	62	9	0,69	16,5	5478,69	38,4	76,40	0,8
7	2	1	90	18	72	115	2	159	20	63	98	8,6	0,95	16,7	7540,09	44,5	71,20	0,8
8	3	3	85	21	74	144	2	159	30	119	72	10	0,79	16,4	6286,02	40,1	74,04	0,7
9	3	2	85	21	80	130	3	159	20	87	82	8,7	0,77	16,3	6133,19	40,5	74,52	0,9
10	3	3	60	13	85	126	3	166	10	60	76	11	0,45	16,7	3590,52	44,9	74,84	0,8

11	3	3	85	15	85	114	1	166	10	65	84	10	0,78	16,7	6223,56	51,6	73,60	0,9
12	3	2	70	13	85	114	2	166	0	69	100	13	0,47	16,8	3705,75	44,2	70,08	1
13	2	2	95	22	80	190	3	166	10	115	69	9,6	0,83	16,5	6638,41	40,5	72,92	0,7
14	2	2	95	25	75	114	2	159	30	60	87	7,7	1,05	16,8	8367,82	50,9	76,00	0,8
15	1	2	90	16	75	110	2	159	40	75	69	8,5	0,92	16,3	7375,86	45,7	71,56	0,7
1	2	2	95	27	78	120	3	158	30	74	70	8,2	0,7	16,0	5632,18	45,4	78,36	0,8
2	3	2	85	22	72	100	2	159	30	88	93	9,6	1,02	16,6	8108,33	52,4	74,92	0,9
3	2	2	90	31	70	113	3	159	30	58	77	9,3	0,95	16,7	7579,98	51,6	71,96	0,8
4	3	1	85	13	75	180	3	159	30	61	101	11	0,84	16,4	6686,40	45,0	73,68	1
5	3	1	95	41	72	121	2	159	30	86	100	9,9	0,7	16,4	5605,36	36,9	73,72	0,8
6	2	1	95	30	72	160	3	159	40	85	83	8,9	0,68	16,5	5398,71	36,0	74,08	0,9
7	2	1	70	18	76	170	2	159	30	84	72	9,4	0,91	16,5	7238,27	50,5	68,80	0,9
8	3	3	95	27	75	140	2	159	20	90	72	10	0,95	16,5	7558,19	41,7	73,32	0,8
9	3	2	85	22	81	140	3	159	30	132	88	8,9	0,89	16,7	7061,35	41,2	76,96	0,9
10	3	3	90	32	81	190	3	166	20	63	80	11	0,88	16,6	6989,94	51,3	74,72	0,8
11	3	3	95	22	85	180	3	166	30	68	101	11	0,71	16,7	5665,04	49,6	73,32	0,9
12	3	2	70	20	85	113	3	166	20	83	99	12	0,54	16,4	4284,10	54,1	73,28	1
13	2	2	90	18	81	160	2	166	5	94	71	10	0,77	16,7	6143,77	40,9	76,76	0,7

14	2	2	70	26	72	150	2	159	10	71	91	9	0,94	16,8	7451,34	44,0	74,20	0,8
15	1	2	70	22	73	160	2	159	30	71	72	6,8	0,7	16,0	5632,18	46,1	69,52	0,7
1	2	2	90	24	73	140	3	158	40	74	74	9,8	0,59	16,0	4747,13	45,1	77,20	1
2	3	2	80	20	72	170	1	159	30	54	97	10	1,06	16,3	8458,19	50,5	75,28	0,7
3	2	2	85	27	70	111	2	159	20	51	93	9,5	0,86	16,0	6919,54	52,3	72,56	0,9
4	3	1	95	31	75	111	1	159	60	74	103	9,5	1,02	16,7	8098,61	41,5	75,48	0,9
5	3	1	95	26	76	119	2	159	40	94	77	8,6	0,58	16,5	4598,90	39,4	73,72	0,9
6	2	1	70	37	72	110	2	159	20	83	95	8,1	0,82	16,4	6526,25	35,8	74,04	0,8
7	2	1	90	20	70	110	2	159	50	86	73	9,7	0,83	16,5	6638,41	51,5	71,40	0,8
8	3	3	90	29	76	140	3	159	10	82	74	10	0,93	16,6	7429,31	48,7	72,80	0,7
9	3	2	95	22	75	100	3	159	15	119	98	11	0,93	16,8	7371,65	41,9	74,20	0,8
10	3	3	70	22	83	160	3	166	20	56	69	12	0,67	16,9	5293,25	49,3	75,28	0,8
11	3	3	75	13	75	180	3	166	20	64	86	12	0,75	16,7	5984,20	59,3	74,56	0,7
12	3	2	85	36	65	110	2	166	10	78	102	11	0,51	16,5	4039,03	52,4	71,88	0,9
13	2	2	90	36	80	100	3	166	5	63	69	9,1	0,75	16,8	5977,01	39,3	74,40	1
14	2	2	90	25	70	160	2	159	50	54	74	8,8	1,07	16,5	8517,96	47,9	75,08	0,9
15	1	2	90	28	72	100	1	158	40	108	75	8,8	0,81	16,3	6453,88	45,8	71,28	0,9

Anexo 3. Resultados del examen de laboratorio



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana Sur Km. 1, SIN, Cubagagua.
 Ttfs. (02) 3007284 / (02)2504240
 Mail: laboratorio_dsa@iniap.gob.ec



INFORME DE ENSAYO No: 22-0113

NOMBRE DEL CLIENTE: CEREALES UEI-INIAP
PETICIONARIO: CEREALES UEI-INIAP
EMPRESA/INSTITUCIÓN: CEREALES UEI-INIAP
DIRECCIÓN: Quitumbé

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 09/02/2022
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13:30
FECHA DE ANÁLISIS: 14/02/2022
FECHA DE EMISIÓN: 18/02/2022
ANÁLISIS SOLICITADO: 54

Análisis	pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca+Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	I	Textura (%) *			IDENTIFICACIÓN		
																	meq/100g	meq/100g	meq/100g		meq/100g	%
22-0208	6,08	1,42	5,3	4,8	0,19	0,85	14,16	4,82	5,5	21,7	838	14,9	2,84	5,66	22,28	19,83	1,1	37	35	28	FRANCO	CEREALES UEI-INIAP

Análisis	Al+H	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	CP*	pH KC*	IDENTIFICACION

* Ensayos no solicitados por el cliente

MITOCOSIS UNIDA	
pH =	Suelto: Agua (1-2) P < 4 Ca Mg = Otros modificados
U.E. =	Suelto de Calcio Ca Fe Mn Zn = Otros modificados
	B = C = Curatencia

MITOCOSIS UNIDA	
C.E. =	PARTE Saturada
M.D. =	DESCARDO de Pólvora
B.M. =	TRUQUE: NULO

INTERPRETACION	
Ac = Acido	N = Nuluro
LAc = Liger Acido	LAl = Lige Alcalino
PN = Proc. Neuto	Al = Alcalino
MS = Requiere Cal	T = Tolero (Boro)

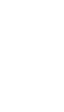
INTERPRETACION	
AN/AL/NA	C.E.
B = Bajo	MS = No Salino
M = Medio	LS = Lg. Salino
T = Tolero	MS = Muy Salin
	A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.D. =	Materia Orgánica



LABORATORISTA

JOSE ALONSO
LUICERO
MALATAY



RESPONSABLE DE LABORATORIO

IVAN RODRIGO
SANTOYO
MALCOSA

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este como electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.
 * Opciones de interpretación, etc. que se indican en este informe constituye una guía para el cliente.

Anexo 4. Fotografías del proceso de seguimiento y evaluación del ensayo



Selección del lote



Análisis físico químico



Preparación del suelo



Preparación de fertilización



Siembra



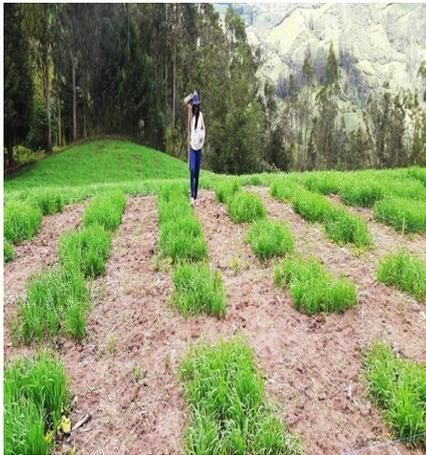
Control de maleza



Evaluación a enfermedades



Porcentaje de emergencia



Número de plantas por metro lineal



Vigor de la planta



Habito de crecimiento



Días al espigamiento



Altura de planta



Reacción a enfermedades



Días a la cosecha



Número de espigas por metro lineal



Número de grano por espiga



Longitud de la espiga



Cosecha



Trilla



Aventado



Humedad del grano



Rendimiento por parcela



Peso de mil granos



Peso hectolítrico



Grano quebrado



Visita de campo del tribunal

Anexo 5. Glosario de términos

Adaptación agronómica: Adaptación de las prácticas agrícolas a las condiciones de la localidad donde se realiza la siembra, tanto a condiciones socio culturales, económicas, y agroecológicas.

Espiga: Inflorescencia formada por un conjunto de flores hermafroditas que están dispuestas a lo largo de un eje.

Espiguilla: Pequeña espiga típica de las gramíneas que consta de dos brácteas basales (glumas) además de una escama exterior (lema y una interior (pálea)

Fasciculada: Qué está formado por elementos agrupados en pequeños haces.

Fertilizantes químicos: Nutrientes elaborados para colocar en la tierra que contienen nitrógeno, fósforo y potasio.

Genotipo: Código genético vegetal, mientras que el fenotipo es la expresión física de su composición genética.

Germinación: Proceso que indica el desarrollo del embrión de una planta dentro de la semilla.

Herbicidas: Es un producto químico utilizado para eliminar plantas indeseadas.

Madurez fisiológica: La madurez fisiológica se refiere a la etapa de desarrollo de la fruta u hortaliza que se ha producido el máximo crecimiento y maduración.

Macollamiento: Modo de propagación vegetativa de muchas especies de poaceae (gramíneas) que les permite producir múltiples tallos secundarios.

Mancha foliar: Una lesión auto limitante en una hoja son producidas por hongos que se desarrollan sobre las hojas y, a veces, los tallos. Los hongos que las provocan son: (*Cecospora spp*); (*Phyllosticta spp*); (*Gloesporium spp*).

Monocotiledónea: Clase de plantas angiospermas de hojas con nervios longitudinales sin crecimiento secundario en grosor, con raíces adventicias, flores dispuestas en grupos de tres y cuyo embrión tiene un solo cotiledón.

Perenne: Una planta perenne, aquella que vive durante más de dos años o en general florece y produce semillas varias veces en su vida.

Precipitación: Es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre, Este fenómeno incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo.

Pudrición: Ablandamiento, decoloración y a menudo desintegración del tejido de una planta suculenta como resultado de una infección por hongos o bacterias.

Pulgones: Son pequeños insectos que succionan la savia de la planta y que poseen una gran capacidad reproductora.

Pústulas: Abultamiento formado por fructificaciones de hongos o por lesiones que originan tejidos epidérmicos.

Taxonomía: Es una ciencia que agrupa de manera ordenada a los organismos vivos de acuerdo a lo que se presume son sus relaciones naturales.

Vaina: Base de la hoja que abraza parcial o totalmente al tallo que se inserta, ensanchamiento en la base del peciolo; en algunas monocotiledóneas, como las gramíneas, parte basal de las hojas, que envuelve al tallo.

Zona agroecológica: Áreas o tierras clasificadas por sus condiciones o atributos biofísicos.

Peso Hectolitrico: Es el peso de un volumen de 100 litros de un determinado grano, en condiciones "tal cual", expresado en Kg./hl. Dicho peso se determinará mediante el empleo de la balanza Schopper u otra.

Peso de mil granos: es un indicador del tamaño y la densidad del grano.