



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 4 LÍNEAS PROMISORAS Y 1 VARIEDAD MEJORADA DE TRIGO (*Triticum aestivum L.*) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III-UEB.

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

Autor

Nervo Javier Vargas Armijo

Tutora

Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana. PhD

GUARANDA – ECUADOR

2023

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 4 LÍNEAS PROMISORAS Y 1
VARIEDAD MEJORADA DE TRIGO (*Triticum aestivum L.*) DEL INIAP BAJO
LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA GRANJA
EXPERIMENTAL LAGUACOTO III-UEB.

REVISADO Y APROBADO




Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA. PhD

TUTORA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Vargas Armijo Nervo Javier**, con CI: **0250025756** declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es)

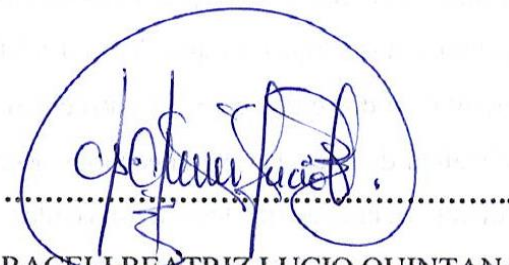
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamento y la Normativa Institucional vigente.



NERVO JAVIER VARGAS ARMIJO

CI: **0250025756**

AUTOR



Ing. ARACELI BEATRIZ LUCIO QUINTANA. PhD

CI: **0201092152**

TUTORA

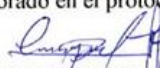
2023-02-05-001P00356

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGADO POR:

CUANTÍA:

En el Cantón San Miguel, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día jueves trece de Abril del año dos mil veintitrés. Ante mí, **ABOGADO FLAVIO DANILO SÁNCHEZ HUILCA**, Notario Público Primero de este Cantón, comparece el señor: **NERVO JAVIER VARGAS ARMIJO**, de estado civil soltero, de ocupación estudiante, domiciliado en el Barrio Trece de Abril, Avenida El Maestro, de la Parroquia matriz, Cantón San Miguel, Provincia de Bolívar, con teléfono número: cero nueve cinco nueve dos siete cinco seis cinco ocho, por sus propios derechos; y, a pedido expreso del compareciente se incorpora a la presente escritura pública, copia certificada de su cédula de ciudadanía y papeleta de votación vigente. El compareciente manifiesta ser mayor de edad, de nacionalidad ecuatoriana, legalmente capaz para obligarse y contratar, a quien de conocerle doy fe; en virtud de haberme exhibido su documento de identificación, advertido el compareciente por mí el Notario de los efectos y resultados de esta declaración; así como examinado que fue en forma aislada y separada de que comparece al otorgamiento de esta declaración sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, manifiesta que para la celebración de la presente escritura pública de **DECLARACIÓN JURAMENTADA**, que en forma libre y voluntaria tiene a bien hacerla, previas a las advertencias de las penas del perjurio y la gravedad de su declaración, previo conocimiento que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento manifiesta que: Yo, **NERVO JAVIER VARGAS ARMIJO**, con cédula de ciudadanía número: cero dos cinco cero cero dos cinco siete cinco - seis, egresado de la Carrera de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, manifiesto que los criterios e ideas emitidas en el presente Proyecto de Investigación con el tema **“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 4 LÍNEAS PROMISORAS Y 1 VARIEDAD MEJORADA DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA GRANJA EXPERIMENTAL LAGUACOTO III-UEB”** es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de Autor bajo la dirección de mi tutora Ingeniera Araceli Lucio Quintana PhD, Docente de la de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar. Es todo cuanto puedo declarar bajo juramento y en honor a la verdad. Leída que le fue esta su declaración al compareciente por mí el Notario, de principio a fin, en alta y clara voz, aquel la aprueba, se afirma y se ratifica en su contexto, para constancia firma conmigo el Notario en unidad de acto, quedando incorporado en el protocolo de esta Notaría, de todo lo cual doy fe.


NERVO JAVIER VARGAS ARMIJO
C.C. 025002575-6




AB. FLAVIO DANILO SÁNCHEZ HUILCA
NOTARIO PRIMERO DEL CANTÓN SAN MIGUEL

DSH

Document Information

Analyzed document	TESIS FINAL - NERVO VARGAS-CULTIVO DE TRIGO.docx (D163737803)
Submitted	2023-04-12 14:06:00
Submitted by	
Submitter email	nervargas@mail.es.ueb.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	dsilva.ueb@analysis.arkund.com

Sources included in the report

Entire Document

Hit and source - focused comparison, Side by Side

Submitted text	As student entered the text in the submitted document.
Matching text	As the text appears in the source.



Ing. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD
Tutora

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por bendecirnos la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser la fortaleza y apoyo en mis momentos de dificultad y debilidad.

Dedico este trabajo a mis padres Rosa y José (+), por ser los principales promotores de mis sueños, por creer y confiar en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado, a mis hermanos por animarme, acompañarme siempre.

Nervo Javier Vargas Armijo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera Agronomía por haber compartido conmigo sus sabios conocimientos y experiencias en el ámbito de la Carrera de Agronomía y enriquecerme con su sabiduría, para ponerla al servicio de la sociedad.

A mi tutora Ingeniera Araceli Lucio, por compartir sus conocimientos y apoyarme a concluir el desarrollo del Proyecto de Titulación.

A mis compañeros que, en el trascurso del proceso de formación, compartieron cada jornada con optimismo y solidaridad, haciendo que el esfuerzo que demandó el desarrollo de la carrera, sea formador de un imperecedero recuerdo de amistad y de compartir académico.

Al programa de cereales del INIAP- Santa Catalina por el aporte con el germoplasma y su apoyo dedicado en los procesos de seguimiento y evaluación del presente proyecto.

Nervo Javier Vargas Armijo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Origen e importancia del trigo	4
2.2. Desarrollo del trigo en el Ecuador	4
2.3. Clasificación taxonómica.....	5
2.4. Características botánicas del trigo.....	6
2.4.1. Sistema radicular.....	6
2.4.2. Tallo	6
2.4.3. Hojas	6
2.4.4. Inflorescencia	7
2.4.5. Estado lechoso del grano.....	7
2.4.6. Estado pastoso del grano	7
2.4.7. Madurez.....	7
2.5. Ciclo del cultivo	8
2.5.1. Fases de desarrollo según la escala de Zadoks	8
2.5.2. Siembra	8
2.5.3. Germinación.....	9
2.5.4. Ahijamiento.....	10
2.5.5. Encañado	10
2.5.6. Espigado.....	11
2.5.7. Maduración	11

2.6. Requerimientos del cultivo	12
2.6.1. Suelo.....	12
2.6.2. Temperatura	15
2.6.3. Necesidades de agua	16
2.6.4. Fertilización.....	16
2.6.5. Función nutricional de macro y micro elementos	16
2.6.5.1. Nitrógeno	17
2.6.5.2. Fósforo	17
2.6.5.3. Calcio	18
2.6.5.4. Magnesio	18
2.6.5.5. Azufre.....	18
2.6.5.6. Hierro	18
2.6.5.7. Manganeso	19
2.6.5.8. Cobre	19
2.6.5.9. Zinc	19
2.6.5.10. Boro.....	20
2.6.5.11. Molibdeno	20
2.6.5.12. Cloro.....	20
2.6.6. Control de malezas	21
2.6.7. Cosecha y almacenamiento	21
2.7. Plagas y enfermedades del cultivo del trigo.....	21
2.7.1. Plagas	21
2.7.2. Enfermedades del trigo	22
2.7.2.1. Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	23
2.7.2.2. Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	23
2.7.2.3. Roya del tallo (<i>Puccinia Graminis</i>).	23

2.7.2.4. Fusarium de la espiga (<i>Fusarium spp</i>).....	24
2.7.2.5. Virus BYDV.	24
2.7.3. Parámetros de calidad	24
2.7.4. Peso hectolítrico	25
2.7.5. Calidad harina-panadera.....	27
2.7.6. Variedades mejoradas de trigo	27
2.7.7. Variedad de trigo Pizán.....	28
2.7.8. Recomendaciones generales para el manejo del cultivo	28
2.7.8.1. Selección del lote	28
2.7.8.2. Preparación del suelo	28
2.7.8.3. Densidad de siembra	29
2.7.8.4. Siembra	29
2.7.8.5. Fertilización.....	29
2.7.8.6. Control de malezas	29
2.7.8.7. Control de enfermedades.....	30
2.7.8.8. Cosecha	30
2.7.8. Variedades de trigo liberadas en Ecuador	30
2.7.8. Variedades de trigo actualmente cultivadas en el país.....	31
2.7.8.1. Líneas promisoras.	31
2.7.8.2. Variedad INIAP-IMBABURA 2014.....	31
2.7.8.3. Característica generales.....	32
2.7.8.4. Reacción a enfermedades	32
CAPÍTULO III.....	33
3. MARCO METODOLÓGICO	33
3.1. Ubicación de la investigación.	33
3.2. Situación geográfica y climática	33

3.3. Zona de vida.....	34
3.4. Material experimental.	34
3.5. Materiales de campo.	34
3.6. Materiales de oficina.....	34
3.7. Métodos.....	35
3.7.1. Factor en estudio	35
3.8. Tipo de diseño experimental.	35
3.9. Procedimiento	36
3.10. Tipos de análisis.....	36
3.11. Métodos de evaluación y datos tomados:.....	36
3.11.1. Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).	36
3.11.2. Número de plantas por metro cuadrado (PMC).....	37
3.11.3. Número de macollos por planta (NMP).....	37
3.11.4. Vigor de la planta (VP)	37
3.11.5. Hábito de crecimiento o porte (HC).....	37
3.11.6. Días al Espigamiento (DE).....	38
3.11.7. Altura de la planta (AP)	38
3.11.8. Reacción a enfermedades foliares (REF).....	38
3.11.9. Reacción a enfermedades de la espiga (REE).....	38
3.11.10. Días a la cosecha (DC).....	38
3.11.11. Tipo de paja (TP)	38
3.11.12. Número de espigas por metro cuadrado (EMC)	39
3.11.13. Tamaño de la espiga (TE)	39
3.11.14. Número de granos por espiga (GE).....	39
3.11.15. Rendimiento por parcela (RP).....	39
3.11.16. Tipo de grano y color (TGC)	39

3.11.17. Humedad del grano (HG).....	40
3.11.18. Rendimiento en kg/ha (R)	40
3.11.19. Peso de mil granos (PMG)	40
3.11.20. Peso hectolítrico (PH)	40
3.12. Manejo del experimento.....	40
3.12.1. Selección del lote	40
3.12.2. Preparación del suelo	41
3.12.3. Desinfección de semilla	41
3.12.4. Siembra	41
3.12.5. Fertilización.....	41
3.12.6. Control de malezas	41
3.12.7. Controles fitosanitarios	42
3.12.8. Cosecha	42
3.12.9. Trilla.....	42
3.12.10. Beneficio de la semilla.....	42
CAPÍTULO IV.....	43
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	43
4.1.1. Variables agronómicas	43
4.1.2. Variables productivas.....	54
4.1.3. Variables cualitativas.	63
4.2. Análisis de correlación y regresión lineal	67
4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.	69
4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla	Descripción	Pág.
Tabla 1	Resultado de la prueba de Tukey al 5% de las variables agronómicas...	43
Tabla 2	Resultado de la prueba de Tukey al 5% de las variables productivas.....	54
Tabla 3	Promedios de la respuesta en las características cualitativas	63
Tabla 4	Análisis de correlación y regresión lineal	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Pág.
Figura 1	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).....	44
Figura 2	Número de plantas por metro cuadrado (NPMC).....	45
Figura 3	Número de macollos por planta (NMP).	46
Figura 4	Días al Espigamiento (DE).	47
Figura 5	Altura de la planta (AP).....	48
Figura 6	Reacción a enfermedades foliares (REF) Roya Amarilla (<i>P.striiformis</i>)	49
Figura 7	Reacción a enfermedades foliares (REF) Roya de la hoja (<i>P. tritici</i>). .	50
Figura 8	Reacción a enfermedades foliares (REF) Virus del enanismo (BYVD)	51
Figura 9	Reacción a enfermedades de la espiga (REE) (<i>Fusarium sp</i>).....	52
Figura 10	Días a la cosecha (DC).	53
Figura 11	Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).....	55
Figura 12	Tamaño de la espiga (TE).....	56
Figura 13	Número de granos por espiga (GE).	57
Figura 14	Rendimiento por parcela (RP).	58
Figura 15	Humedad del grano (HG).	59
Figura 16	Rendimiento en kg/ha (R)	60
Figura 17	Peso de mil granos (PMG)	61
Figura 18	Peso hectolítrico (PH).....	62
Figura 19	Vigor de la planta (VP).....	63
Figura 20	Hábito de crecimiento o porte (HC)	64
Figura 21	Tipo de paja (TP).....	65
Figura 22	Tipo de grano y color (TGC).....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Descripción
Anexo 1.	Ubicación de la investigación
Anexo 2.	Base de datos general
Anexo 3.	Croquis del Ensayo
Anexo 4.	Evidencia del proceso de seguimiento y evaluación del ensayo
Anexo 5.	Escala de Zadoks
Anexo 6.	Glosario de términos

RESUMEN

El trigo es un producto de seguridad alimentaria e ingresos económicos, siendo el cereal más cultivado, por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países, ocupando uno de los primeros lugares entre los cereales de mayor producción mundial como el arroz, maíz y la cebada. El cultivo del trigo es de mucha importancia en los sistemas de producción en los pequeños productores de la provincia Bolívar. El ensayo de investigación se ubicó en el sector de la Granja Experimental Laguacoto III de la UEB, se empleó un diseño de bloques completamente al zar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios entre las accesiones, análisis de correlación y regresión lineal y el rendimiento con las variables significativas y altamente significativas, considerando la humedad estándar del 14%. El porcentaje de emergencia en el campo en promedio general fue de 64.67% y un coeficiente de variación de 8,53%. En el número de macollos por metro cuadrado se obtuvo una media general de 265 macollos con un coeficiente de variación de 13,87%. Los días al espigamiento con un promedio de 84 días siendo el T1 el más precoz con 75 días. La altura de la planta con un promedio de 84,89 cm alcanzando el promedio más alto el T1 con 91,47 cm. En la evaluación de enfermedades foliares las accesiones de trigo se presentaron medianamente resistentes al ataque de estas enfermedades; en la espiga presentó el ataque de Fusarium. En los días a la cosecha se obtuvo una media general de 179 días y un coeficiente de variación de 0,54% siendo el T3 el más tardío con 181 días. El número de espigas por metro cuadrado con una media general de 447 espigas con un tamaño promedio de 8,70 cm y un promedio general de 43 granos por espiga. El rendimiento promedio obtenido entre las accesiones fue de 1,03 kg/parcela siendo el T3 con 1,18 kg con más rendimiento y el T2 con 0,85 kg con menor rendimiento con una humedad promedio 14,19% entre los tratamientos en estudio.

Palabras clave: Accesiones, Rendimiento, Producción, Humedad del grano, Adaptación.

SUMMARY

Wheat is a product of food security and economic income, being the most cultivated cereal, for being a species that has a wide range of adaptation and for its great consumption in many countries, occupying one of the first places among the cereals with the highest production. such as rice, corn and barley. The cultivation of wheat is very important in of the production systems in small producers in the Bolívar province. The research trial was located in the Laguacoto III Experimental Farm sector of the UEB, a completely randomized block design (DBCA) with five treatments and three repetitions was used, within the Tukey test was applied at 5% to compare the means between the accessions, correlation analysis and linear regression to compare the yield with the significant and highly significant variables considering the standard humidity of 14%. The percentage of emergence in the field in general average was 64.67% and a coefficient of variation of 8.53%. In the number of tillers per square meter, a general average of 265 tillers was obtained with a coefficient of variation of 13.87. The days to heading with an average of 84 days, being T1 the earliest with 75 days. The height of the plant with an average of 84.89 cm reaching the highest average in T1 with 91.47 cm. In the evaluation of foliar diseases, the wheat accessions were moderately resistant to the attack of these diseases; In those spike only the Fusarium attack was presented. In the days to harvest, a general average of 179 days and a coefficient of variation of 0.54% were obtained, with T3 being the latest with 181 days. The number of spikes per square meter with a general average of 447 spikes with an average size of 8.70 cm and a general average of 43 grains per spike. The average yield obtained among the accessions was 1.03 kg/plot, being T3 with 1.18 kg with the highest yield and T2 with 0.85 kg with the lowest yield with an average humidity of 14.19% among the treatments under study.

Keywords: Accessions, Yield, Production, Grain moisture, Adaptation.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El país de mayor producción mundial de trigo fue por muchos años la Unión Soviética, la cual superaba los 100 millones de toneladas anuales. Actualmente China es la República de mayor producción de este cereal con unos 96 millones de toneladas (16%), seguida por la India (12%) y por Estados Unidos (9%).

En el Ecuador, los cereales forman parte fundamental de la canasta básica y la dieta diaria de los ecuatorianos. Sin embargo, seguimos siendo dependientes de las importaciones de estos productos, la máxima producción nacional alcanzó niveles entre las 15000 y 20000 toneladas en dos periodos año, con un rendimiento promedio nacional que varía entre las 2,5 toneladas por hectárea (INIAP, 2014) y en los países desarrollados consigue 6,0 toneladas por hectárea (Patricio, 2017).

En la provincia Bolívar ubicada en centro del Ecuador, se cultivaron aproximadamente 4200 ha en el año 2010; principalmente en los cantones Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes, con un rendimiento promedio apenas de 1200 kg/ha. Los cereales y particularmente el trigo responden a la fertilización química y orgánica, siendo el nutriente más importante el nitrógeno por su relación directa con el contenido de proteína (Manangón, 2014).

El cultivo de trigo es una actividad de mucha importancia en las cadenas productivas de los sistemas de producción de los pequeños productores de la provincia Bolívar, como un producto de seguridad alimentaria e ingresos económicos, sin embargo, la producción y productividad de este cultivo no es competitivo.

En este contexto, el INIAP ha venido trabajando los últimos 60 años, con el objetivo de entregar nuevas tecnologías a los productores cerealeros ecuatorianos, mediante la producción de semillas con énfasis en la generación de variedades mejoradas que presentan buenas características, con resistencia a las principales enfermedades y de buena calidad molinera (INIAP, n.d.).

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado quizá por ser una especie que tiene un amplio rango de adaptación y por su gran consumo en muchos países, ocupando uno de los primeros lugares entre los cereales de mayor producción mundial como son el arroz, el maíz y la cebada. El trigo y sus derivados mantienen una importancia relevante en la alimentación familiar, pues dentro de la composición de la canasta básica de consumo, es el principal alimento y el más importante entre los cereales, aporta prácticamente con la mitad del total de los cereales que se consumen en la dieta diaria, siendo de esta manera la principal fuente de calorías para los habitantes de la región (Chuquitarco, 2015).

Por lo que es de trascendental importancia, conocer el comportamiento agronómico de líneas promisoras y variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum L.*) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Graja Experimental Laguacoto III-UEB, para entregar a la comunidad agrícola productos sustentables en el tiempo, tomando conciencia que adicional la falta de calidad del cereal, no existen mercados locales que contribuya al mejoramiento de la economía social y agrícola.

Además, el proceso de investigación científica busca evaluar las diferentes enfermedades que presentan los cultivos en la zona agroecológica en estudio, desde los diferentes componentes de la ciencia, y de esta manera identificar el potencial productivo evidenciando un trabajo sustentado en biotecnología vegetal, como por ejemplo en variedades de trigo con la finalidad de mejorar la resistencia a las plagas, a la sequía y a otros factores ambientes indeseables para los cultivos. Caso particular el presente proceso investigativo de cuatro líneas promisoras y una variedad de trigo cuyo propósito se sintetiza en ayudar a las plantas a adaptarse al cambio climático a través de la lucha contra enfermedades.

Los objetivos específicos que se plantearon fueron:

1. Determinar las características agronómicas de las cinco accesiones de trigo.
2. Valorar las diferentes enfermedades que presente el cultivo en la zona agroecológica de la Granja Experimental Laguacoto III.
3. Identificar el potencial productivo de las accesiones de trigo para la zona agroecológica en estudio.

1.2. PROBLEMA

La producción de trigo en la Provincia Bolívar, se realiza de manera empírica con la utilización de químicos no adecuados para la producción y la fertilidad del suelo, adicional la falta de generación de nuevas semillas que sean aptas para la diversidad de climas con que cuenta la zona productiva.

El productor desconoce la tecnología adecuada de la siembra, tratamiento, cosecha y post cosecha del cereal, y el poco interés de utilizar semillas que de acuerdo a las investigaciones son aptas para la zona agroecológica. Desde el punto de vista cultural el agricultor se empeña por sembrar variedades de trigo que en el transcurrir del tiempo van perdiendo su potencial productivo, esto por falta de sensibilización sobre variedades mejoradas que garantizan su aceptación en los mercados locales y nacionales.

El comportamiento agronómico de las cuatro líneas promisoras y la variedad mejorada de trigo no es igual bajo las condiciones agroecológicas de la Granja Experimental Laguacoto III, lo que genera mayor incidencia de plagas y enfermedades que ataca a los cultivos y reduce el potencial productivo.

En tal sentido es importante que exista un empoderamiento paulatino sobre la contribución de investigaciones de INIAP, La Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, lo que permite focalizar de mejor manera el grado de comportamiento de líneas promisoras.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen e importancia del trigo

Los estudios genéticos, botánicos, arqueológicos, entre otros, permiten ubicar el auténtico origen del trigo entre el norte de Persia y el norte de Siria, gracias a las relaciones que existen entre sus diversos tipos parentales. Hoy en día las técnicas de biología molecular son una herramienta eficaz para afinar el conocimiento del origen de las plantas cultivadas y de los caracteres que le permitieron su domesticación.

Desde la antigüedad el trigo ha sido muy importante en la alimentación humana. El nacimiento de la agricultura en el área del cercano oriente está íntimamente relacionado a la domesticación del trigo y la cebada. Esta importancia se ha mantenido hasta el presente constituyendo uno de los cultivos de mayor producción representando un tercio de la producción mundial de cereales. Se cultivan dos tipos de trigo en el mundo: el trigo blando o harinero (*Triticum aestivum*) y el trigo duro (*Triticum turgidum*), usados para la fabricación de pan en el caso del trigo harinero y pasta en el caso del trigo duro (Ramírez Vázquez et al, 2017).

En Ecuador, el trigo (*Triticum aestivum L.*) constituye un cereal de gran relevancia social, sobre todo en lo que se refiere a Seguridad Alimentaria; por lo que, su consumo se ha incrementado notablemente como efecto del rápido crecimiento de la población, cambios en los hábitos de consumo y precios relativamente bajos de sus derivados, considerando que el 70 % de los agricultores siembran superficies menores a 1 ha y el producto es destinado a la subsistencia de los sectores de la región interandina (Fernandes, 2014).

2.2. Desarrollo del trigo en el Ecuador

El cultivo de trigo fue introducido a nuestro país en la época de la colonia, desde entonces se constituyó en uno de los más importantes y difundidos en la agricultura de la región interandina. La investigación en trigo inició en 1956, por parte de la

Comisión Nacional de Trigo generando las primeras variedades mejoradas. En 1962 se crea el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en donde a través del programa de cereales de la estación experimental Santa Catalina que es la institución encargada de generar y desarrollar nuevas variedades de trigo, mejoradas en rendimiento, adaptación y resistencia a enfermedades que afectan al cultivo (Liseth, 2016).

Según el INIAP, la renovación de variedades, es un proceso necesario que busca generar nuevas variedades, con características de resistencia a enfermedades, mayores rendimientos y que se adapten a las diferentes condiciones agroecológicas del Ecuador. La información correspondiente a cinco de las mencionadas variedades que el INIAP ha generado y que a decir de ellos presentan características de resistencia a royas, alto rendimiento y calidad industrial (Soto F. et al., 2009).

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado. Es considerado un alimento básico para el consumo humano. La propiedad más importante del trigo es la capacidad de su harina para formar pan voluminoso, debido a la elasticidad del gluten que contiene. El trigo se cultiva en todo el mundo siendo la principal área de cultivo la zona templada del hemisferio norte (Molina, n.d.).

2.3. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Triticum

Especie: aestivum

Nombre científico - *Triticum aestivum L.*

Nombre común – trigo harinero

2.4. Características botánicas del trigo

2.4.1. Sistema radicular

En muchas especies de plantas, especialmente en las monocotiledóneas, la raíz primaria no se convierte en la principal de la planta, sino que deja de crecer y las funciones de sostén y absorción son desempeñadas por numerosas raíces adventicias que se desarrollan en la base del tallo. De ahí resulta lo que se conoce como sistema radicular fibroso o fasciculado característico del trigo (*Triticum aestivum L.*) y otras gramíneas (Mayta et al., 2014).

El trigo presenta raíces fasciculadas, las primeras son embrionales y provienen de la germinación, su función es colaborar en las primeras fases del desarrollo de la planta. El sistema de raíces secundarias, permanentes o adventicias nacen del primer nudo del tallo a partir del ahijamiento y que formarán el sistema radicular definitivo, estas raíces forman un sistema radicular fasciculado, su desarrollo puede ser variable debido a variedad y condiciones del suelo (Louwagie et al., 2012).

2.4.2. Tallo

Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de ahijamiento, este tallo presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos. Los tallos del trigo son rectos y presentan una estructura de caña, es decir están huecos en su interior excepto en los nudos, cuyo crecimiento no es apical (M. C. A. Rodrigo, 2013).

2.4.3. Hojas

La hoja se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas. La hoja tiene una longitud que varía de 15 a 25 cm y de 0,5 a 1 cm de ancho. El número de hojas varía de 4 a 6 cm y en cada nudo nace una hoja. El limbo de la hoja tiene forma de lámina triangular alargada paralelinervia y borde entero liso y la vaina es abrazadora respecto del tallo o caña (Montenegro, 2012).

2.4.4. Inflorescencia

Una inflorescencia es terminal y única para cada tallo y forma una espiga compuesta. El raquis es un nudo sinuoso con nudos muy cortos, de cada uno de los cuales nacen las espiguillas dispuestas alternadamente sobre aquel. Cada espiguilla está formada por un grupo de 2 a 6 flores hasta 7 ensartadas en un eje más corto llamado raquilla y cubierta por dos grandes escamas o glumas no todas las flores de las espiguillas fértiles, las espiguillas de la parte media desarrollan los mejores granos. Planta monoica de flores hermafroditas y autogama. Algunas veces se observan espiguillas abortados en la base (esterilidad basal) y vértice de las espigas (Chuquitarco, 2015).

2.4.5. Estado lechoso del grano

Cuando el grano está apretado, una solución lechosa se desprende, estadio de madurez acuosa: los primeros granos han alcanzado la mitad de su tamaño final, grano lechoso temprano, grano lechoso medio: contenido del grano lechoso, granos, de tamaño final, verdes todavía, grano lechoso tardío (AgroEs, 2013).

2.4.6. Estado pastoso del grano

Cuando se aprieta, el grano todavía se deforma ligeramente, pero no se desprende líquido. El rendimiento está casi listo, pero la escasez de agua seguirá reduciendo el tamaño de grano y el rendimiento (Montenegro, 2012).

2.4.7. Madurez

Aproximadamente 10 a 15 días antes de la cosecha las espigas, hojas y tallos comienzan a virar al color amarillento, lo que es índice de que la planta ha completado su madurez fisiológica, es decir que el grano se encuentra en estado de pasta semidura con alrededor de 40% de humedad. Pasado ese momento y cuando el grano tiene entre 30 y 35% de humedad (alrededor de 1 semana antes de la cosecha), el productor puede comenzar a extraer muestras representativas cortando entre 300 y 400 espigas al azar recorriendo todo el lote (Cuniberti, 2011).

En madurez fisiológica el grano completó su total desarrollo y llenado, la proteína ya se ha formado y la calidad del trigo está definida no necesitando nutrirse de la

planta, por lo que comienza a perder humedad progresivamente hasta llegar a la humedad comercial o de cosecha. Los días necesarios para lograr la madurez comercial están influenciados por las condiciones ambientales de cada año y por el aspecto varietal (Cuniberti, 2011).

2.5. Ciclo del cultivo

2.5.1. Fases de desarrollo según la escala de Zadoks

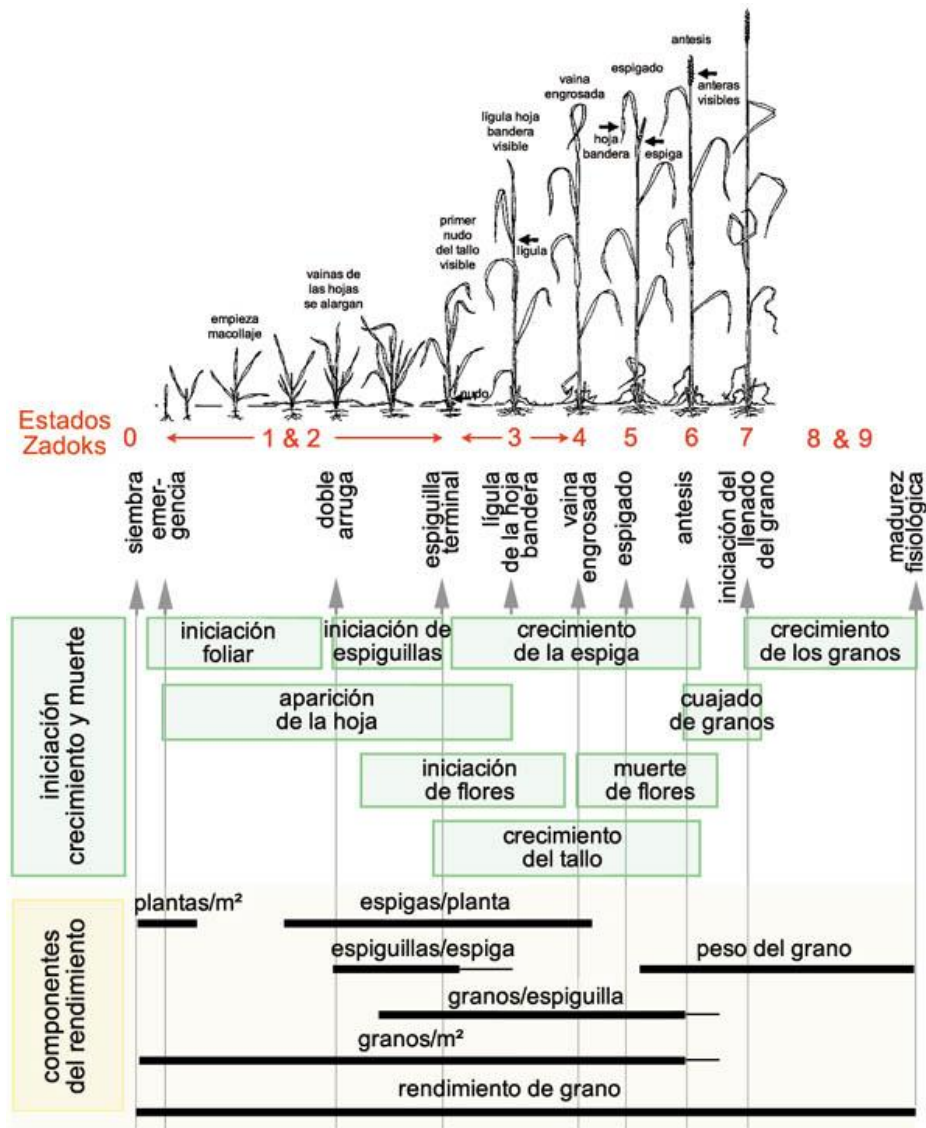
El desarrollo del trigo es un proceso complejo en el que diferentes órganos crecen, se desarrollan y mueren, siguiendo una secuencia que a veces se superpone; las fases de la escala de Zadoks describen lo que puede ser observado a simple vista, esta escala tiene 10 fases principales numeradas de 0 a 9, esta descripción es necesaria para saber en qué estadio está el cultivo, sin embargo, también se puede observar el cultivo en detalle usando las sub-fases de 1 a 9.

2.5.2. Siembra

Escala de Zadoks

Escala de Zadoks	Descripción
Z1.0	La semilla germina, el coleóptilo emergido alcanza la superficie del suelo
Z1.3 Z2.1	El cultivo tiene 3 hojas en el tallo principal; aparece el primer macollo
Z3.1	Primer nudo perceptible inicio de encañado
Z3.9	Hoja bandera totalmente emergida
Z5.5	El 50% de la espiga es visible.
Z6.0	Toda la espiga es visible
Z9.9	Madurez de cosecha

Escala gráfica de Zadoks: Etapas del desarrollo del cultivo:



2.5.3. Germinación

La facultad germinativa del trigo se mantiene durante un periodo de cuatro a diez años, aunque prácticamente la duración del periodo de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que disminuye la capacidad germinativa. El trigo germina desde los 3 ó 4 grados centígrados hasta los 30 o 32 grados centígrados. La temperatura óptima de germinación es de 20 a 25 grados. Así mismo se estima que la germinación es óptima cuando la capacidad de campo comprende entre un 60 y un 80% de su capacidad de campo.

A las condiciones de temperatura deben unirse las condiciones de aireación y de humedad. Debido a estas variables la duración de la germinación varía, podemos decir que es, por lo menos, de ocho a diez, y, corrientemente, es de doce a quince días y de veinte en zonas frías. Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el periodo de germinación (M. C. A. Rodrigo, 2013).

2.5.4. Ahijamiento

El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos. Pero durante un largo periodo, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo dando lugar a raíces adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios hacia arriba llamados "hijos"; se dice entonces que el trigo "ahija" o "amacolla", denominándose "padre" a la planta principal que salió del grano, "hijos" a las secundarias y siguientes y "macolla" al conjunto de todas ellas. La experiencia nos indica que el macollamiento se cumple de 30 a 50 días, según la altitud de siembra (Liseth, 2016).

2.5.5. Encañado

El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos, alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas.

La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente que las cañas gruesas se den en variedades de poco ahijamiento (Liseth, 2016).

La caña sigue alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene

relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas.

La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente que las cañas gruesas se den en variedades de poco ahijamiento. Las variedades de caña gruesa no siempre son más resistentes al encamado (Ledesma, 2022).

2.5.6. Espigado

El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante (Ledesma, 2022).

El periodo de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando. La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante (Terán, n.d.).

2.5.7. Maduración

La floración ocurre 4 a 5 días después de la espigazón. En cambio, el período de llenado de grano varía de acuerdo al clima. Típicamente es de 30 días en ambientes con estrés severo; y puede exceder los 50 días en ambientes de alto rendimiento y sin estrés. El periodo de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando

el grano su color definitivo. A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su "madurez completa". Por último, se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis (Patricio, 2017).

2.6. Requerimientos del cultivo

2.6.1. Suelo

El suelo es un recurso natural, y sistema dinámico complejo, en el que se efectúan procesos que involucran componentes físicos, químicos, e incluso componentes vivos. El trigo es cultivado en una amplia gama de suelos desde el nivel del mar hasta los 3000 metros; requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular (Vicente & Londo, 2011).

En cuanto al manejo de suelo para el establecimiento del cultivo será necesario efectuar una labranza que permita mullir el suelo manejando adecuadamente los rastros y evitando la erosión. Los nuevos sistemas de labranza reconocen la importancia de dejar los residuos sobre el suelo conservando la humedad (Manangón, 2014).

Cuando algún elemento presenta un nivel deficiente en el suelo, es posible aumentar la dosis usada normalmente en la fertilización de siembra, contribuyendo a corregir en parte la deficiencia y aumentar la disponibilidad del nutriente para el desarrollo del cultivo. Esta práctica debe realizarse durante varios años y en todos los cultivos de la rotación, hasta que el análisis de suelo indique que se ha logrado un nivel de disponibilidad aceptable para el elemento que se quería corregir.

En suelos de textura franco arenosa, el N debe ser parcializado al menos en dos aplicaciones, evitando las pérdidas generadas por lixiviación y volatilización. Los demás elementos presentan mayor estabilidad en el suelo una vez que son aplicados, por lo que se puede utilizar una sola vez en pre-siembra, incorporados con la última labor de rastra o al momento de la siembra (E. Rodrigo et al, n.d.).

En términos nutricionales el cultivo de trigo se caracteriza por su alto requerimiento de N y K, además de otros nutrientes esenciales como P, S y Ca. En general, el N y

K representan cerca del 80% del total de los nutrientes en las plantas de trigo, el P, S, Ca y el Mg en conjunto constituyen el 19%, mientras que el total de los micronutrientes constituyen menos del 1% (Molina, n.d.).

En relación al N, las plantas de trigo absorben este nutriente como ion nitrato o como ion amonio. La forma en que ocurre la translocación de este elemento depende de la fuente del N absorbido y del metabolismo de la raíz. El N absorbido es transportado por el xilema hacia las hojas como ion nitrato, o puede ser reducido en las raíces y transportado en forma orgánica como aminoácidos o amidas. Al respecto, gran parte del amonio absorbido tiene que ser incorporado en compuestos orgánicos en las raíces (CIMMYT, 2021).

A nivel de floema, el N es un nutriente móvil, por lo cual, en condiciones de deficiencia de este elemento, puede ser traslocado desde las hojas viejas a las más jóvenes, y posteriormente traslocado desde allí a los granos en desarrollo. Las principales formas orgánicas de N en la savia del floema son amidas, aminoácidos y ureidos. Los iones nitrato y amonio no están presentes en esta savia, sino principalmente en el xilema.

El N en el cultivo de trigo es el mayor componente de proteínas, aminoácidos, enzimas y del ácido nucleico. Forma parte también del grano maduro, principalmente como proteínas concentradas en el endospermo, que es la parte que compone la harina (Molina, n.d.).

La deficiencia de N en las plantas reduce notoriamente la tasa de crecimiento. En el caso de los cereales, el macollaje es pobre y el área foliar es pequeña; el número de espigas por unidad de área junto con el número de granos por espiga son reducidos. Como este nutriente es un componente de la clorofila, su deficiencia se visualiza como un amarillamiento o clorosis generalizada de las hojas, apareciendo primero en las hojas basales mientras que las superiores permanecen verdes.

En casos de deficiencia severa se manifiesta una clorosis generalizada en toda la planta, finalmente disminuye el rendimiento del cultivo y el contenido de proteínas del grano, los excesos de N son menos evidentes que su deficiencia, ellos incluyen crecimiento vegetativo prolongado, coloración verde oscuro en el follaje, aumento

en la susceptibilidad de la planta al ataque de fitopatógenos y un retraso de la madurez del cultivo (Molina, n.d.).

El N es quizá el elemento más importante en el desarrollo de los cultivos, cuando existe deficiencia de N la producción se reduce sensiblemente. Por esta razón, es necesario determinar el aporte de N del suelo para luego establecer la dosis a aplicarse como fertilizante. Esto se logra mediante la técnica de las parcelas de omisión. De otra parte, el estado nutricional del cultivo está relacionado con el contenido en clorofila y la concentración de N en la hoja. El uso de medidores de clorofila permite estimar el estatus de N en la planta para afinar las recomendaciones de fertilización nitrogenada (Garófalo, 2018).

El crecimiento vegetativo y la necesidad de suplementar nutrientes varía con el tipo de suelo, condiciones ambientales, cultivo y manejo; sin embargo, estas diferencias en el suelo y el clima no pueden ser detectadas en su totalidad por las herramientas de diagnóstico de uso común como el análisis químico de suelos y plantas. Esto es particularmente cierto con el N, nutriente muy dinámico en el suelo. Frente a esta situación surge una metodología denominada Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE), que es un enfoque de manejo que considera el requerimiento total de nutrientes del cultivo y el suplemento de nutrientes nativos del suelo en un ambiente determinado. Con esta información se puede determinar la dosis que suministre la diferencia entre el requerimiento total de un nutriente del cultivo y lo que pueda entregar el suelo. Este es un diagnóstico basado en la planta y es sensible a los efectos ambientales en el rendimiento que no pueden ser detectados por el análisis químico de suelos. De esta forma se obtienen recomendaciones de fertilización que logran acumular mayor cantidad de grano por unidad de nutriente utilizado (Garófalo, 2018).

La concentración de P en la planta de trigo disminuye con el proceso de madurez, pudiendo oscilar entre 0,23 y 0,30% en el estado de plena macolla, y disminuir a valores entre 0,12 y 0,18% al estado de madurez de cosecha (Molina, n.d.).

Respecto al manejo nutricional del cultivo de trigo, se debe considerar que cuanto mayor sea el nivel de rendimiento, mayor será también la necesidad de nutrientes por el cultivo. Sin embargo, en el caso del cultivo de trigo es fundamental considerar

también el cultivar (variedad comercial) y el hábito de crecimiento. En relación al cultivar se observan diferencias en la acumulación de proteínas del grano, indicando así variaciones en la necesidad de N de la planta. Cada cultivar presenta una base genética única, que le otorga atributos exclusivos respecto a rendimiento, potencial y calidad del grano (Molina, n.d.).

Respecto al hábito de crecimiento, en general los cultivares de hábito invernal generan mayores extracciones totales de nutrientes que aquellos de hábito primaveral, principalmente por su mayor permanencia en el suelo. Otros factores que afectan la variabilidad en las necesidades nutricionales del cultivo de trigo son las propiedades físico-químicas del suelo, condiciones climáticas, y el manejo agronómico, se esta forma, un mismo cultivar de trigo sembrado en diferentes sitios presentará también diferentes necesidades nutricionales para iguales niveles de rendimiento. Por tanto, para definir las cantidades de nutrientes a aplicar en este cultivo y en otros cultivos, se deben considerar los factores que influyen en sus necesidades nutricionales (Molina, n.d.).

2.6.2. Temperatura

El trigo se cultiva principalmente en zonas templadas. Sin embargo, las plantas pueden crecer en áreas con altas temperaturas a condiciones que no haya alta humedad. La temperatura en que se cultiva en el Ecuador está ubicada entre rangos de 8 a 18 ° C. El trigo germina a 0 °C, sin embargo, no se puede señalar esta temperatura como la aconsejada como tampoco la de 40 °C que es la extrema. La temperatura más adecuada para el cultivo de trigo va de los 10 a los 20 °C pudiendo notarse que las temperaturas de 16 a 19 °C son las mejores.

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del trigo está entre 10 y 24 °C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. La integral térmica del trigo es muy variable según la variedad de que se trate. Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1 850 °C y 2 375 °C (Totoy, 2015).

Con el objetivo de establecer la influencia que ejerce la temperatura sobre la duración de las diferentes fases fenológicas y estas sobre el rendimiento, se estudiaron 403 líneas de trigo, de ellas 107 harinero *g* y 296 de triticale (X *Triticum secale* Wittmack), procedentes del CYMMYT, en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a 138 msnm. La siembra se efectuó en diciembre de 2001, a excepción de 44 líneas de trigo harinero que además se sembraron en enero de 2002. Se evaluó la duración en días de cada una de las siguientes fases: emergencia, ahijamiento, primer nudo, hoja bandera, espigamiento, floración, madurez fisiológica y cosecha (CIMMYT, 2021).

2.6.3. Necesidades de agua

El cultivo trigo puede desarrollarse bien con 300 o 400 mm, siempre que la distribución sea adecuada. Comúnmente se cultiva en regiones de 400 a 750 mm anuales, aunque existen cultivos en regiones con precipitaciones de hasta casi 3000 mm. La floración es uno de los períodos de mayor sensibilidad a la falta de agua (Manangón, 2014).

2.6.4. Fertilización

La fertilización en trigo es clave no solo para el aumento de los rendimientos, sino también para mejorar su calidad industrial y comercial. Es el cultivo extensivo más indicativo de las deficiencias de fertilidad de los suelos y del que se posee más tradición y experiencia sobre el tema. Un análisis químico de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, para nuestro medio las recomendaciones generales en el caso del trigo son: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P₂O₅), 40 kg de Potasio (K₂O) y 20 kg de azufre por hectárea. Es necesario indicar que la úrea y otros fertilizantes nitrogenados, no deben ser aplicados cuando el suelo se encuentra seco o cuando se encuentren próximas las precipitaciones fuertes porque se pierden por evaporación los nutrientes aplicados y las plantas no lo aprovechan (Rivera, 2020).

2.6.5. Función nutricional de macro y micro elementos

Los nutrientes esenciales para el trigo son los mismos que se conocen para la mayoría de plantas cultivadas (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cl, B, Cu, y Zn) algunos

de ellos son proporcionados de manera suficiente por el suelo, la atmósfera o el agua de riego, no obstante, otros deberían ser considerados regularmente en la fertilización de este cereal. A continuación los nutrientes y sus Funciones en las plantas según (Molina, n.d.).

2.6.5.1. Nitrógeno

Las principales fuentes de nitrógeno para las plantas son la materia orgánica del suelo y el nitrógeno añadido con los fertilizantes. Las plantas toman preferentemente el nitrógeno en forma nítrica, pero, aunque en bastante menos proporción, pueden tomarlo en forma amoniacal. Los fertilizantes nitrogenados de forma nítrica se usarán cuando se encuentre avanzado el estado de cultivo, ya que, al no ser el ion NO_3 retenido por los suelos, puede lavarse con lluvias abundantes. El nitrógeno estimula la vegetación y la macolla y enriquece los granos de gluten, por lo que mejoran en calidad. - La escasez de nitrógeno hace que las plantas tomen un color verde pálido, que el crecimiento sea lento y que la planta se endurezca. Un exceso de nitrógeno prolonga el ciclo vegetativo de la planta (Rivera, 2020).

La deficiencia reduce la expansión foliar, provoca prematura senescencia y afecta la tasa fotosintética, ocasionando una menor producción de materia seca y grano (Fernandes, 2014).

2.6.5.2. Fósforo

Si el contenido, de (P_2O_5) , se encuentra entre 5 y 15, se puede rebajar de un 30 a un 40% del fósforo que se ha indicado como necesario. Si el contenido es normal se puede eliminar todo el fósforo. El fósforo comienza a hacerse disponible a las plantas a partir de pH 6. La máxima disponibilidad se encuentra entre 6,5 y 7,5. A partir de un pH 8, la disponibilidad disminuye rápidamente. En otro aspecto, con pH superior a 8, se produce el fenómeno de "retrogradación", por el cual una parte del fósforo disponible, de ser soluble al agua y a los ácidos débiles, pasa a insoluble, y, por consiguiente, no disponible para la cosecha.

A principio de la vida vegetativa del trigo, el fósforo favorece mucho el desarrollo de las hojas, que se encuentran más enderezadas, y beneficia también notablemente el desarrollo radicular. El fósforo es un correctivo del nitrógeno en el sentido de

que da más rigidez a la planta, También resiste las heladas, así como el nitrógeno retrasa la maduración, el fósforo la anticipa (Rivera, 2020).

2.6.5.3. Calcio

El calcio es un elemento de muy baja movilidad interna, su papel más importante es de formar parte de la pared celular y mejorar la permeabilidad celular, así como la división y elongación celular y activa los meristemos para el crecimiento radicular (Manangón, 2014).

2.6.5.4. Magnesio

El Magnesio es un elemento sumamente móvil dentro de la planta, es constituyente básico de la molécula de clorofila, que confiere autonomía autotrófica a los organismos vegetales. Participa activamente en el metabolismo de los carbohidratos activándolos enzimáticamente. Participa junto con el azufre y el fósforo en la síntesis de aceite en las plantas oleaginosa (Manangón, 2014).

2.6.5.5. Azufre

Las plantas absorben azufre del suelo en forma oxidada, como sulfato (SO_4)-2, también pueden absorber azufre gaseoso vía foliar directamente de la atmósfera como dióxido de azufre (SO_2). Algunos aminoácidos como cisteína y metionina pueden ser absorbidos por las plantas derivadas de la humificación de la materia orgánica del suelo. Las funciones del azufre dentro de las plantas son principalmente estructurales formando parte de proteínas, el azufre puede establecer puentes disulfuro (S-S) que ayudan a los enlaces peptídicos (HN-CO) a estabilizar la estructura de las proteínas. Otras funciones del azufre están ligadas a compuestos enzimáticos, síntesis de clorofila y formación de compuestos volátiles e irritantes como los de la familia de las liliáceas (cebolla, ajo) (Soto F. et al., 2009).

2.6.5.6. Hierro

Se necesita como catalizador de reacciones enzimáticas, participa en la síntesis de clorofila y de proteínas, y en diversas reacciones de reducción y oxidación. El Fe es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como un transportador del oxígeno, también ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos que actúan en los

procesos de respiración. La deficiencia de Fe puede ser causada por un desbalance con otros metales como Mo, Cu o Mn, también puede influir un exceso de P en el suelo, niveles bajos de materia orgánica en el suelo (Naturales & Ambiente, 2011).

2.6.5.7. Manganeso

Es esencial para el metabolismo del Nitrógeno y en la respiración, en los que actúa como activador enzimático. Actúa como catalizador en las reacciones de liberación de oxígeno de la lisis del agua en la fase luminosa de la fotosíntesis. Es un elemento predominante en las hojas activas y tiene poca movilidad. El Manganeso es absorbido en las plantas de forma de ion reducido (Mn^{+2}), bivalente intercambiable (Soto F. et al, 2009).

2.6.5.8. Cobre

Este elemento participa en reacciones de oxidación y reducción, en la síntesis de vitamina A y en mecanismos enzimáticos, donde el cobre es absorbido como ión cúprico (Cu^{+2}) o cuproso $Cu(OH)^{+1}$ o como parte de complejos orgánicos, pero en muy bajas cantidades. Las fuentes más importantes de Cobre en el suelo es la calcopirita (S_2CuFe), de donde se originan los sulfuros de cobre en el suelo. También el suelo se enriquece en Cobre procedente de la materia orgánica, por descomposición microbiana (Louwagie et al, 2012).

2.6.5.9. Zinc

El Zinc participa en diversos mecanismos enzimáticos y en la estabilidad de iones metálicos ligados a su estructura. También participa en la biosíntesis de auxina “ácido indolil-3-acético” (AIA) muy importante en el ciclo de crecimiento de las plantas. El Zinc es absorbido en forma de ion divalente (Zn^{+2}) intercambiable en el suelo. Se encuentra en el suelo formando sales de sulfato, carbonato, sulfuro, fosfato, entre otras. El carbonato y el sulfuro de cinc son solubilizados a pH bajos y puestos a disposición de las plantas (Molina, n.d.).

2.6.5.10. Boro

El Boro es esencial para la germinación de los granos de polen, el crecimiento del tubo polínico y para la formación de semillas, además tiene un importante constituyente de la pared celular.

Debido a que el Boro no se transloca al crecimiento nuevo, los síntomas de deficiencia generalmente aparecen primero en las hojas jóvenes, otro síntoma de deficiencia es la detención en el crecimiento de las plantas. La respuesta de los cultivos a la fertilización es muy variada siendo los cereales los que menos responden, existe un estrecho rango entre la deficiencia de Boro y la toxicidad por lo cual los fertilizantes que contengan este nutriente deberán ser aplicados con sumo cuidado y uniformemente (Naturales & Ambiente, 2011).

El Boro interviene en el transporte de los azúcares en la planta, los cuales son transportados con mayor facilidad a través de las membranas celulares cuando se encuentran formando complejos con el Boro. Participa en la diferenciación y desarrollo celulares, el metabolismo del Nitrógeno, la absorción activa de sales, el metabolismo lipídico, el metabolismo del Fósforo, las relaciones hídricas y en la fotosíntesis. La disponibilidad de Boro en forma soluble está en dependencia del pH, puesto que el aumento de este hace que disminuya el Boro en forma disponible y viceversa (M. C. A. Rodrigo, 2013).

2.6.5.11. Molibdeno

El Molibdeno es el que se requiere en menor cantidad. Una de las funciones más importantes del Molibdeno en la planta es la de ser activador del nitrato reductasa, enzima que interviene en la reducción de nitratos. El molibdeno es absorbido en forma de molibdato (MoO_4)-2 y puede ser absorbido por las partículas de suelo en forma intercambiable y en forma no intercambiable, como constituyente de los minerales del suelo y de la materia orgánica (Soto F. et al, 2009).

2.6.5.12. Cloro

Interviene en las reacciones de la lisis del agua y en la fotosíntesis. Como activador facultativo forma parte de la clorofila, de la ATP-pirofosfatasa y de la citocromoxidasa, el Cloro es absorbido en forma de anión cloruro (Cl) y se

encuentra en los suelos en formas de cloruros de sodio (el más abundante), Calcio, Manganeso, Potasio y otros (Molina, n.d.).

2.6.6. Control de malezas

El control de malezas latifoliadas en trigo puede utilizarse Metsulfurón - metil (60 %) + Dicamba (48 %), con nombre comercial Misil I, con dosis 5 gramos cada 100 ml, y agregar surfactante no iónico 0.2 % v/v, aplicado cuando las malezas presentan 3 a 5 hojas y el cultivo de trigo, 3 hojas a encañazón (Ledesma, 2022).

Los métodos de eliminación de malezas incluyen control mecánico con herramientas, cultivadoras de hileras o con rastras flexibles y control químico con herbicidas, sin embargo, los agricultores experimentados utilizan también azadas manuales y rastras de conexiones flexibles entre los dientes para desmalezar, el rastreo tiene la ventaja de favorecer la aireación de la tierra (E. Rodrigo et al, n.d.).

2.6.7. Cosecha y almacenamiento

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), aproximadamente entre los 170 y 180 días. En pequeñas superficies la cosecha se la realiza en forma manual, empleando una hoz se corta y se forma gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas. La trilla generalmente se la realiza con trilladora estacionaria. Una vez realizadas las labores de limpieza, secado de grano y selección de semilla, el grano debe ser ensacado y almacenado en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación. Los sacos no deben estar en contacto directo con el suelo o junto a paredes ya que puede absorber humedad (Morales, 2015).

2.7. Plagas y enfermedades del cultivo del trigo

2.7.1. Plagas

En trigo, algunas especies de insectos tienen importancia porque provocan daños considerables cuando adquieren la condición de plaga, entre estas tenemos a los áfidos (pulgones), un número suficiente de estos insectos puede causar daños considerables cuando se alimentan, además pueden actuar como vectores de virus,

produciendo amarillamiento y enrollamiento de las hojas, manchas necróticas, favoreciendo la entrada de bacterias y hongos (Mayta et al., 2014) .

Otro de los insectos que causan daños a las plantas de trigo son las larvas de escarabajos conocidos como gallinas ciegas o “cutzos” (*Barotheus spp*), que pueden cortar parcial o totalmente las raíces de las plantas, esto provoca la aparición de grupos de plantas marchitas o muertas especialmente en la etapa de desarrollo, síntomas que podrían atribuirse a pudriciones de la raíz, es preciso examinar el suelo para detectar estas larvas (Mayta et al, 2014).

2.7.2. Enfermedades del trigo

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. Las enfermedades más importantes en la sierra del Ecuador son la Roya amarilla o lineal (*Puccinia striiformis*), Roya de la hoja (*Puccinia triticina*), Fusarium de la espiga (*Fusarium spp*) y carbón volador (*Ustilago tritici*). La roya amarilla o lineal es producida por el hongo (*Puccinia striiformis*) que aparece formando líneas amarillas paralelas a las nervaduras de las hojas, estas líneas están conformadas de pústulas producidas por el mismo hongo (Ledesma, 2022).

Varios factores han modificado el panorama e importancia de las enfermedades del trigo. Entre ellos, el crecimiento de la superficie bajo siembra directa sin rotaciones, los mayores niveles de fertilización utilizados, la difusión de variedades susceptibles, la variabilidad en las razas de los patógenos y el uso de semillas infectadas sin fiscalización ni aplicación de agroquímicos. La magnitud de las reducciones en el rendimiento que causan depende del estadio fenológico en el que se produce la enfermedad, el estado general del cultivo y de la intensidad de ataque.

Esta intensidad varía con el nivel de susceptibilidad de los cultivares, virulencia de las razas de los patógenos, condiciones ambientales, nivel de fertilidad, presencia de insectos, malezas y con la interacción con otras enfermedades asociadas, entre otros factores (Simón & Fleitas, 2019).

2.7.2.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*).

La roya estriada o amarilla ocasionada por el hongo (*Puccinia striiformis*). Es una enfermedad que afecta al cultivo de trigo principalmente en países como México, Ecuador, Chile, que siembran en lugares altos con temperaturas que oscilan entre 10 y 15° C, con una elevada humedad ambiental ocasionada por lluvia o rocío. Las epidemias severas ocurren con largos períodos de clima frío (Montenegro, 2012).

Se trata de hongos que ocasionan unas pústulas en las hojas y en las espigas de los cereales, esta contiene un gran número de esporas, que son transportadas por el viento, propagando la enfermedad. En las hojas, las pústulas alteran el metabolismo, con lo que el rendimiento disminuye.

La roya amarilla presenta pústulas (uredias) lineales paralelas a las nervaduras de color amarillo naranja, condiciones climáticas favorables temperatura: 10 – 15° c (óptimo) humedad relativa: superior al 80% epidemiología (Montenegro, 2012).

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

Síntomas característicos: Pequeñas pústulas pulverulentas de color anaranjado en las hojas. Época de aparición de los síntomas: Macollaje hasta espigazón. Patrón de distribución de los síntomas en el campo: Uniforme. Patrón de aparición de los síntomas en la planta: Uniforme Agente causal: Hongo, (*Puccinia recóndita*). Parásito no asociado a restos de cultivo. Dispersión por medio del viento. Condiciones ambientales predisponentes para el establecimiento de la enfermedad (infecciones primarias): Temperaturas de alrededor de 20° C y formación de rocío durante varias horas. Condiciones ambientales predisponentes para la dispersión de la enfermedad (infecciones secundarias) (Terán, n.d.).

2.7.2.3. Roya del tallo (*Puccinia Graminis*).

La roya del tallo presenta pústulas (uredias) alargadas que rompen la epidermis del tallo para presentar masas de esporas de color café oscuro a café rojizo. Puede presentarse en el tallo y hojas de la planta. Las condiciones climáticas favorables temperatura: 22– 25° C (óptimo) humedad relativa: superior al 80% epidemiología, la enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que son transportadas por el viento. Estas esporas pueden movilizarse varios kilómetros (Montenegro, 2012).

2.7.2.4. Fusarium de la espiga (*Fusarium spp*).

Las espigas se tornan de color amarillo (como si hubieran madurado), posteriormente se observa masas de conidios de color amarillo, rosado o violeta oscuro a lo largo de las glumas, posteriormente puede observarse puntos negros que corresponden a los peritecios.

Condiciones climáticas favorables humedad relativa: 80 % -90% Temperatura: 25-28° C necesita de anteras expuestas para penetrar e iniciar la infección. Epidemiología los principales tipos de inóculo son: ascosporas, conidias y micelio las conidias son liberadas por medio de agua libre sobre las espigas infectadas para ser transportadas a corta distancia por salpicadura. Las ascosporas son transportadas a grandes distancias por medio del viento, son una importante fuente de inóculo los rastrojos que han sido colonizados saprofiticamente (Montenegro, 2012).

2.7.2.5. Virus BYDV.

Tiene una distribución amplia y frecuencia de aparición. Se ha registrado en todos los continentes con disminuciones en el rendimiento de hasta 63%. En Latinoamérica se detectó en México, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Paraguay, Perú y Uruguay. Fue detectado por primera vez en Argentina en el área central de Córdoba con pérdidas de más del 60%

Síntomas, signos y daños: el virus afecta el citoplasma y núcleo de las células del floema que frecuentemente se necrosa, inhibe la translocación y hace que el crecimiento de la planta sea más lento, produce la pérdida de clorofila lo que origina clorosis y enanismo, ya que los entrenudos no se alargan, pudiendo no aparecer las espigas y puede incluso inhibir la formación de la raíz. Las hojas se decoloran desde el ápice a la base y pueden aparecer coloraciones púrpuras (Simón & Fleitas, 2019).

2.7.3. Parámetros de calidad

La calidad de los granos es fundamental para lograr buenos resultados económicos, es necesario tomar medidas para que el producto tenga buena aceptación, al contexto se tomarán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Que los granos estén libres de impurezas, dañados o quebrados

- Humedad no mayor de 14%
- Que la variedad específica no se mezcle con otras.
- Que los granos sean de un tamaño uniforme
- Granos libres de enfermedades.

La calidad del grano de una variedad está determinada, principalmente por características genéticas, pero también es altamente influenciada por factores ambientales. Un factor fundamental para asegurar la obtención de un grano de buena calidad está asociado al manejo agronómico y principalmente por el manejo de la fertilización nitrogenada (Manangón, 2014).

Los parámetros requeridos por la industria molinera nacional, se basa en un grano con 13% de humedad, con un 2% de impureza y un peso hectolítrico de 74 kg/hl. El precio del quintal de trigo se ve afectado cuando los valores de los parámetros de calidad se encuentren en los siguientes rangos: humedad entre 14 a 15% o más, impurezas: entre 2 a 5% o más y peso hectolítrico: 74 kg/hl o menos (Molina, n.d.).

2.7.4. Peso hectolítrico

Corresponde al peso, en kilos, de un hectolitro de trigo limpio; es decir la cantidad equivalente en kilos de un volumen de cien litros. Un buen peso hectolítrico puede ser un indicador de un manejo adecuado. Problemas sanitarios como pudriciones radiculares o fuertes ataques de enfermedades a nivel de la espiga afectarán esta característica, las lluvias cuando el grano está en madurez de cosecha puede hacer disminuir estos valores, por lo tanto la cosecha oportuna es de suma importancia (Quiñones, 2007).

La determinación de la eficiencia del uso de N como parámetro para evaluar de distinta forma el uso por el cultivo de la aplicación de N vía fertilizante, ha sido agrupada o clasificada en diferentes parámetros de eficiencia: eficiencia agronómica (EA), eficiencia fisiológica (EF), eficiencia agrofisiológica (EAF), eficiencia de recuperación evidente (ERE) y eficiencia de utilización (EU) (Quiñones, 2007).

La eficiencia agronómica presentó diferencias entre cultivares, donde el valor más alto registrado de acuerdo a resultados obtenidos en investigaciones realizadas corresponde al cultivar Tukan, que en base a una fertilización de 180 u N presentó un aumento de 50 kg de grano por cada kg de N agregado. Con una menor magnitud en comparación al cultivar Tukan se encuentran los cultivares Castaño colorado, Rupanco y Dollinco que presentaron una eficiencia agronómica cercana a 6,5 kg kg⁻¹. El cultivar Kumpa obtuvo una eficiencia agronómica de 4,8 kg kg⁻¹ (Quiñones, 2007).

Es uno de los criterios más ampliamente usados para determinar la calidad del trigo. Esta prueba da una idea del contenido de humedad, porcentaje de impurezas y rendimiento en potencia de harina de trigo cuanto mayor es este valor, mejor es el rendimiento de la molienda. El peso hectolítrico se ve afectado por la gravedad específica individual de los granos (trigos con una gravedad específica alta tienen también un peso hectolítrico alto) (Quispe, 2015).

Corresponde al peso, en kilos, de un hectolitro de trigo limpio; es decir la cantidad equivalente en kilos de un volumen de cien litros, por lo que es importante un buen peso hectolítrico puede ser un indicador de un manejo adecuado. Problemas sanitarios como pudriciones radiculares o fuertes ataques de enfermedades a nivel de la espiga afectarán esta característica. Las lluvias cuando el grano está en madurez de cosecha puede hacer disminuir estos valores, por lo tanto, la cosecha oportuna es de suma importancia (INIAP, n.d.).

El peso hectolítrico depende, fundamentalmente, de la densidad de las materias que componen el grano, que es característica de cada variedad, pero también depende de otras variables como son la humedad, contenido en impurezas, uniformidad de los granos y condiciones en que se haya realizado la maduración. Es la cantidad de grano que cabe en un hectolitro y es muy importante para la comercialización de granos, porque traduce la cantidad de materia seca de grano que hay en un volumen determinado (Tacle, 2008).

El peso hectolítrico es un parámetro que está directamente relacionado con el potencial de extracción de harina en el proceso de molienda. Esta relación se manifiesta de manera significativa cuando se comparan muestras de trigo que

contrastan ampliamente en sus pesos hectolítricos (diferencias de 4 kg/hl o más), ya que seguramente los menores tienen una aptitud molinera deficiente. El peso hectolítrico alcanzable por una variedad depende significativamente de las condiciones ambientales y otros factores externos no controlables como sequía, temperaturas altas, en períodos de llenado y madurez de grano (Chuquitarco, 2015).

2.7.5. Calidad harina-panadera

Depende de la cantidad y calidad de las proteínas que logra acumular el grano de trigo, la glialina y la glutamina componen el esqueleto de las células del albumen y estas proteínas, al hidratarse forman el gluten: Glialina + glutamina + agua + sales minerales = gluten. La calidad de este gluten es la que da la fuerza o capacidad de obtener panes voluminosos y de textura esponjosa. El gluten malo es poco elástico y da panes de mala calidad (Carrera, 2005).

2.7.6. Variedades mejoradas de trigo

La variedad mejorada de trigo es un componente fundamental para lograr éxito en la producción, ya que ha sido desarrollada para alcanzar un comportamiento óptimo en cuanto a rendimiento, calidad industrial y resistencia a enfermedades. La zona comprometida cuenta con un grupo de variedades recomendadas, inscritas en el Registro Nacional de Variedades y sometidas a los controles oficiales en el proceso de producción de semillas. En ellas están representados los tres hábitos de desarrollo y precocidad, permitiendo al productor la elección de la que más se adapte a sus condiciones (Fornazzari, n.d.).

El INIAP ha generado nuevas variedades mejoradas de trigo que ha liberado en la última década 2000-2010, adaptadas a las condiciones agrícolas de la sierra del Ecuador. Entre ellas tenemos, INIAP-Vivar 2010, INIAP-San Jacinto 2010, e INIAP-Mirador 2010, que presentan características de resistencia a royas (amarilla y de hoja) con alto rendimiento y calidad industrial (Manangón, 2014).

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

próximamente. Durante estos últimos años estas dos variedades han sido utilizadas para ensayos de investigación para seguir evaluando sus características de rendimiento (Estrella, 2017).

2.7.7. Variedad de trigo Pizán

Esta variedad de trigo utilizada por agricultores de la localidad tiene como características principales una altura de planta alrededor de 1,00 m y la ausencia de arista o barbas en la espiga, condición denominada como Mutica (sin barbas). Al tener un crecimiento elevado de tallo los agricultores manifiestan que la variedad tiene problemas de tendadura en fase de espigado y cuando llueve mucho. Tiene un color de espiga y grano blanco, junto con la variedad Mutico azul 150 o “150” ha sido utilizada en programas de mejoramiento del INIAP, identificadas por los mismos como materiales “élites” utilizadas en cruzamientos (Soto F. et al., 2009).

2.7.8. Recomendaciones generales para el manejo del cultivo

El INIAP, a través de programa de cereales de la estación experimental Santa Catalina ha desarrollado un documento guía a disposición de los agricultores para que manejen adecuadamente el cultivo mejorando su producción y obteniendo un grano de calidad industrial (Ponce-Molina et al., 2020).

2.7.8.1. Selección del lote

El productor debe considerar los siguientes aspectos: No debe haber sido cultivado con ningún cereal en el ciclo o campaña anterior, debe ser un lote en donde anteriormente se haya cultivado papa, haba, chocho u otra leguminosa (Ponce-Molina et al., 2020).

2.7.8.2. Preparación del suelo

Debe realizarse con anticipación (dos meses antes de la siembra), solo así podremos garantizar que exista una adecuada descomposición de residuos, malezas, abonos orgánicos a incorporarse al lote. Una buena remoción del suelo ayudará a controlar las plagas que puedan existir en el terreno la preparación del terreno podría consistir en un pase de arado y dos pases de rastra (Louwagie et al., 2012).

2.7.8.3. Densidad de siembra

La recomendación del INIAP, varía de acuerdo al método de siembra utilizado por el agricultor. Si la siembra es manual al voleo, la cantidad recomendada es de 180 kg/ha. Si la siembra la realiza con máquina, se recomienda usar 150 kg/ha de semilla. Para la producción de trigo es necesario que la semilla que se emplee sea de buena calidad, de las categorías “*Registrada o Certificada*” con un porcentaje mínimo de germinación del 85%. La semilla debe estar desinfectada para controlar enfermedades que se transmiten por este medio (Soto F. et al., 2009).

2.7.8.4. Siembra

Debe realizarse tomando en cuenta la época lluviosa en la zona y que coincida la cosecha con la época seca para no tener pérdidas en calidad de grano. Al momento de realizar la siembra es indispensable que el suelo tenga una adecuada humedad para garantizar una buena germinación de la semilla. El método utilizado para la siembra es manual o “al voleo” y mecanizada (sembradora y boleadora). La profundidad de siembra es un aspecto muy importante a tomar en cuenta para garantizar una germinación uniforme. La profundidad de siembra no debe superar los 5 cm para evitar el ahogamiento y pérdida de la semilla (Manangón, 2014).

2.7.8.5. Fertilización

Debe ser basada en el análisis de suelo, de no disponer del análisis, la fertilización puede ser basada en la extracción de nutrientes del cultivo, es decir 80-60-40-20 kg/ha de N, P, K y S; lo cual se consigue con una aplicación de: 2 sacos (100 kg) de 11-52-00, 3 sacos (150 kg) de Sulpomag; o cuatro sacos (200 kg) de 10-30-10 más dos sacos (100 kg) de Sulpomag a la siembra y 3 sacos de urea al macollaje (30-45 días después de la siembra) (Quiñones, 2007).

2.7.8.6. Control de malezas

La mejor forma de controlar las malezas en el terreno es la preparación oportuna y adecuada del suelo antes de la siembra. Si en el lote se observa una gran cantidad de malezas gramíneas se recomienda aplicar glifosato en una dosis de 2 litros por hectárea, antes de la preparación del terreno (dos meses y medio antes de la siembra). Para controlar malezas de hoja ancha se puede aplicar el herbicida

Metsulfurón-metil al 60% (Ally o Matancha) en una dosis de 15 g/ha, a los 30 días después de la siembra (Falconí, 2014).

2.7.8.7. Control de enfermedades

Los fungicidas, son sustancias químicas que protegen a las plantas de la penetración y/o posterior desarrollo de hongos patógenos en sus tejidos, es una estrategia de manejo integrado y que ha demostrado ser efectiva para prevenir la aparición de enfermedades, y controlar las ya existentes; por lo que, deben ser aplicados cuando los valores de una determinada enfermedad alcancen el umbral de daño económico

Para la producción de trigo se recomienda al productor, en el caso de presentarse la roya amarilla y roya de la hoja la aplicación de Propiconazol 250 g/l (Tilt) en una dosis de 0,5l/ha aunque el control más útil y económico de estas enfermedades es el uso de variedades resistentes (Fernandes, 2014).

2.7.8.8. Cosecha

Los cereales se cosechan cuando los granos ya están maduros y contienen un cierto porcentaje de humedad. Un cereal se considera morfológico maduro cuando su grano no aumenta más en materia seca. En el trigo, esto ocurre cuando la humedad del grano es de alrededor del 50 %.

Después de la maduración, el grano entra en el período de post-maduración. Este período se caracteriza por el cambio de color de la planta verde o amarillo. El grano pierde humedad y se torna más duro. Cuando los granos alcanzan una humedad del 15%, se pueden almacenar sin necesidad de secarlos más (Rivera, 2020).

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo aproximadamente a los 170 a 180 días en pequeñas superficies se realizará de forma manual, usando una hoz para cortar sus espigas (Ledesma, 2022).

2.7.8. Variedades de trigo liberadas en Ecuador

La investigación en trigo se inició en Ecuador en 1956 por parte de la Comisión Nacional de Trigo, generando las primeras variedades de trigo mejorado para el país. En 1962 esta responsabilidad pasa al Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina. El INIAP ha generado 11 variedades de trigo

mejorado: Izobamba59, Bonza63, Napo63, Crespo63, Atacazo69, Amazonas69, Rumiñahui69, Romero73, Cayambe73, Antisana78, Chimborazo78, Tungurahua82, Iniap-Altar82, Iniap-Cotopaxi88, Iniap-Cojitambo92, Iniap-Quilindaña94, Iniap-Cotacachi98, Iniap –Zhalao (Montenegro, 2012).

2.7.8. Variedades de trigo actualmente cultivadas en el país.

Las variedades de semilla mejoradas para el país han sido desarrolladas principalmente por el INIAP en la estación Experimental Santa Catalina y la Comisión Nacional de Trigo. Las variedades que el INIAP ha desarrollado son 11 y las que actualmente están siendo cultivadas son INIAP Chimborazo, INIAP Cojitambo e INIAP Zhalao, (INIAP (Montenegro, 2012).

2.7.8.1. Líneas promisoras.

En la actualidad el Programa de Cereales del INIAP, cuenta con nuevo germoplasma y variedades mejoradas, líneas promisorias propias, así como materiales provenientes de Centros Internacionales como el CIMMYT-México. Las líneas internacionales son evaluadas bajo nuestras condiciones y permitirán identificar nuevos genotipos mejor adaptados, de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y mayor calidad para la industria. Finalmente se refresco e incremento semilla de categoría “fitomejorador” de las variedades mejoradas (Noroña et al., 2019).

2.7.8.2. Variedad INIAP-IMBABURA 2014.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con el objetivo de entregar variedades de trigo mejoras a los productores del Ecuador, ha desarrollado la variedad “INIAP-Imbabura 2014”. Esta variedad ha sido seccionada junto con agricultores trigueros de diferentes provincias de la Sierra ecuatoriana, por presentar características superiores de rendimiento, muy buena calidad para panificación y resistencia a las principales enfermedades que ataca al cultivo.

INIAP- Imbabura 2014, es una línea de trigo harinero desarrollado en Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, registrada con el nombre de TINAMOU, con el siguiente historial de selección: CM81812-12Y-06PZ-4Y-1M-0Y-5M-0Y-3SJ-0Y-OE-0E-0E-0E (Falconí, 2014).

INIAP -Imbabura 2014, fue introducido en el Ecuador en el año 1999, en el vivero 10TH HRWSN (High Rainfall Wheat Screening Nursery). Desde su introducción fue evaluada y seleccionada como una línea con características deseables, es así que desde el año 2000 hasta el 2004 estuvo formando parte de los ensayos de rendimiento en la estación experimental Santa Catalina. Y a partir del año 2019 fue evaluado en varias localidades de la sierra ecuatoriana en campos de productores.

INIAP Imbabura 2014 ha mostrado una buena adaptación en todas las zonas trigueras de la provincia del Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Azuay, en altitudes comprendidas entre los 2000 -3000m, con precipitaciones de 400 a 500 mm, distribuidos durante el ciclo de cultivo, especialmente en la fase de macollamiento y espigamiento (Falconí, 2014).

2.7.8.3. Característica generales

Número de granos por espiga: 45

Tipo de espiga: compacta

Tipo de grano: oblongo color del grano: rojo

Altura de la planta: 105 cm

Tamaño de la espiga: 11 cm

Tallo: resistente al acame

2.7.8.4. Reacción a enfermedades

Roya amarilla: resistencia parcial

Roya de la hoja: resistencia parcial

Fusarium: resistencia parcia (Ledesma, 2022)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación.

Provincia:	Bolívar
Cantón :	Guaranda
Parroquia:	Veintimilla
Sector:	Granja Laguacoto III
Dirección:	Km 1.5 vía Guaranda - San Simón

3.2. Situación geográfica y climática

Altitud:	2640 m.s.n.m
Latitud :	01° 32' S
Longitud :	78° 59' W
Temperatura máxima :	21° C
Temperatura mínima:	7° C
Temperatura media anual :	14 °C
Helifanía promedio anual:	900 h/1/ año
Humedad relativa promedio anual:	70%
Precipitación media anual	750 mm

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, 2021

3.3. Zona de vida.

La localidad de acuerdo a la zona de vida de Holdridge, L (1979). se encuentra ubicada en el bosque seco montano bajo (bs-MB)

3.4. Material experimental.

Cuatro líneas promisoras y una variedad mejorada de trigo del INIAP

3.5. Materiales de campo.

Azadones

Bomba de mochila

Cámara digital

Estacas

Piola

Machete

Letreros de identificación

Libreta de campo

Rastrillo

Hoz

Balanza analítica

Fertilizantes químicos.

GPS

Cosechadora de experimentos INIAP

3.6. Materiales de oficina

Computadora

CD

Impresora

Flash memory

Esferos

Lápiz

Calculadora

Hojas de papel bond tamaño A4

Programa estadístico InfoStat

Libreta de campo

3.7. Métodos

3.7.1. Factor en estudio

Cuatro líneas promisoras más una variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014

3.7.2. Tratamientos.

Se consideró como un tratamiento a cada una de las líneas y a la variedad, según el siguiente detalle:

T1. TA-18-008

T2. TA-19-003

T3. TA-19-008

T4. TA-20-001

T5. INIAP-IMBABURA-2014

3.8. Tipo de diseño experimental.

Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones

3.9. Procedimiento

Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales/ localidad	15
Superficie total de la unidad experimental	3.6 m ²
Superficie de la unidad experimental neta	3.6 m ²
Área total del ensayo	54 m ²
Área total neta del ensayo	102 m ²
Número de surcos por parcela total	1
Número de surcos por parcela neta	1
Distancia entre surcos	0.50 m

3.10. Tipos de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.

Fuente de variación	Grados de libertad	E.M
Total (t x r) – 1	14	
Repeticiones (r-1)	2	$\frac{1}{2}e + 12\frac{1}{2}$ bloques
Tratamientos (t-1)	4	$\frac{1}{2}e + 3\Theta^2t$
Error experimental(t-1) (r-1)	8	$\frac{1}{2}e$

- Prueba de Tukey para comprobar los promedios factores A;B e interacciones AxB
- Análisis de correlación y regresión lineal.

3.11. Métodos de evaluación y datos tomados:

3.11.1. Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).

Utilizando la escala de Zadoks, se evaluó visualmente a los 15 días a partir de la siembra, bajo la metodología de bueno, regular y malo, dato que fue expresado en porcentajes, como se muestra en el siguiente cuadro:

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

3.11.2. Número de plantas por metro cuadrado (PMC)

Variable que se registró mediante el conteo de plantas antes del periodo de ahijamiento entre los 15 y 20 días después de la siembra dentro de la parcela neta con la ayuda de un cuadrante de 1 m²

3.11.3. Número de macollos por planta (NMP)

Una vez concluida la etapa de macollamiento se eligió 10 plantas al azar de cada parcela neta y se realizó el conteo directo de los macollos existentes en cada una de las mismas y se calculó el promedio por planta

3.11.4. Vigor de la planta (VP)

Se evaluó mediante la comparación visual del desarrollo general de las plantas entre parcelas y fue descrito según el parámetro de la siguiente tabla de evaluación del vigor de la planta en cereales.

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

3.11.5. Hábito de crecimiento o porte (HC)

Este parámetro se tomó mediante la observación de la forma de crecimiento de la planta y la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo de las etapas iniciales, para el cual se utilizó la escala de tres descriptores:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo

3.11.6. Días al Espigamiento (DE)

Fue tomado contando los días desde la siembra hasta que el 50% de la parcela presento espigas en su totalidad.

3.11.7. Altura de la planta (AP)

Variable que se evaluó en 10 plantas al azar de cada parcela con la ayuda de un flexómetro, midiendo desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga excluyendo las aristas y sus medidas fueron expresadas en centímetros.

3.11.8. Reacción a enfermedades foliares (REF)

Se evaluaron mediante la observación periódica cada ocho días en cada parcela a partir de la emergencia de las plantas hasta el momento antes de la cosecha para identificar la presencia de enfermedades foliares como: Roya amarilla, Roya de la hoja.

3.11.9. Reacción a enfermedades de la espiga (REE)

Se evaluó mediante la observación en cada parcela neta a partir de la etapa de espigamiento hasta la cosecha para identificar la presencia de enfermedades de la espiga como: Fusarium y Carbón del trigo

3.11.10. Días a la cosecha (DC)

Fue evaluada contando los días transcurridos desde la siembra has cuando el grano presentó cierta dureza de madurez comercial.

3.11.11. Tipo de paja (TP)

Fue tomado mediante estimación de la dureza y flexibilidad del tallo de la planta para tolerar el viento y el acame donde se evaluó mediante la escala:

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos gruesos , rectos y flexibles, que soportan el viento y el acame
2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo débil	Tallos delgados o inflexibles ,que no soportan el viento y el acame.

3.11.12. Número de espigas por metro cuadrado (EMC)

Se tomó en cada parcela neta mediante la realización de un cuadrante con un área de 1 m² y se contó el número de espigas existentes en la misma.

3.11.13. Tamaño de la espiga (TE)

Fue evaluado en 10 espigas al azar de cada parcela tomando la medida con la ayuda de una regleta desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas y las medidas fueron expresadas en centímetros.

3.11.14. Número de granos por espiga (GE)

Se tomó en 10 espigas al azar de cada parcela neta y se contó manualmente el número de granos existentes en cada una de ellas.

3.11.15. Rendimiento por parcela (RP)

Parámetro que se evaluó mediante la recolección de la producción de toda la parcela para lo cual el grano tuvo una humedad aproximada de 13% y totalmente limpio y este valor esta dado en kilogramos por parcela.

3.11.16. Tipo de grano y color (TGC)

Se calificó mediante la visualización del grano de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño para lo cual se empleó las escalas propuestas por el Programa de Cereales del INIAP.

Escala	Descripción
Tipo de grano	
1	Grano grueso, grande, bien formado, limpió
2	Grano mediano, bien formado, limpió
3	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado
Color del grano	
B	Blanco
R	Rojo

3.11.17. Humedad del grano (HG)

Dato que fue tomado con la ayuda de un determinador portátil de la humedad después de la cosecha y trilla del trigo de cada unidad experimental mismo que se expresó en porcentajes.

3.11.18. Rendimiento en kg/ha (R)

Fue calculado mediante la relación de la producción de kilogramos por parcela obtenido de cada una de las unidades experimentales.

3.11.19. Peso de mil granos (PMG)

Variable que fue tomada en 1000 granos de trigo seleccionados al azar y pesados en una balanza electrónica y el peso se expresó en gramos.

3.11.20. Peso hectolítrico (PH)

Se determinó mediante la utilización de una balanza de peso hectolítrico y el peso se estimó en kilogramos por hectolitro (kg hl^{-1})

3.12. Manejo del experimento

3.12.1. Selección del lote

El lote donde se realizó el ensayo cumplió con los siguientes aspectos: el lote no fue cultivado con ningún cereal el ciclo anterior. Presentaba una pendiente no superior al 5%.

3.12.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con la debida anticipación (dos semanas antes de la siembra), garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al lote. La preparación del suelo consistió en un pase de arado y dos pases de rastra.

3.12.3. Desinfección de semilla

La semilla se desinfectó con Fludioxonilo (Celest) en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla, luego de la desinfección de la semilla se dejó secar el grano para no incrementar la humedad. La desinfección ayudó a reducir la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbones, septoria y algunas especies de *Fusarium sp.*, entre los más importantes.

3.12.4. Siembra

Para la siembra se realizó de forma manual al boleado con una densidad de 180 kg ha⁻¹ (trigo) de semilla.

3.12.5. Fertilización

Se realizó la recomendación media de fertilizante para un rendimiento de 4 toneladas por hectárea. La cantidad que se aplicó fue de: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P₂O₅), 50 kg de Potasio (K₂O) y 20 kg de Azufre (S), 1 kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 kg de Calcio (Ca). Al momento de la siembra se aplicó el 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15+EM (elementos menores), lo que significa que el 20% del nitrógeno, junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. Al macollamiento, se aplicó el 80% restante del nitrógeno en la etapa de Zadoks.

3.12.6. Control de malezas

El control químico consistió en la aplicación de un herbicida específico para malezas de hoja ancha, metsulfurón-metil en la etapa del macollamiento en la etapa de Zadoks (Z 20), en dosis 8 a 10 g/ha.

3.12.7. Controles fitosanitarios

En los ensayos de investigación se evaluó la incidencia y severidad de las principales enfermedades, por lo que no se realizó aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades.

3.12.8. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas llegaron a su madurez de cosecha.

3.12.9. Trilla

La trilla se realizó de forma mecánica utilizando una trilladora para experimentos. El grano trillado se almacenó en fundas de tela con su debida etiqueta, que contenía la información del ensayo.

3.12.10. Beneficio de la semilla

Posterior a la cosecha y trilla, se procedió al secado de la semilla hasta obtener una humedad de grano aproximado al 13%. Posteriormente se realizó la limpieza del grano, para luego almacenar el grano en fundas de tela.

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.1. Variables agronómicas

Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Número de plantas por metro cuadrado (NPMC), Número de macollos por planta (NMP), Días al Espigamiento (DE), Altura de la planta (AP), Reacción a enfermedades foliares (REF 1) (*P. striiformis*), Reacción a enfermedades foliares (REF 2) (*P. tritici*), Reacción a enfermedades foliares (REF 3) (BYVD), Reacción a enfermedades de la espiga (REE) (*Fusarium*), Días a la cosecha (DC)

Tabla 1

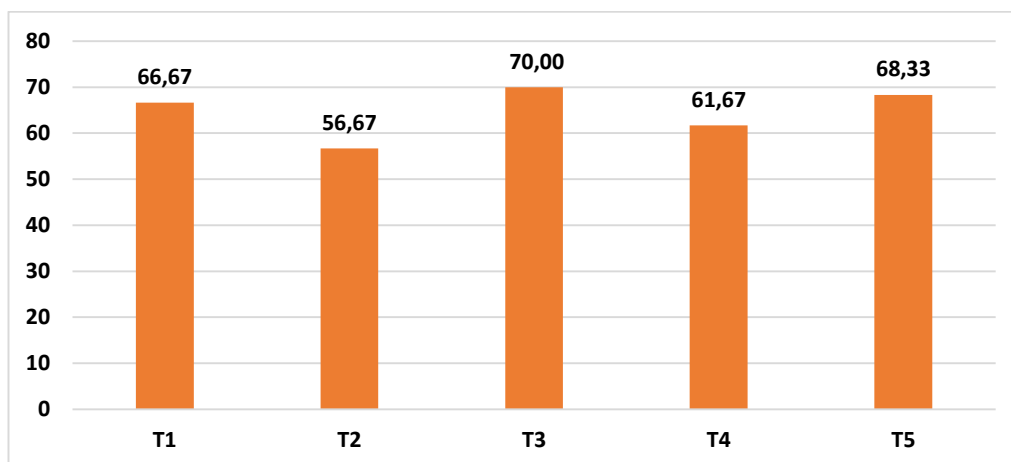
Resultado de la prueba de Tukey al 5% de las variables agronómicas

T	PEC (NS)	R	NPMC (NS)	R	NMP *	R	DE **	R	AP *	R	REF (NS)	R	REF (NS)	R	REF **	R	REE *	R	DC **	R
T1	66,67	A	238,67	A	2,00	A	75,00	A	91,47	B	0,00	A	3,33	A	1,00	A	46,67	AB	174,00	A
T2	56,67	A	249,33	A	3,00	B	85,33	BC	83,73	AB	6,67	A	7,00	A	3,00	B	65,00	B	179,33	B
T3	70,00	A	260,00	A	2,33	AB	87,67	C	87,30	AB	1,67	A	5,33	A	1,33	AB	60,00	AB	180,67	B
T4	61,67	A	306,67	A	3,00	B	87,00	BC	82,37	AB	5,00	A	2,33	A	3,00	B	33,33	A	180,00	B
T5	68,33	A	268,00	A	2,67	AB	83,67	B	79,57	A	8,33	A	0,67	A	2,33	AB	60,00	AB	179,33	B
MG	64,67		264,53		2,60		83,73		84,89		4,33		3,73		2,13		53		178,67	
CV%	8,53		13,87		13,14		1,48		3,90		84,27		126,82		27,73		19,14		0,54	

*Nota descripción de la nomenclatura: T: Tratamientos, MG: Media general, NS: No Significativo, R: Rango, *: Significativo, **: Altamente Significativo, CV: Coeficiente de Variación*

Figura 1

Porcentaje de emergencia en el campo (PEC).



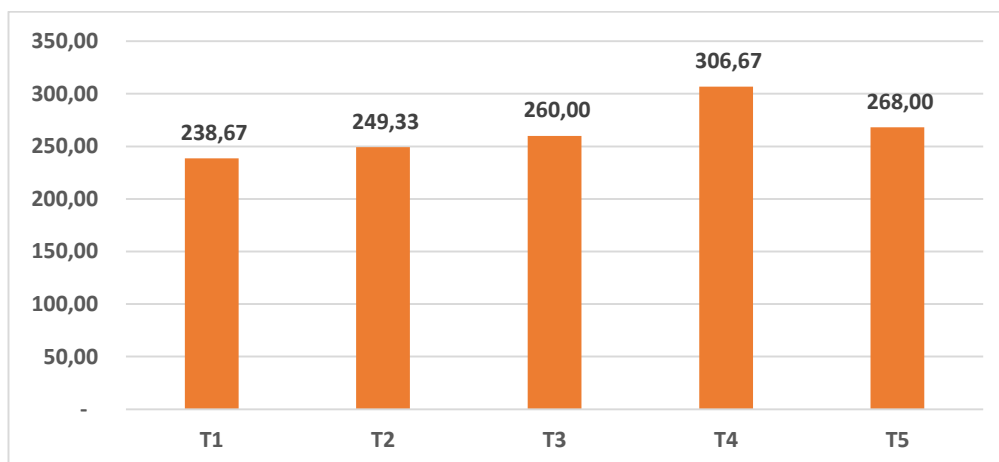
No existió diferencia significativa en los promedios de la variable porcentaje de emergencia en el campo (PEC), se obtuvo un promedio general de 64,67% de emergencia y un coeficiente de variación de 8,53%. Los promedios más altos se obtuvieron en la línea TA-19-003 con 70% seguido de la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con el 68,33% y la línea TA-18-008 con el 66,67%, siendo un porcentaje de emergencia regular y el promedio más bajo se obtuvo en la línea TA-20-001 con 61,67% y la línea TA-19-003 con el 56,67%.

El porcentaje de emergencia entre tratamientos fue regular, esto puede haber sido generado por las características de un suelo compacto debido a los ambientales; debiendo indicar que la precipitación determinada durante los quince días después de la siembra fue de 107.55 mm.

La capacidad de obtener un buen porcentaje de emergencia depende de la textura y estructura del suelo, así obtener una capacidad de campo óptima para la germinación de las semillas, así como el tipo de manejo nutricional que se emplee para un buen poder de ahijamiento en las plantas, en cuanto a porcentaje de emergencia se debe al tipo de suelo y no al manejo nutricional.”(M. C. A. Rodrigo, 2013)

Figura 2

Número de plantas por metro cuadrado (NPMC).



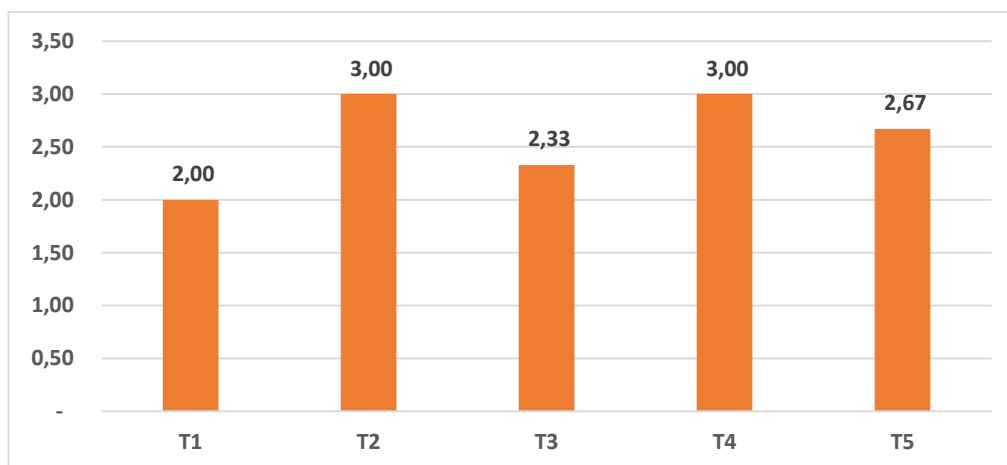
En la variable NPMC, el promedio mayor se obtiene en la línea TA-20-001 con 307 plantas, seguido de la variedad INIAP- IMBABURA-2014 con 268 plantas y las líneas que menor promedio registraron son la línea TA-19-003 con 249 plantas y la línea TA-18-008 con 239 plantas. El resultado indica que no existe una diferencia significativa entre los promedios de las accesiones de la variable NPMC. El promedio general fue de 265 plantas con un coeficiente de variación de 13,87%.

El número de plantas por metro cuadrado de las accesiones dependió de la densidad de siembra la misma que, fue de (180 kg/ha) neta ya que en este caso se lo realizó al boleado y no tenía un distanciamiento exacto e igual entre semillas y de las condiciones ambientales como la precipitación durante los veinte días fue de 131.25 mm. Además, un factor que puede haber influenciado tanto en la emergencia como en el número de plantas establecidas en la calidad del tapado de las semillas al momento de la siembra, lo que puede ocasionar en ciertos casos ahogamiento de la plúmula y evitar su alteramiento

El número de plantas de un cultivo de trigo, depende de la densidad de siembra, la viabilidad de la semilla, el porcentaje de emergencia y la sobrevivencia de las plantas (Manangón, 2014).

Figura 3

Número de macollos por planta (NMP).



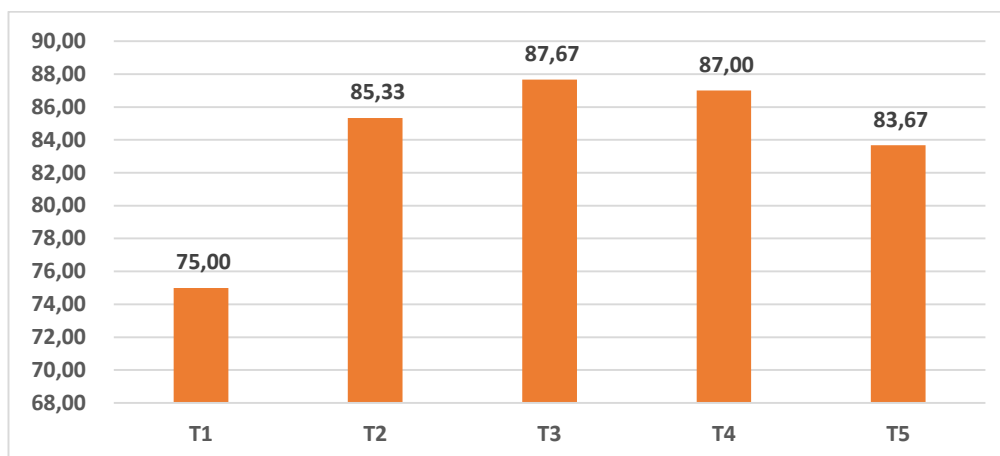
Presenta diferencias significativas entre los tratamientos. Con una media general de 3 macollos /planta, un coeficiente de variación de 13,14%. El promedio más alto se obtuvo en el T2 que corresponde a la línea TA-18-008 con 3 y el T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 3 macollos por plantan y los tratamientos con menor promedio fueron T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 2 y el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 2 macollos por planta.

Este comportamiento está atribuido a características genéticas de cada cultivar y además, tiene relación directa con la densidad de siembra, a mayor densidad de siembra se puede presentar menor número de macollos por planta, ya que tiene menos espacio para su ahijamiento y mayor competitividad. Además de esto la incorporación de nitrógeno que fue de 80 kg/ha, pudo haber ayudado a obtener un promedio general de 3 macollos por planta. La etapa de macollamiento tuvo una amplitud aproximada de 10 días, en donde se presentaron condiciones favorables desde el punto de vista climático para generar una respuesta positiva en las plantas, con promedios generales de temperatura de 18 °C; humedad relativa de 69,33% y precipitación acumulada de 9,45 mm.

El número de macollos por planta es un carácter varietal, muy influenciado por las condiciones ambientales como luz, humedad, temperatura y el nivel nutricional del suelo. Un adecuado suministro de nitrógeno (N) es esencial para incrementar la proporción de macollos que llegarán a producir espigas (Manangón, 2014).

Figura 4

Días al Espigamiento (DE).



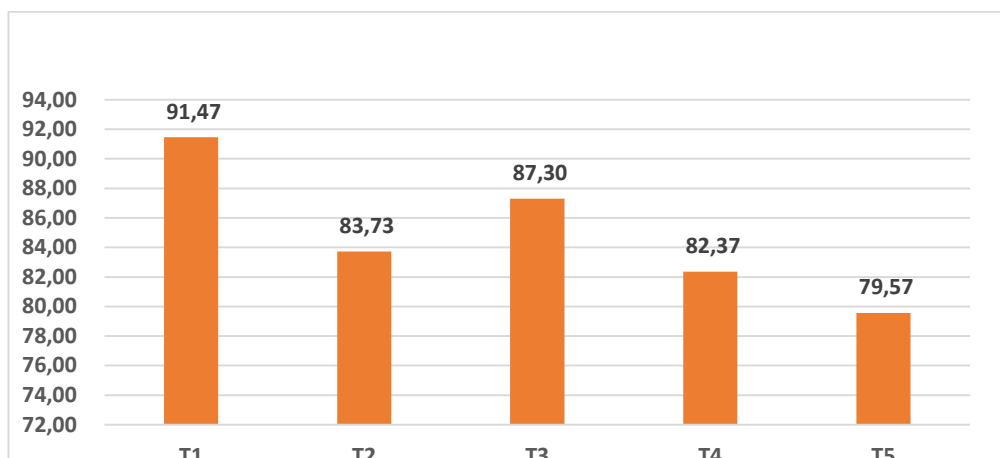
Los tratamientos que mayor promedio tuvieron fueron el T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 88 días y el T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 87 días al espigamiento, los mismos que han demostrado ser los más tardíos, mientras que los tratamientos que más precocidad presentaron fueron T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 84 días y el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 75 días. Los resultados de la prueba de Tukey demuestra que existe diferencias altamente significativas entre las accesiones. Obteniendo un promedio general de 83,73 días y un coeficiente de variación de 1,48%

Los días al espigamiento están directamente relacionados con la constitución genética de cada accesión, pero también depende de las condiciones climáticas que presente la zona agroecológica en estudio; debiendo indicar que el cultivo tubo un promedio de días al espigamiento de 84 en el que se obtuvo una precipitación de 232,15 mm hasta esta fase del cultivo, una temperatura promedio de 16,22 °C y una humedad de 68%; condiciones que favorecieron un normal proceso fisiológico de las plantas y una buena excreción de su genética

Este parámetro se ve afectado por factores como: pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, cambios bruscos de temperaturas, temperaturas altas y bajas, alta humedad, nubosidad y fotoperíodo (Ponce et al., 2019).

Figura 5

Altura de la planta (AP).



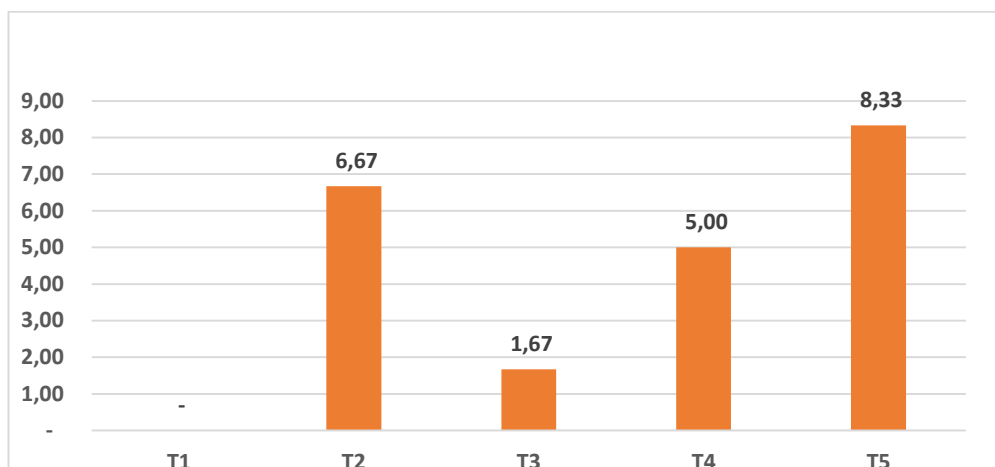
La respuesta de las accesiones presento significancia estadística. Siendo el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 91,47 cm y T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 87,30 cm los mayores promedios entre las accesiones, al contrario el T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 82,37 cm y T5 que se identifica como la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 79,57 cm fueron las accesiones que presentaron en menor promedio en la presente variable. El promedio general que se obtuvo en la presente variable fue de 84,89 cm y un coeficiente de variación de 3,90%.

La altura de la planta dependió mucho de la humedad y la temperatura que presentó la zona en estudio además de la fertilización la misma que estuvo compuesta por la incorporación de 80 kg de nitrógeno 60 kg fósforo, 50 kg de Potasio y 26 kg de elementos menores. Indicando que la precipitación hasta esta etapa del cultivo fue de 283,73 mm una temperatura promedio de 17,64 °C y una humedad promedio de 62%. Alturas de las plantas menores puede favorecer al momento de la presencia de vientos, reduciendo la posibilidad de volcamiento.

La altura de la planta depende de la disponibilidad de nutrientes que contenga el suelo, una adecuada temperatura durante el ciclo de desarrollo, además el tipo de fertilización que se haya incorporado y las horas luz adecuadas además que el tallo de trigo crece de acuerdo con las variedades, normalmente de 60 a 120 cm (Saltos, n.d.).

Figura 6

*Reacción a enfermedades foliares (REF) Roya Amarilla (*P.striiformis*)*

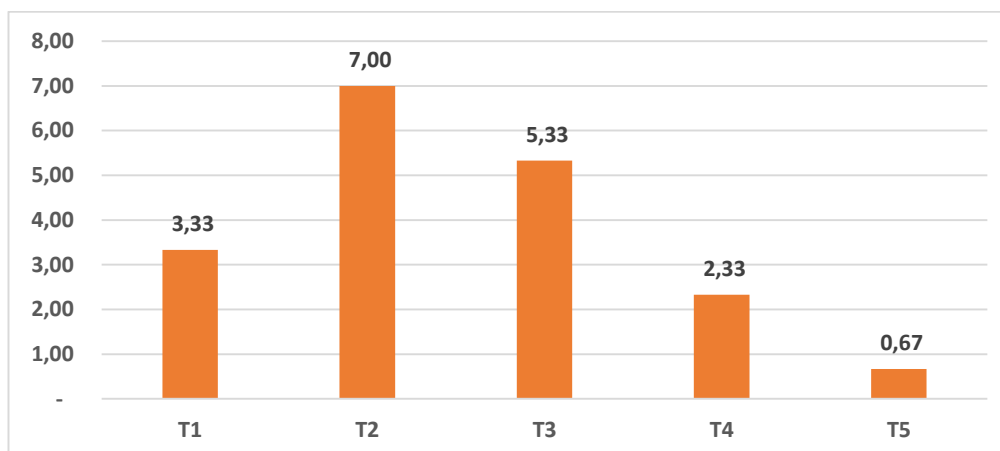


Según el análisis de la variable de reacción a enfermedades foliares como la Roya Amarilla (*P.striiformis*) se registró los promedios más altos de severidad de esta enfermedad en el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 8.33 % y T2 que corresponde a la línea promisoría TA-19-003 con 6,67% lo cual nos demuestra que estas accesiones han mostrado ser medianamente resistentes a esta enfermedad, mientras que el T3 que corresponde a la línea TA-20-001 con 1,67 % y T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 0% de severidad, nos indica que estas accesiones son resistentes a la enfermedad. El promedio general fue de 4,33% y un coeficiente de variación de 84,27%.

En presente evaluación se obtuvo un coeficiente de variación de 84,27%, debido a que no está bajo el control de investigador, está influenciado directamente por las condiciones climáticas que presentó la zona agro ecológica en estudio. Sin embargo las acciones presentaron una resistencia al ataque de la Roya Amarilla (*P.striiformis*) tomando en cuenta que estuvieron expuestas a precipitaciones de 277,91 mm durante el desarrollo del cultivo y una temperatura promedio de 17,6 °C y humedad de 64 % las cuales son aptas para el desarrollo de la enfermedad, siendo un indicador alentador de la buena respuesta genética de estos nuevos materiales de trigo.

Figura 7

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



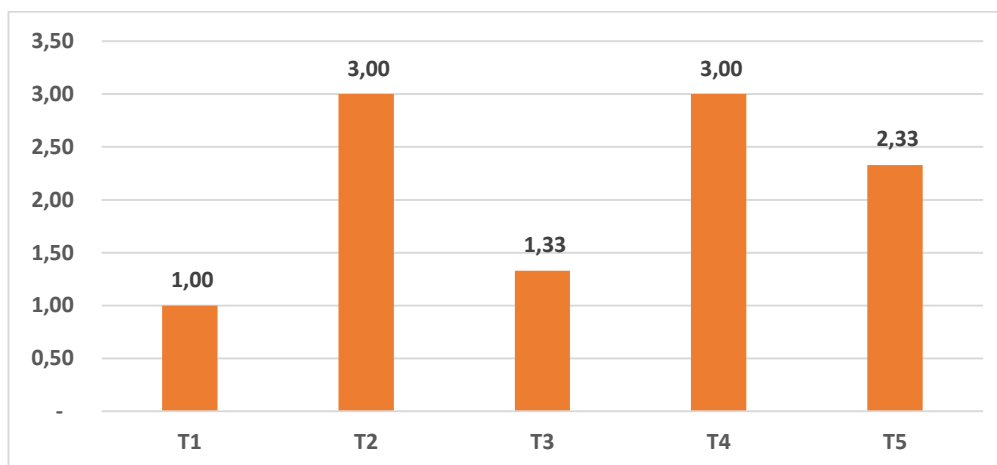
La reacción a enfermedades foliares Roya de la hoja (*P. tritici*) demuestra que no es significativo entre las accesiones, obteniendo el promedio más alto en el T2 mismo que pertenece a la línea TA-19-003 con 7% y T3 que corresponde a la línea TA-19-003 con 5,33% lo cual demuestra que estas accesiones son medianamente resistentes a esta enfermedad, el T4 que concierne a la línea TA-20-001 con 2,33% y T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 0,67% de severidad ,demuestra que estas accesiones son resistentes a la enfermedad en la zona agroecológica en estudio. El promedio general fue de 3,73% y un coeficiente de variación de 126,82%; debiendo recalcar que es una característica que esta fuera del control del investigador.

Este parámetro fue evaluado durante el desarrollo del cultivo a partir de la etapa de macollamiento sin embargo igual que todas las enfermedades no está bajo el dominio del investigador. Sin embargo, los tratamientos en estudio presentaron una resistencia al ataque de la Roya de la hoja (*P. tritici*) pese a que las condiciones agroecológicas del lugar de estudio se presentaron adecuadas para el desarrollo de la enfermedad con una precipitación de 277,91 mm y una temperatura media de 17 °C y humedad relativa de 64% durante el desarrollo del cultivo.

Cabe resaltar que no se emplearon controles químicos ni de otro tipo para el manejo de enfermedades foliares, ya que el objetivo era determinar la resistencia marcada en su genética.

Figura 8

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

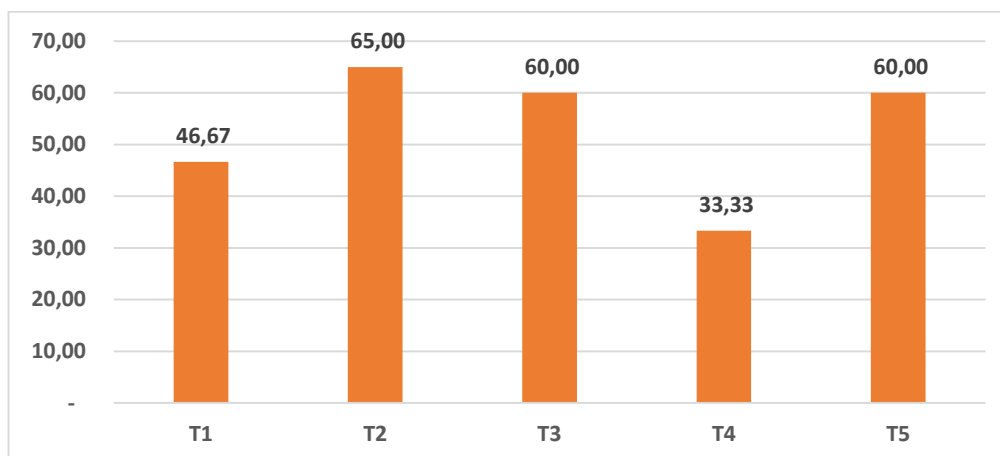


En el análisis de la variable BYDV se obtuvo promedios más altos en los tratamientos T2 que corresponde a la línea TA-19-003 y T4 que se identifica la línea TA-20-001 con un grado 3 con presencia de amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay presencia de enanismo o reducción de macollamiento, mientras que el menor promedio se presentó en el T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 1.33 y el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con grado 1 con presencia de trazas de amarillamiento en la punta de pocas hojas y las plantas fueron de apariencia vigorosa. La media general fue de 2,13; en la que presenta amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado uno; mas hojas decoloradas y un coeficiente de variación de 27.73 %.

El cultivo no fue afectado por esta enfermedad porque no existió presencia masiva de áfidos en especial los pulgones que son los principales trasmisores de esta enfermedad ya que no hubo las condiciones adecuadas para el desarrollo de los mismos; debiendo indicar que existió durante la etapa de desarrollo una precipitación de 277,91 mm, temperatura de 17 °C y una humedad de 64% que no son las adecuadas para el desarrollo de los áfidos; pero si para enfermedades.

Figura 9

*Reacción a enfermedades de la espiga (REE) (*Fusarium sp*)*



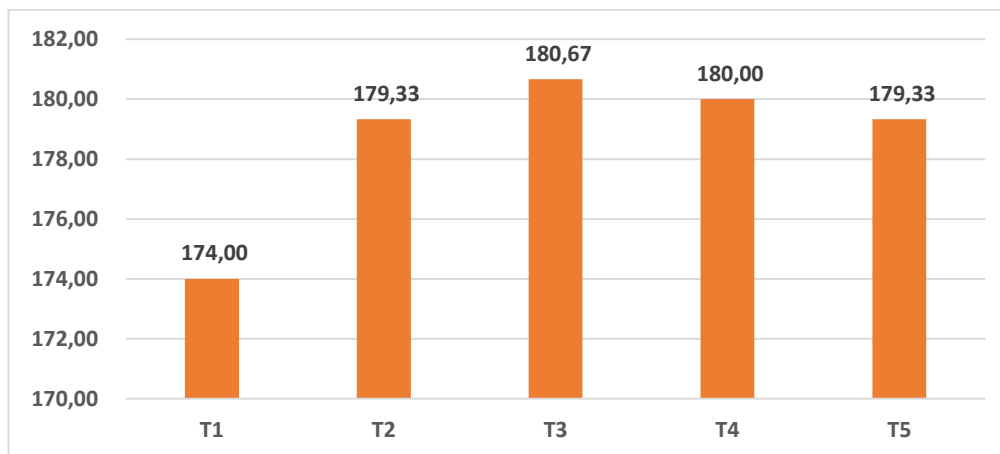
El resultado demostró que existe diferencia significativa entre los promedios de las accesiones en la variable reacción a enfermedades de la espiga como el *Fusarium*, obteniendo promedios más altos en el tratamiento T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 65% seguido por los tratamientos T3 que corresponde a la línea TA-19-008 y T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 65% siendo las accesiones más propensas a esta enfermedad; mientras que, el menor promedio se obtuvo en el T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 33,33% siendo la que menor probabilidad tiene de contraer esta enfermedad. El promedio general fue de 53% un coeficiente de variación de 19,14%.

Este parámetro de reacción enfermedades de la espiga (*Fusarium*) depende mucho del manejo que se realice en la semilla, ya que es la principal trasmisora. También se vio afectado por la presencia de lluvias en el rango de 15,8 mm, temperatura de 19,08 °C y una humedad de 53% entre el llenado del grano y la cosecha, evidenciando espigas de color café oscuro y granos chupados (mal formados)

El apareamiento de fusarium puede estar influenciado por el clima húmedo por más de 48 horas y con altas temperaturas, coincidiendo con los estadios de anthesis extendiéndose hasta la formación de grano lechoso – pastoso (Ponce et al., 2019).

Figura 10

Días a la cosecha (DC).



Los resultados demuestran que existen diferencias estadísticas entre las accesiones. Los promedios más altos presentaron los tratamientos T3 que corresponde la línea TA-19-008 con 181 días y T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 180 días a la cosecha lo cual demuestra que son las accesiones más tardías, el promedio de la cosecha más temprana se obtuvo en el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 174 días a la cosecha, el promedio general fue de 179 días y un coeficiente de variación de 0,54%.

La característica agronómica del cultivo de trigo es un carácter varietal, presentando accesiones más precoces y otras más tardías; debiendo indicar que las condiciones ambientales en esta etapa no fueron favorables en general, lo cual influyó mucho en cuanto a los días a la cosecha; y al tratarse de diferentes materiales genéticos esa respuesta fue diferente otorgando buenas expectativas en la línea del T1 en cuanto a su precocidad versus INIAP-IMBABURA-2014

Se puede mencionar, que los días a la cosecha depende fuertemente de la interacción genotipo ambiente, son determinantes la época de siembra, temperatura, humedad, el fotoperiodo, y la sanidad de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo (Manangón, 2014).

4.1.2. Variables productivas.

Número de espigas por metro cuadrado (NEMC), Tamaño de la espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Rendimiento por parcela (RP), Humedad del grano (HG), Rendimiento en kg/ha (R), Peso de mil granos (PMG), Peso hectolítrico (PH).

Tabla 2

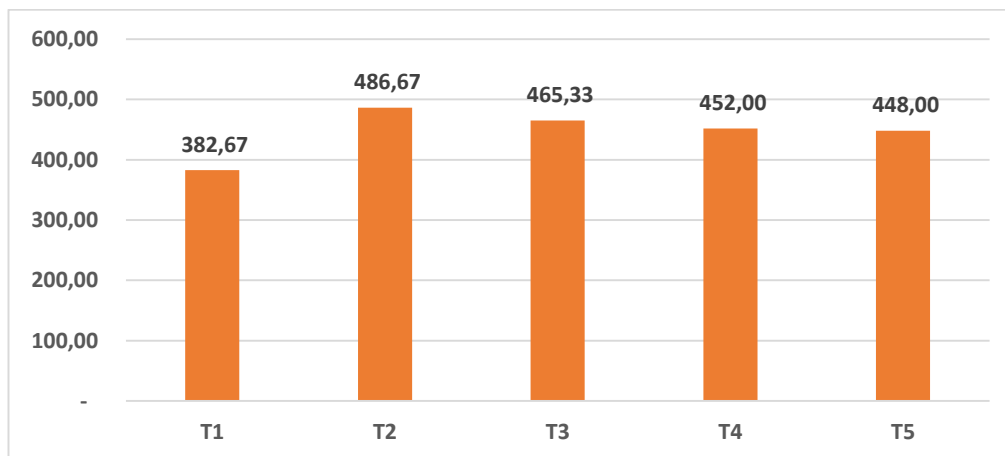
Resultado de la prueba de Tukey al 5% de las variables productivas

T	NEMC *	R	TE (NS)	R	NGE (NS)	R	RP (NS)	R	HG **	R	R (NS)	R	PMG **	R	PH (NS)	R
T1	382,67	A	8,85	A	48,67	A	1,02	A	13,83	A	2797,33	A	50,86	C	77,48	A
T2	486,67	B	9,88	A	49,33	A	0,85	A	13,83	A	2339,79	A	38,43	A	76,18	A
T3	465,33	B	8,50	A	42,67	A	1,18	A	14,37	B	3231,58	A	42,63	B	77,67	A
T4	452,00	AB	8,03	A	42,33	A	1,13	A	14,47	B	3093,99	A	43,09	B	76,96	A
T5	448,00	AB	8,25	A	32,00	A	0,97	A	14,43	B	2648,44	A	43,29	B	78,72	A
MG	446,93		8,70		43,00		1,03		14,19		2.822,23		43,66		77,40	
CV%	6,04		8,00		15,98		11,49		0,74		11,56		2,90		1,95	

*Nota descripción de la nomenclatura: T: Tratamientos, MG: Media general, NS: No Significativo, R: Rango, *: Significativo, **: Altamente Significativo, CV: Coeficiente de Variación*

Figura 11

Número de espigas por metro cuadrado (NEMC).

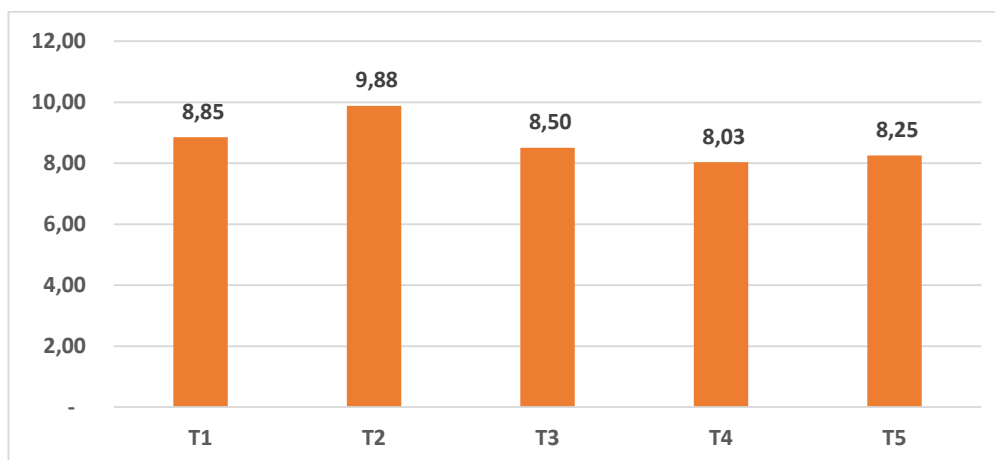


En la variable número de espigas por metro cuadrado los resultados demuestran que si hubo diferencias significativas entre las accesiones. Se obtuvo el promedio más alto en los tratamientos T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 487 espigas seguido por el T3 mismo que corresponde a la línea TA-19-008 con 465 espigas por metro cuadrado y el menor promedio se obtuvo en el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con 383 espigas por metro cuadrado. El promedio general fue de 447 espigas por metro cuadrado y un coeficiente de variación de 6,04%

El número de espigas por metro cuadrado está directamente relacionado con la variable número de macollos por planta y para que exista un buen macollamiento la planta necesita condiciones agroecológicas adecuadas y una buena fertilización. Además, la incorporación de nitrógeno que fue de 80 kg/ha en la etapa de macollamiento ayudó a obtener un promedio general de 447 espigas por metro cuadrado, además de ello las condiciones ambientales favorables en esta etapa del cultivo; con una precipitación adecuada, temperatura media de 18.72 °C y una humedad de 69.33% que influenciaron mucho en la variable número de espigas por metro cuadrado.

Figura 12

Tamaño de la espiga (TE)



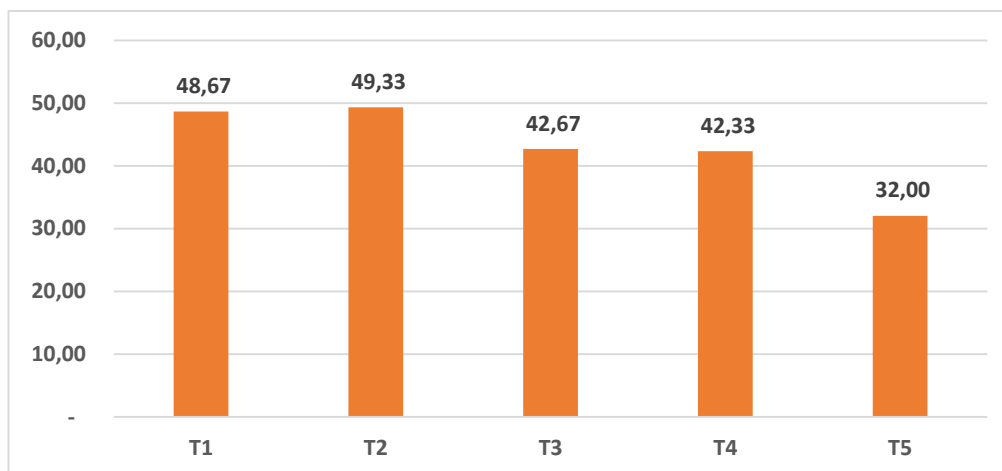
En la variable tamaño de la espiga no se evidenciaron diferencias estadísticas en las acciones en estudio, obteniendo un mayor promedio en los tratamientos T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 9,88 cm seguido por el T1 mismo que corresponde a línea TA-18-008 con 8,85 cm respectivamente y el menor promedio en el tamaño de la espiga corresponde al T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 8,25 cm y el T4 que se identifica como la línea TA-20-001 con 8,03 cm .Con un promedio general de 8,70 cm y un coeficiente de variación de 8,00%.

El tamaño de la espiga está influenciado por las características propias de la planta y un buen proceso de nutrición; lo cual con una presencia de factores climáticos adecuados favorece su formación. Debiendo indicar que existió una precipitación de 283.73 mm temperatura promedio de 17,64 °C y una humedad relativa de 62 % durante la etapa de desarrollo del cultivo se obtuvo un promedio de 8,03 cm en tamaño de la espiga el cual está dentro de los estándares de tamaño en el trigo.

Otros factores que inciden en estas variables son las características físicas, químicas y biológicas del suelo, la densidad y sistema de siembra, la temperatura, humedad del suelo, la cantidad y calidad de luz solar, la competencia de plantas, la nutrición y sanidad de las plantas (Simón & Fleitas, 2019).

Figura 13

Número de granos por espiga (GE).

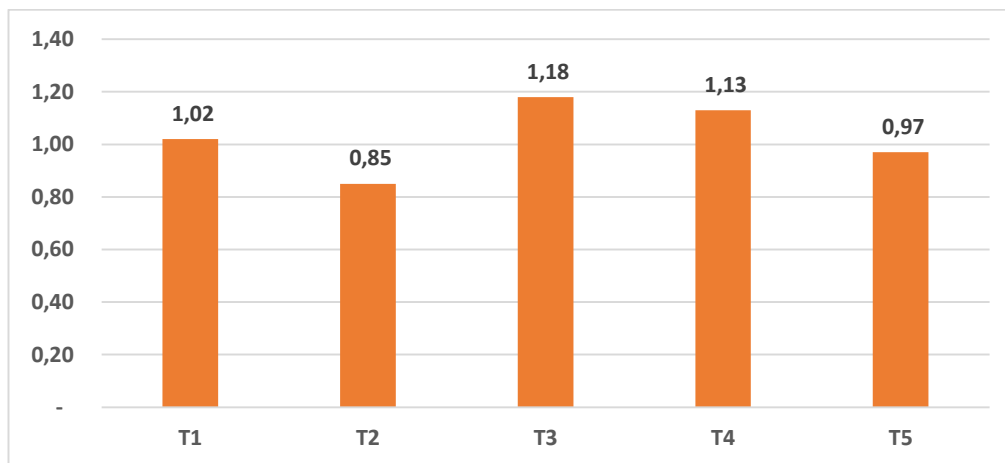


No existió diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Los promedios más altos estuvieron en los tratamientos T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 49 granos seguido por el T1 con 49 granos por espiga, mientras que los promedios más bajos se obtuvo en T4 que corresponde a la línea TA-20-001 con 42 granos y el T5 que se identifica la variedad INIAP-IMBABURA -2015 con 32 granos por espiga siendo la accesión con el menor promedio. El promedio general que se obtuvo es esta variable fue de 43 granos por espiga y un coeficiente de variación de 15,98 %.

Además de ser un factor que está definido genéticamente también fue influenciado por la disponibilidad de nutrientes mismo que se incorporó al cultivo una fertilización de 80 kg de nitrógeno 60 kg Fósforo, 50 kg de Potasio y 26 kg de elementos menores. Además de ello también se ve influenciado por factores climáticos debiendo indicar que se tuvo precipitaciones de 283,73 mm, una temperatura promedio de 17,64 °C y una humedad relativa de 62%. Se obtuvo un promedio general de 43 granos por espiga mismo que se acerca a los promedios generales en este parámetro en el cultivo de trigo; debiendo anotar que las líneas evaluadas superan a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 proyectándose como materiales con características promisorias.

Figura 14

Rendimiento por parcela (RP).



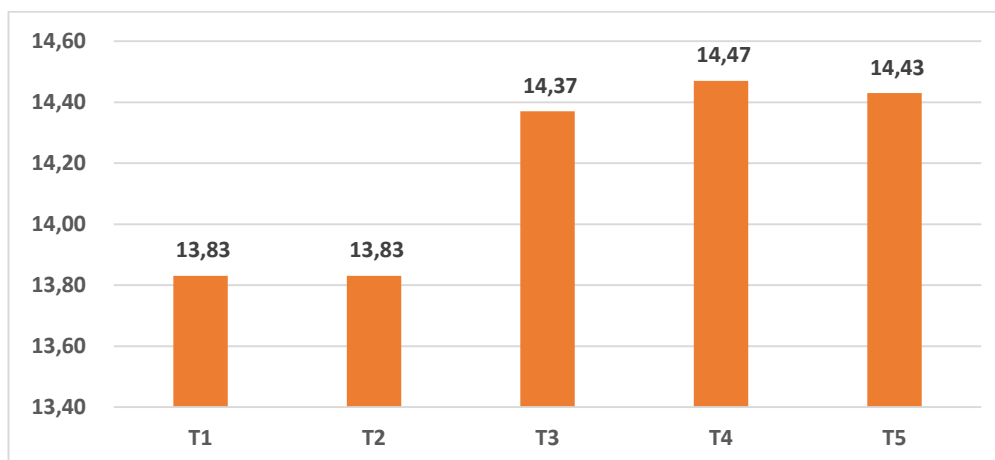
Por medio del análisis, se señala que no existieron diferencias estadísticas entre las accesiones en la variable rendimiento por parcela. El mayor promedio se obtuvo en el T3 que corresponde a la línea TA -19-008 con 1,18 kg/parcela seguido por el T4 que se identifica como la línea TA-20-001 con 1,13 kg/parcela y el menor promedio pertenece al T5 que concierne a la variedad INIAP-IMBABURA -2014 con 0,97 kg y el T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 0,85 kg/parcela siendo el con menor rendimiento. Obtenido un promedio general de 1,03 kg/parcela y un coeficiente de variación de 11,49%.

Este parámetro se vio afectado por factores climáticos principalmente en la etapa de emergencia presentando un suelo muy compacto; en el periodo de macollamiento baja presencia de precipitación; y en el periodo de espigamiento se presentaron precipitaciones que determinaron la calidad de las espigas y el grano; sin embargo, T3 se proyecta como una línea que superando los factores negativos podría alcanzar buenos índices de rendimiento.

Cuando los períodos de condiciones climatológicas desfavorables coinciden con etapas críticas de desarrollo, puede haber alteración en el rendimiento, aunque en el resto del ciclo las condiciones sean favorables para el crecimiento. El factor humedad debido a la ausencia de lluvia afectó en etapas críticas del cultivo como fueron el proceso de emergencia de plantas, periodo de macollaje y periodo de espigamiento (Manangón, 2014).

Figura 15

Humedad del grano (HG).



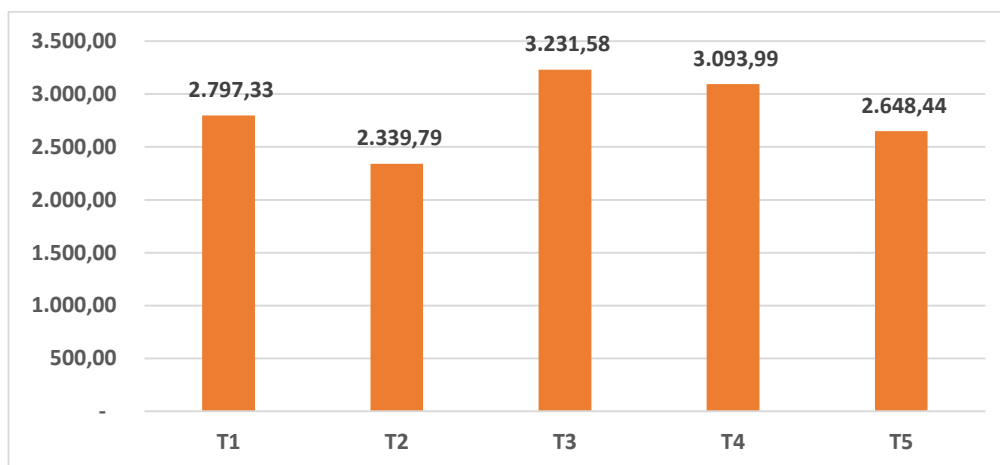
Mediante la realización del análisis de la variable humedad del grano, se obtuvo una significancia estadística altamente significativa, obteniendo el mayor promedio de humedad en el T4 que pertenece a la línea TA-20-001 con 14,47% seguido por el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 14,43 % de humedad, y el menor promedio se obtuvo en los tratamientos T1 que concierne a la línea TA-18-008 y el T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 13 ,83% de humedad. El promedio general fue de 14,19% de humedad y un coeficiente de variación de 0,74%.

La humedad del grano dependió mucho de las condiciones climáticas al momento que se realizó la cosecha para lo cual incidió mucho las precipitaciones y la humedad que no se pudo realizar la cosecha en un estado de humedad apropiado. Debiendo indicar que en la etapa de madurez de campo existió precipitaciones de 15,8 mm una temperatura promedio de 19,08 °C y una humedad relativa de 53%. En general las humedades del grano fueron normales y no incidieron negativamente en el rendimiento.

La humedad del grano se ve influenciado por las condiciones climáticas presentadas antes de la cosecha, método de secado y almacenamiento de los mismos (Ledezma, 2022).

Figura 16

Rendimiento en kg/ha (R)



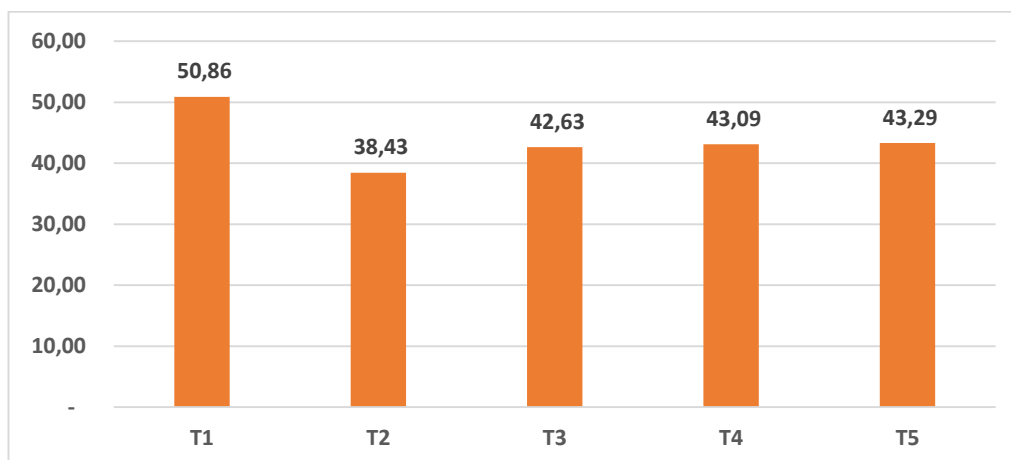
Los resultados obtenidos para la variable rendimiento kg/ha indica que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. El mayor promedio para el variable rendimiento kg/ha presento el T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 3231,50 kg/ha seguido por el T4 que se identifica con la línea TA-20-001 con 3093,99 kg/ha mientras que el menor promedio de rendimiento se obtuvo en el T2 que corresponde a la línea TA-19-003 con 2339,79 kg/ha. Con un promedio general de rendimiento 2822,23 kg/ha y un coeficiente de variación de 11,56%.

Este parámetro fue determinado e influenciado por el rendimiento de parcela y se calculó mediante la fórmula: $R = PCPX \frac{10000}{ANC} \times \frac{100-HC}{100-HE}$, en donde se obtuvo un rendimiento promedio de 2822,23 kg/ha además se vio influenciado por factores climáticos en etapas críticas del cultivo como días a la emergencia, etapa de macollamiento y los días al espigamiento. La variedad INIAP-IMBABURA-2014 fue superado por tres de los cuatro tratamientos en evaluación, lo que puede evidenciar que estas líneas pueden ser potencialmente nuevas variedades que en un futuro cercano ofrezcan un mejoramiento de los sistemas de producción locales de trigo en la provincia Bolívar.

Si las temperaturas son lo suficientemente bajas como para llegar a helar. Dos o más heladas consecutivas durante el período que va desde la emergencia de las espigas (Z5.1) hasta el inicio del llenado del grano (Z7.1), pueden tener consecuencias graves sobre el rendimiento. (M. C. A. Rodrigo, 2013).

Figura 17

Peso de mil granos (PMG)



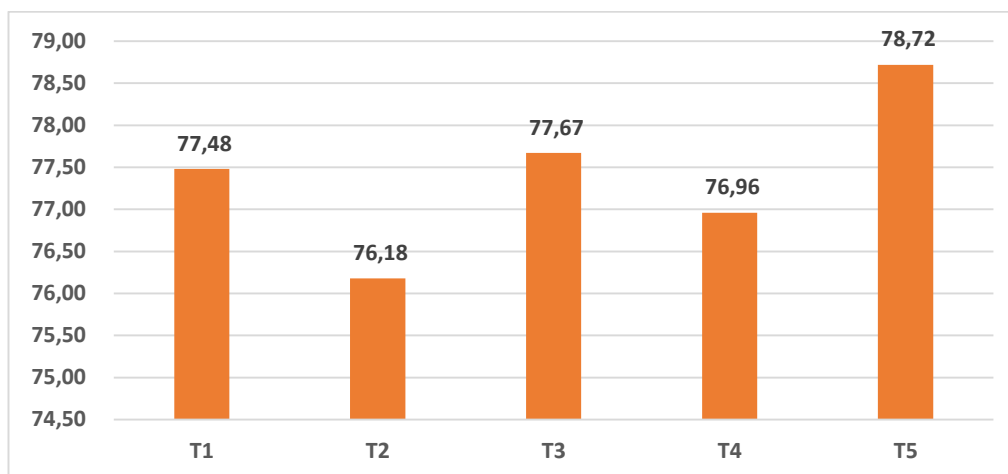
El resultado de la evaluación del parámetro de peso de 1000 granos determina que hay diferencias estadísticas altamente significativa, evidenciándose el T1 que corresponde a la línea TA-18-008 con el promedio más alto de 50,96 g seguido por el T3 que corresponde a la línea TA -19-008 con 42,63 g y el tratamiento que menor promedio obtuvo es el T2 que se identifica con la línea TA-19-003 con 38,43 g. Con un promedio general de 43,66 g y un coeficiente de variación de 2,90%.

Este parámetro está determinado por el porcentaje de humedad del grano, tamaño del mismo, y por las condiciones reinantes del suelo y clima durante el desarrollo del cultivo. Debiendo indicar que el porcentaje de humedad promedio del cultivo fue de 14,19% además las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo fueron de una precipitación de 232,15 mm una temperatura promedio de 16,22 °C y una humedad relativa de 68%. El T1 presenta una buena proyección de grano en calidad, que puede incidir directamente sobre el mercado, y si se trata de producción de semilla podría disminuir la calidad necesaria por hectárea.

Otros factores que inciden en este carácter varietal son el tamaño y sanidad del grano. Los factores que inciden en el peso de mil semillas y rendimiento de trigo son la temperatura, la humedad del suelo, la cantidad y calidad de luz solar, el fotoperíodo, la altitud, el índice de área foliar, la tasa de fotosíntesis, el número de granos por espiga, la calidad del grano, la sanidad y nutrición de las plantas (M. C. A. Rodrigo, 2013).

Figura 18

Peso hectolítrico (PH).



No hubo significancia estadística entre los tratamientos en estudio. Obteniendo así el promedio más alto en el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 78,72 kg/hl seguido por el T3 que corresponde a la línea TA-19-008 con 77,67 kg/hl y el menor promedio se obtuvo en el T2 que se identifica la línea TA-19-003 con 76,18 kg/hl. Con un promedio general de 77,40 kg/hl y un coeficiente de variación de 1,95%.

Este parámetro se vio influenciado por la humedad promedio misma que fue de 14,19% además de la calidad de grano que fue regular entre los tratamientos y en la etapa de maduración hubo precipitaciones de 15,8 mm, una temperatura promedio de 19,08 °C y una humedad relativa de 53%. INIAP-IMBABURA-2014 sigue manteniendo mejores resultados, sin embargo, las líneas promisorias se presentan con buenas valores, los mismos que pueden ser de gran interés para la generación de variedades que cumplan las expectativas de productores e industrias molineras.

El peso por hectómetro depende, fundamentalmente de la densidad de las materias que componen el grano, que es característica de cada variedad, pero también depende de otras variables, como son la humedad, contenido en impurezas, uniformidad de los granos y condiciones en que se haya realizado la maduración (M. C. A. Rodrigo, 2013).

4.1.3. Variables cualitativas.

Vigor de la planta (VP), Hábito de crecimiento o porte (HC), Tipo de paja (TP), Tipo de grano y color (TGC).

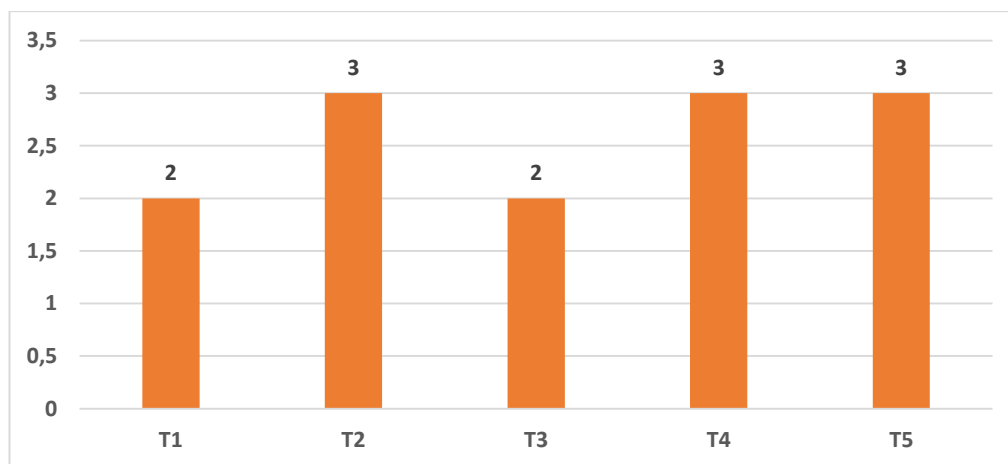
Tabla 3

Promedios de la respuesta en las características cualitativas

Tratamientos	VP	HC	TP	TGC
T1	2	2	1	1
T2	3	2	1	2
T3	2	2	1	2
T4	3	2	1	1
T5	3	2	1	2

Figura 19

Vigor de la planta (VP)

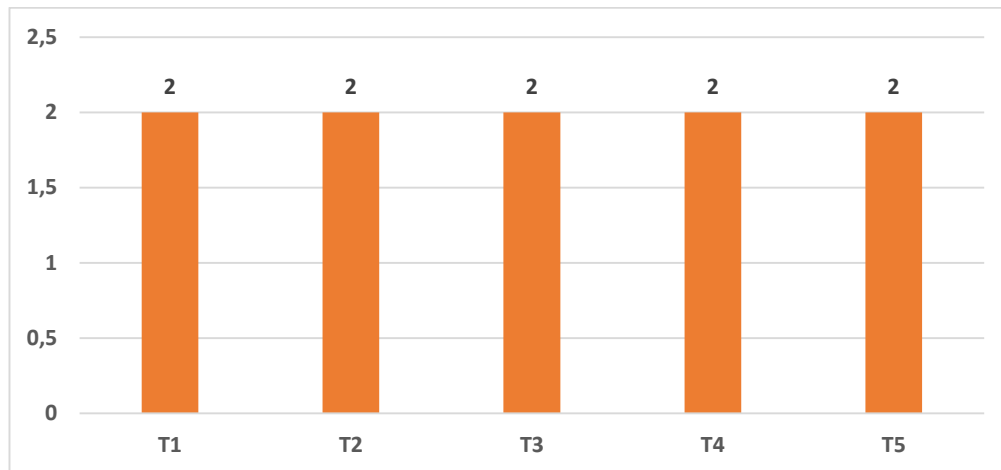


Las líneas TA-18-008 y TA- 19- 008 presentaron una escala intermedia en el vigor de la planta; plantas y hojas grandes, bien desarrolladas y medianamente desarrolladas, mientras que las líneas TA-19-00, TA-20-001 y el T5 y la variedad mejorada INIAP IMBABURA -2014 presentaron una escala regular; plantas y hojas medianamente desarrolladas. El vigor de la planta además de ser genético, se puede ver afectado por el tamaño, calidad de la semilla, disponibilidad de nutrientes, humedad del suelo, pudiendo determinar en el presente estudio, que las diferentes accesiones de trigo tuvieron una buena adaptación y desarrollo

vegetativo, en interacción con las condiciones edafoclimáticas de la zona agroecológica en estudio.

Figura 20

Hábito de crecimiento o porte (HC)



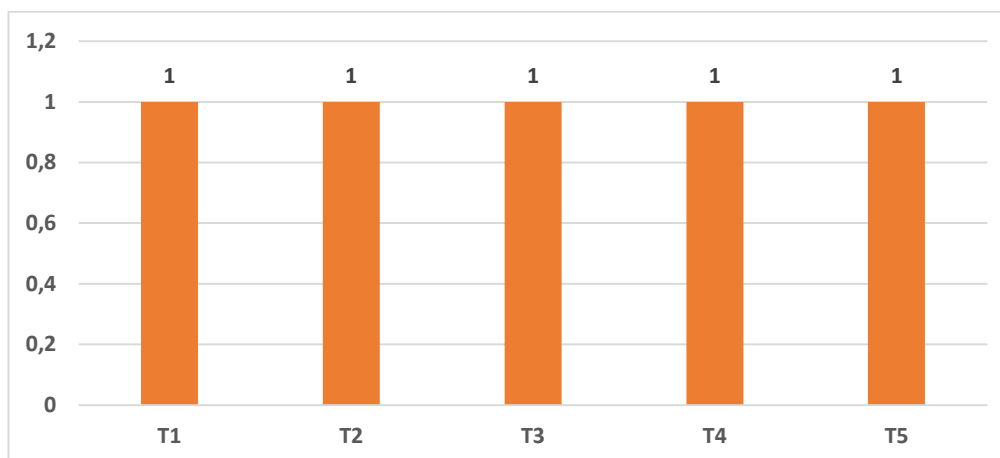
En este parámetro las cuatro líneas promisoras más la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014, presentaron un hábito de crecimiento intermedio (Semierecto o Semipostrado); hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados según lo establecido en la escala presentada por el INIAP para los parámetros de selección en cereales.

Este parámetro está ligado directamente con la constitución genética del germoplasma, por lo que, la presencia de genes de vernalización podría dar la característica de Postrado. Otros factores muy importantes son los climáticos, debiendo indicar que durante el desarrollo del cultivo se tuvo una precipitación de 232,15 mm, temperatura promedio de 16,22° C y humedad relativa de 68%.

El hábito erecto y semierecto es una de las características genéticas que pueden actuar positivamente en el desarrollo de las prácticas agrícolas como el control de enfermedades y la cosecha (corte) y precisamente este debe haber sido unas de los componentes que el INIAP, los agricultores, tomaron en cuenta para el desarrollo, liberación de las variedades evaluadas (Ledesma, 2022).

Figura 21

Tipo de paja (TP)



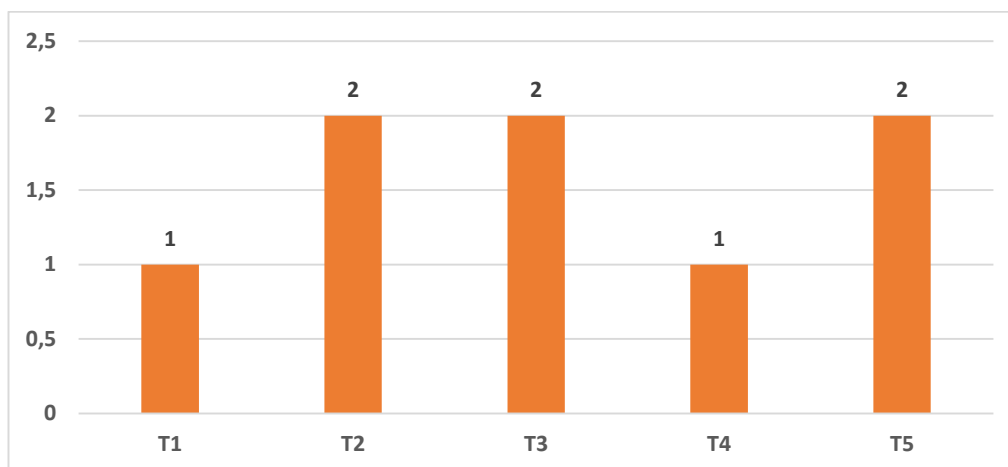
El tipo de paja, en todas las accesiones evaluadas, presento la escala uno, que hace referencia a la presencia de tallos fuertes, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame.

Este parámetro es genético y está ligado básicamente con la altura de la planta y tamaño de la espiga, y en algunos casos podría verse afectado por factores medioambientales, edáficos y de nutrición en las etapas fisiológicas ligadas al desarrollo vegetativo.

Las líneas promisorias, al igual que la variedad han llegado al actual proceso de validación, precisamente por mantener esta característica de fortaleza en la estructura anatómica de sus plantas, aspecto que puede ser de mucho valor en ambientes en donde se presenten fuertes corrientes de vientos, evitando el volcamiento y la pérdida parcial o total de las cosechas.

Figura 22

Tipo de grano y color (TGC)



En el descriptor tipo de grano, se registró que los tratamientos T1 y T4 presentaron una escala numérica de uno, con grano grueso, grande, bien formado y limpio, mientras que los demás tratamientos presentaron una escala con valor de dos, correspondiente a grano mediano, bien formado y limpio; según la escala propuesta por el programa de cereales del INIAP Santa Catalina.

Al evaluar el color de grano, T1 (TA-18-008), T2 (TA-19-003) y T4 (TA-20-001), presentaron una tonalidad blanca; mientras que T3 (TA-19-008) y T5 (INIAP-IMBABURA-2014) presentaron una coloración rojiza.

El color del grano corresponde estrictamente a un aspecto de expresión genética del cultivo de trigo, que por muchos años estuvo condicionado a la selección de materiales con granos blancos, con el criterio superficial de que estos generaban una mejor calidad en los subproductos como harina y productos elaborados como el pan; sin embargo en la actualidad se va dando un mayor grado de importancia a la calidad interna del grano, asociada al contenido de proteína y el peso hectolítrico que como podemos ver en el presente estudio se presenta en niveles adecuados e incluso superiores en los trigos de color rojo.

4.2. Análisis de correlación y regresión lineal

Tabla 4

Análisis de correlación y regresión lineal

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente regresión (b)	Coefficiente de determinación (R2 %)
NMP	-0,1023	-86.442	10
AP	0,2388	20.053	57
DE	0,1207	10.604	14
REF(Fusarium)	-0,1951	-5.334	38
BYVD	-0,2235	-90.358	4
DC	0,1215	20.166	14
NEPMC	0,0564	0.467	3
HG	0,4761	615.843	22
PMG	0,1927	19.224	37

Correlación (r)

Es la relación positiva o negativa entre dos variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades(Aguilar, 2008)

En la presente investigación se comprobó que existió una correlación negativa entre las variables Número de macollos por planta (NMP), Reacción a enfermedades foliares (REE)(Fusarium) a Reacción a enfermedades foliares (REF) BYVD y una correlación positiva entre las variables Altura de la planta (AP), Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC) ,Días al espigamiento (DE), Días a la cosecha (DC), y Peso de mil granos (PMG) y una correlacion positiva en la Humedad del grano (HG).

Regresión (b)

Es el incremento o reducción de la variable dependiente (Y), por cada cambio único de la variable (s) independiente (s) (Xs) (Velez,2022).

En la presente investigación las variables que aumentaron fueron: altura de la planta (AP), Días al espigamiento (DE), Días a la cosecha (DC), Número de espigas por metro cuadrado (NEPMC), Humedad del grano (HG), Peso de mil granos (PMG). Las variables que redujeron el rendimiento fueron. Número de macollos por planta (NMP), Reacción a enfermedades de la espiga (REE)(Fusarium) y Reacción a enfermedades foliares (REF) (BYVD).

Coefficiente de determinación(R^2)

El Coeficiente de Determinación, es un estadístico que se expresa en porcentaje, siendo su valor máximo 100% , explica en qué porcentaje se reduce o se incrementa el rendimiento como efecto de las variables independientes(Milan. & Yasuma, n.d.)

La reducción en un 10% del rendimiento de los tratamientos en estudio se debió a los elevados promedios obtenidos en la variable número de macollos por planta.

La altura de la planta de las accesiones de trigo favoreció en el incremento del rendimiento en un 57% por sus altos promedios obtenidos.

La variable evaluada de los días al espigamiento ayudó a tener un incremento del 14 % en el rendimiento de los tratamientos en estudio.

La reducción del rendimiento del cultivo de trigo fue afectada en un 38% por la alta presencia de enfermedades de la espiga como el Fusarium.

El decrecimiento en un 4% en el rendimiento del trigo fue debido al promedio elevados de la variable reacción a enfermedades foliares en el caso de BYVD.

Los días a la cosecha influyó en un 14% el incremento de rendimiento del cultivo por sus altos promedios presentados al momento de la evaluación.

El incremento en un 3 % en el rendimiento de los tratamientos en estudio se vio influenciado por sus altos promedios obtenidos en la variable número de espigas por metro cuadrado.

El 22% del incremento del rendimiento en el cultivo de trigo fue influenciado por los altos promedios obtenidos en la humedad del grano

La variable peso de mil granos influyó en un 37% en el incremento del rendimiento de las accesiones de trigo.

4.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.

Hipótesis H₀. El comportamiento agronómico de las cuatro líneas promisoras y la variedad mejorada de trigo no es igual bajo las condiciones agroecológicas de la Granja Experimental Laguacoto III.

Hipótesis H₁. El comportamiento agronómico de las cuatro líneas promisoras y la variedad mejorada de trigo es igual bajo las condiciones agroecológicas de la Granja Experimental Laguacoto III.

De acuerdo a los resultados estadísticos obtenidos en la presente investigación, se pudo evidenciar que existió diferencias estadísticas significativas y altamente significativas en los tratamientos en estudio, procediendo aceptar la hipótesis alterna y rechazar la nula, determinado que los tratamientos en estudio presentaron características agronómicas adecuadas en la zona agroecológica en estudio.

4.4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

Mediante el análisis e interpretación de los datos tenemos las siguientes conclusiones:

- El comportamiento agronómico de las cuatro líneas promisoras y una variedad mejorada de trigo del INIAP fue diferente bajo las condiciones agroecológicas de la Graja Experimental Laguacoto III-UEB mediante los resultados obtenidos de los datos evaluados.
- Las características agronómicas de las cinco accesiones de trigo tuvieron diferente comportamiento en la zona agroecológica en estudio, obteniendo en las variables agronómicas una respuesta estadística significativa; número de macollos por planta, altura de la planta, y reacción a enfermedades de la espiga como el Fusarium y una significancia estadística altamente significativa en los días al espigamiento días a la cosecha y reacción a enfermedades foliares como (BYVD).
- Las principales enfermedades que presentó el cultivo fueron Roya amarilla (*P.striiformis*), Roya de la hoja (*P.tritici*), BYVD, y Fusarium. Registrando un promedio de 8,33% de incidencia de Roya amarilla en el T5 que corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA-2014, una presencia de 7 % incidencia de Roya de la hoja en el T2 que se identifica con la línea TA-19-003 siendo el promedio más alto, mostrándose medianamente resistentes al ataque de estas enfermedades, presentado una escala 3 de BYVD en los tratamientos T2 y T4 que corresponde a la línea TA -20.001 según la escala de Zadoks misma que se utilizó para evaluar las enfermedades y presentando un mayor promedio de Fusarium en el T2 con 65% de incidencia de esta enfermedad.

- El rendimiento promedio entre las accesiones de trigo fue de 1,03 kg/parcela y 2822,23 kg/ha determinado que no hubo diferencias estadísticas en el rendimiento del cultivo en la zona agroecológica en estudio. Obteniendo el promedio más alto en el T3 que corresponde a la línea promisoría TA-19-008 con 1,18 kg/parcela y un rendimiento de 3231,58 kg/ha.
- Con la realización de esta investigación las accesiones que presentaron una buena calidad de grano y un peso hectolítrico más alto fueron los tratamientos T3 que corresponde a la línea TA-19-008 y T5 que se identifica con la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con un grano de color rojo.
- En cuanto a las variables cualitativas como: vigor de la planta, hábito de crecimiento o porte, tipo de grano y color presentaron una escala intermedia mientras que en la evaluación del tipo de paja presentó un tallo fuerte según la escala de Zadoks misma que fue utilizada para la evaluación de estos parámetros.

Recomendaciones

- Seguir realizando este tipo de evaluaciones en otra zona agroecológica para obtener más información sobre el comportamiento de estas accesiones de trigo que permita a futuro poder liberar una nueva variedad de trigo que sea apta para el consumo y comercialización de nuestros productores.
- Mantener los convenios de cooperación con entidades de investigación como el INIAP que aportan a seguir realizando investigaciones que permite buscar el mejoramiento productivo de nuestros agricultores.
- Socializar los diferentes resultados obtenidos en este tipo de investigaciones con entidades gubernamentales dedicadas al ámbito de investigaciones en bien de nuestra agricultura para que sean partícipes de la transferencia de tecnología a los productores.
- Para la zona agroecológica en estudio se recomienda una densidad de siembra de 180 kg/ha la misma que permite tener un buen porcentaje de germinación en este tipo de suelos que son compactos y a la vez un buen número de macollos por planta que permite tener un buen rendimiento en la cosecha.
- La fertilización adecuada para obtener un rendimiento de 4 toneladas por hectárea es de 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fósforo (P₂O₅), 50 kg de Potasio (K₂O) y 20 kg de Azufre (S), 1 kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 kg de Calcio (Ca). Aplicando 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15+EM (elementos menores), lo que significa que el 20% del Nitrógeno, junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. Y al momento del macollamiento aplicar el 80% restante del Nitrógeno.

- Es importante recabar información sobre los factores medios ambientales que también son influyentes en el cultivo y que ayudan a una mejor recepción de los datos para conocer de mejor manera el comportamiento agronómico de estas cuatro líneas promisoras y la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar. (2008). Naturales y del Ambiente 2007-2008.

Carrera, M. (2005). Prontuario de agricultura. Cultivos agrícolas. Universidad Agricultura.

Chaverra Velez. (2022). Proyecto Final. In Noviembre (pp. 1–30).

<https://www.mendeley.com/reference-manager/library/all-references>

Chuquitarco, P. (2015). Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L). Mediante el apoyo de investigación participativa en las localidades el Chan y San Ramón del cantón Latacunga, Cotopaxi.

CIMMYT. (2021). Investigación del trigo – CIMMYT.

<https://www.cimmyt.org/es/nuestro-trabajo/trigo/#:~:text=El Programa Global de Trigo del CIMMYT es, 60 millones de hectáreas en todo el mundo.>

Cuniberti, M. B. (2011). Trigo: Muestreo En Pre-Cosecha y Clasificación.

Enrique Saltos Morales, C. (n.d.). La Provincia Bolívar.

Estrella Hé. (2017). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Tesis, 1–55.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14598/1/UPS-QT12240.pdf>

Falconí, E. (2014). INIAP -Estación Experimental Santa Catalina.

Fernandes, H. P. (2014). Evaluación de Fungicidas para el Control de Roya Amarilla (*Puccinia striiformis* F. Sp. Tritici) del Trigo (*Triticum Aestivum* L.). Cutuglahua, Mejía.

Fornazzari, C. J. (n.d.). Variedades de trigo recomendadas por INIAP para el borde costero de la región de la Araucanía. 55–68.

Garófalo, J. (2018). Evaluación del efecto de la omisión de nutrientes y determinación de la eficiencia agronómica del nitrógeno en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) En la provincia de Imbabura. 70.

- INIAP. (n.d.). INIAP presentó oferta tecnológica en semillas durante la “Expo Arroz 2019 Santa Lucía”–Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Ledesma, A. M. V. (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. Proyecto. In (Issue 8.5.2017).
- Liseth, Á. I. M. (2016). Universidad Técnica de Cotopaxi Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Louwagie, M., Kieffer-Jaquinod, S., Dupierris, V., Couté, Y., Bruley, C., Garin, J., Dupuis, A., Jaquinod, M., & Brun, V. (2012). Introducing AAA-MS, a rapid and sensitive method for amino acid analysis using isotope dilution and high-resolution mass spectrometry. *Journal of Proteome Research*, 11(7), 3929–3936.
- <https://doi.org/10.1021/pr3003326>
- Manangón, P. (2014a). 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. Universidad Politécnica Salesiana, 26–111.
- Manangón, P. (2014b). 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. Universidad Politécnica Salesiana, 111.
- <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Mayta, F., Chuquija, J., & Sevillano, R. H. (2014). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. *Agro Banco*, 286.
- Milán., E. A. Q., & YAZUMA, C. M. H. (n.d.). Tesis Final Edison y Cristian 01.
- Molina, C. O. (n.d.). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable, Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable.
- Montenegro, D. (2012). Respuesta agronomica de trece lineas y dos variedades de

trigo rojo (*Triticum vulgare* L.), en la parroquia La Paz, provincia del Carchi. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1–92.

Morales, E. R. (2015). Manejo de Los Cultivos Andinos del Ecuador. En la ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas).

Naturales, R., & Ambiente, Y. D. E. L. (2011). Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Bolívar, Evaluación agronómica de dos híbridos de romanesco, (*Brassica oleracea* L.) con cuatro tipos de fertilización orgánica y química, comunidad de Lagunacoto cantón Guaranda., 99.

[Http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria Agronomica/95.pdf](http://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/IngenieriaAgronomica/95.pdf)

Noroña, P., Ponce Molina, L., Campaña, D., & Garófalo, J. (2019). Actividades de Investigación en Cereales. En Programa de Cereales Estación Experimental Santa Catalina Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Issue 175, p. 51).

[Https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588](https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588)

Patricio, P. C. E. (2017). Relación del Sector Agrícola del Trigo en la Producción de harina en la Provincia de Pichincha - Ecuador.

Ponce-Molina, L., Campaña, D., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). Actividades de Investigación en Cereales Año 2019. In INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2020 (Issue 175).

[Https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588](https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588)

Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales (Issue 111).

[Https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391](https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391)

Quiñones. (2007). Universidad Austral de Chile. *In Vitro*, 3, 1–23.

Quiñones Antivilo Francisco. (2007). Universidad Austral de Chile.

- Quispe, L. (2015). Caracterización de cuatro productos de harina de trigo. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Ciencias Puras y Naturales Carrera de Ciencias Químicas Caracterización, 1, 83.
- <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/18147/M284.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
- Ramírez Vázquez, J., Santa Rosa, R. H., Villaseñor Mir, H. E., López Herrera, E., Martínez Cruz, E., & Espitia Rangel, E. (2017). Evaluación de variedades y líneas uniformes de trigo harinero de temporal en Valles Alto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(3), 655–667.
- <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i3.325>
- Rivera, G. C. (2020). Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente Carrera de Ingeniería Agr. <http://webcache.googleusercontent.com/search?Q=cache:inpgwqyaw0J:www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/3694/1/TESIS%2520DE%2520GRADO%2520MAIZ%2520SUAVE.pdf+&cd=4&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
- Rodrigo, E., Morales, B., Cultivos, M. D. E., & Del, A. (n.d.). Andinos del Ecuador.
- Rodrigo, M. C. A. (2013). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Tesis, 1-100.
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Simón, M. R., & Fleitas, M. C. (2019). CAPÍTULO 6 Enfermedades de trigo.
- Soto F., Plana R., & Hernández Naivy. (2009). De las fases fenológicas del Trigo harinero (*Secale Wittmack*) y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 30(3), 32–36.
- Tacle, J. J. F. (2008). Naturales y del Ambiente 2007-2008.
- Terán, D. (n.d.). Introducción y evaluación agronómica de 7 cultivares
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/664/1/13T0687.pdf>
- Totoy, B. (2015). Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio

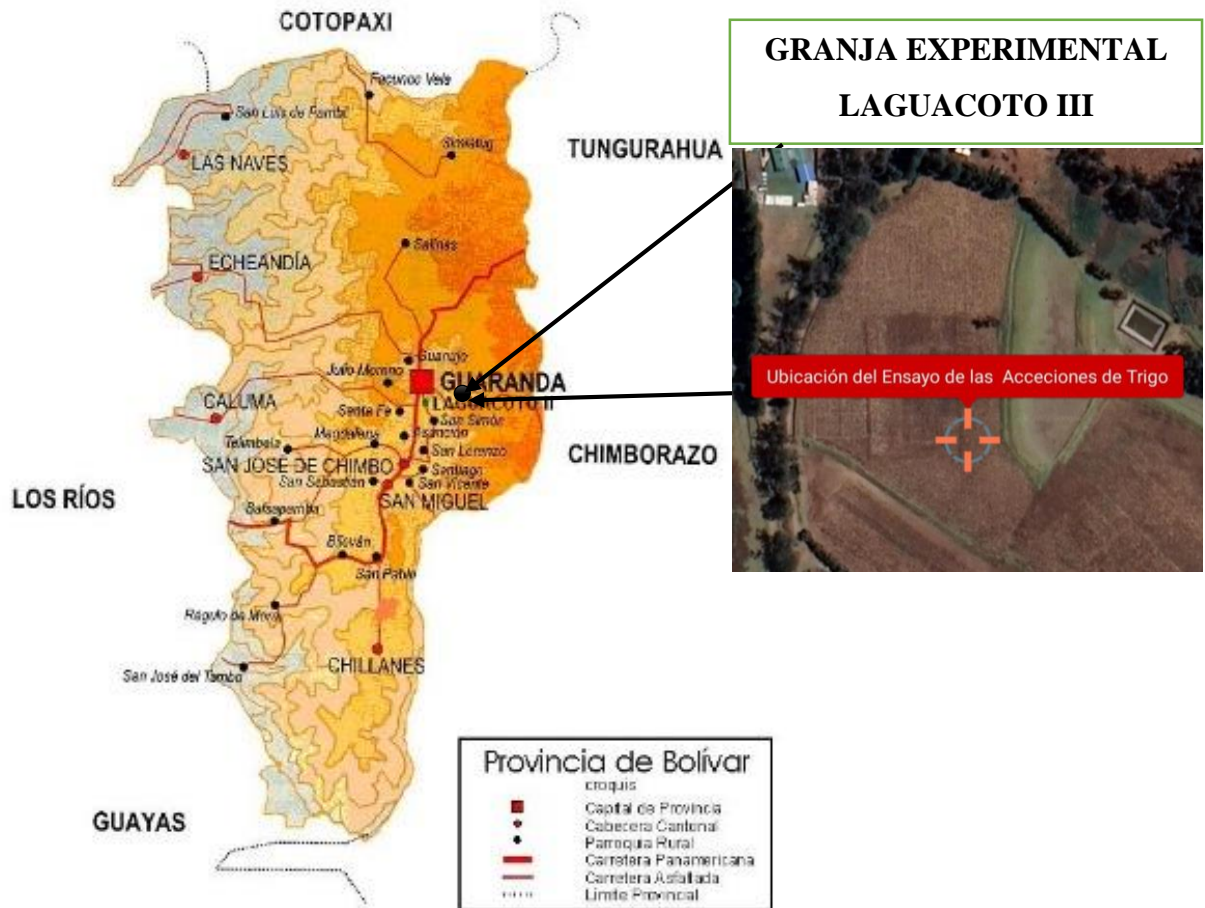
DSPACE, “Plan de comercialización para la línea de productos a base de Tagua de la Comuna dos Mangas, Parroquia Manglaralto, Cantón Santa Elena, 2013”, 6.

Vicente, P., & Londo, J. (2011). Evaluación agronómica de cinco materiales promisorios de trigo (*Triticum vulgare* L.) En dos localidades de la provincia de Chimborazo y una en la provincia de Bolívar. 1–104.

<https://pdfs.semanticscholar.org/c278/2f063de916665bc1df1db937eb81bd4527ef.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la investigación



Anexo 2. Base de datos general

Tratamientos	Repeticiones	% Emergencia en el campo	N° Plantas m ²	Vigor de la planta	N° Macollos por Planta	Habito de crecimiento	Altura de la planta	Días al Espigamiento	% Severidad Roya amarilla	% Severidad de Roya de la hoja	% Fusarium	BYDV	Días a la cosecha	Tipo de paja	N° espigas /m2	Tamaño de la espiga	N° de Granos por Espiga	Rendimiento/Parcela	Tipo de grano y color	Humedad del grano	Rendimiento kg/ha	Peso de mil granos	Peso hectolitrico
1	1	70	240	3	2	2	87,30	75	0	0	30	0	174	1	364	8,20	42	0,8976	1	13,80	2470,41	53,53	77,99
2	1	50	292	3	3	2	83,90	86	15	15	70	3	179	1	468	9,35	46	0,6697	3	13,60	1847,45	37,67	77,89
3	1	70	280	3	2	2	86,00	88	0	10	50	1	181	1	468	8,23	44	1,0373	2	14,40	2835,02	43,32	76,65
4	1	65	300	3	3	2	82,80	87	5	1	30	3	180	1	480	8,26	45	1,2048	1	14,30	3296,77	43,25	75,71
5	1	60	220	4	3	2	80,70	81	10	1	60	1	178	1	412	9,49	32	1,0626	2	14,30	2907,56	43,67	76,66
1	2	60	264	2	2	2	94,70	75	0	0	60	1	174	1	372	9,47	59	1,0630	1	13,70	2928,99	49,84	76,49
2	2	60	236	3	3	2	89,60	86	0	5	75	3	179	1	472	9,98	43	0,8971	2	13,90	2466,08	38,96	75,80
3	2	70	236	2	2	2	88,40	88	0	1	75	1	181	1	424	8,80	38	1,2791	2	14,20	3503,91	43,30	76,73
4	2	60	284	4	3	2	80,70	88	5	1	30	3	181	1	376	8,24	45	1,0173	1	14,50	2776,98	42,23	76,60
5	2	75	312	2	2	2	79,50	86	5	0	70	3	179	1	432	7,66	33	0,9197	3	14,40	2513,64	43,36	79,51
1	3	70	212	2	2	2	92,40	75	0	10	50	2	174	1	412	8,88	45	1,0899	1	14,00	2992,59	49,22	77,97
2	3	60	220	2	3	2	77,70	84	5	1	50	3	180	1	520	10,31	59	0,9854	2	14,00	2705,84	38,65	74,84
3	3	70	264	2	3	2	87,50	87	5	5	55	2	180	1	504	8,47	46	1,2293	2	14,50	3355,82	41,27	79,64
4	3	60	336	3	3	2	83,60	86	5	5	40	3	179	1	500	7,60	37	1,1766	1	14,60	3208,23	43,80	78,58
5	3	70	272	3	3	2	78,50	84	10	1	50	3	181	1	500	7,59	31	0,9257	2	14,60	2524,13	42,83	80,00

Anexo 3. Croquis del Ensayo



R III	R II	R I
T 5	T 4	T 1
T 2	T 2	T 2
T 1	T 5	T 3
T 4	T 3	T 4
T 3	T 1	T 5

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

ANEXOS DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS



Selección del lote



Preparación del terreno



División de parcelas y siembra



Control de malezas



Fertilización



Presentación en la visita de campo



Visita de campo por parte del tribunal



Cosecha



Trilla

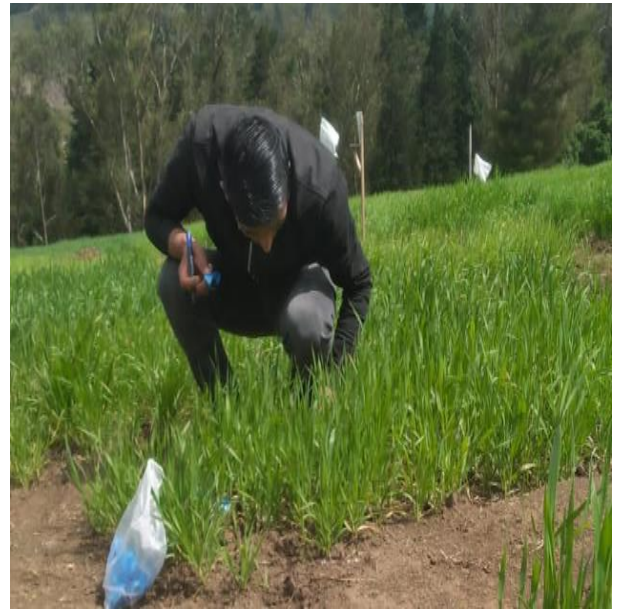


Secado del grano

ANEXOS DE LOS MÉTODOS EVALUADOS Y DATOS TOMADOS



Porcentaje de emergencia en el capo (PEC)



Plantas por metro cuadrado (PMC)



Vigor de la planta (VP)



Hábito de crecimiento o porte (HC)



Días al espigamiento (DE)



Reacción a enfermedades foliares (REF)



Altura de la planta (AP)



Reacción enfermedades de la espiga(REE)



Días a la cosecha (DC)



Tipo de paja (TP)



Evaluación del tamaño de la espiga (TE)



Rendimiento por parcela (RP)



Tipo de grano y color (TGC)



Humedad del grano (HG)



Peso de mil granos (PMG)



Peso hectolitrico (PH)

Anexo 5. Escala de Zadoks

Escala de Zadoks	Descripción
Z1.0	La semilla germina, el coleóptilo emergido alcanza la superficie del suelo
Z1.3 Z2.1	El cultivo tiene 3 hojas en el tallo principal; aparece el primer macollo
Z3.1	Primer nudo perceptible inicio de encañado
Z3.9	Hoja bandera totalmente emergida
Z5.5	El 50% de la espiga es visible.
Z6.0	Toda la espiga es visible
Z9.9	Madurez de cosecha

Anexo 6. Glosario de términos

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

Ahijamiento. - Hijado/ahijamiento: facultad de las gramíneas de crear nuevos individuos a partir de los meristemos axilares de la planta madre.

CIMMYT. - Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

Coleóptilo. - El coleoptilo, que es la estructura que emerge inicialmente desde la semilla hacia arriba, se aproxima a la superficie del suelo a través de la elongación del mesocotilo. En el momento en que el ápice del coleoptilo recibe estímulos lumínicos, aún bajo la superficie del suelo, reanuda su crecimiento, elongando y produciendo la emergencia de las plántulas.

Dística. - Disposición de las hojas en dos hileras, en un solo plano y a ambos lados de un eje. Arreglo relativo de órganos o partes distintas, con los integrantes en lados opuestos para formar dos filas (como el maíz o el trigo).

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

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

Fenotipo. - La expresión del fenotipo P es el resultado conjunto de la acción del genotipo (G) y el ambiente (E). El fenotipo de una planta es siempre la expresión de su genotipo, pero con una influencia relativamente fuerte del medio ambiente.

Además, el fenotipo no es eficaz para resolver las asociaciones negativas entre los genes (ligamiento, epistasis).

Filotaxia. - La filotaxia o filotaxis, es la disposición espacial de las hojas sobre las ramas o tallos es el segundo de los 4 elementos o caracteres que conforman la diagnosis dendrológica, cuando se trabaja de la mano con el carácter tipo de hoja se convierten en elementos diagnósticos de gran importancia ya que facilitan la identificación y agrupación preliminar de los diferentes taxones.

Genotipo. – El genotipo se refiere a la constitución genética completa de un individuo. A menudo se usa en un sentido más estricto para referirse al conjunto de alelos presentes en uno o más locus específicos. Así, el genotipo (G) es el código genético del vegetal, mientras que el fenotipo (F) es la expresión física de su composición genética, es decir, el resultado de las características genéticas en la interacción con el entorno.

Gluten. – Sustancia pegajosa y de color pardo, formada por proteínas, que se encuentra en la semilla del trigo y de otras gramíneas y que proporciona gran cantidad de energía al organismo. El gluten es la proteína de reserva más importante del trigo, el centeno, la cebada y muchos otros tipos de cereales, el propio gluten tiene un valor nutritivo reducido, pero es un buen emulsionante, portador de aromas y suministra agua, la atrae y la estabiliza. Por eso, el gluten se utiliza en la elaboración de comidas preparadas y salsas, usándose como excipiente. Además, también actúa como adhesivo al mantener unida la harina de trigo y, así, por ejemplo, hace que hornear el pan sea más sencillo.

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

Lixiviación. - La lixiviación se produce cuando la parte móvil de la reserva de nitrógeno mineral (nitrato) es arrastrado fuera de la zona de las raíces a causa de la lluvia intensa o un riego excesivo. Esto es ineficiente y muy perjudicial para el medio ambiente.

Mullir. - Acto de deshacer los terrones de los suelos hasta convertir- los en polvo (los suelos quedan suaves). Dar vuelta a la tierra para que esté más blanda y esponjosa

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

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

Peso hectolítrico. - Es el peso del grano en un volumen específico. Esto quiere decir que mientras mayor peso se alcanza mejor es la calidad del producto. Este peso debe ser estimado en kilogramos por hectolítro (kg hl-1), para ello empleamos una balanza para peso específico o hectolítrico. (Fotografía 11) Para evitar errores se debe realizar al menos tres mediciones al azar, para sacar un promedio.

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

Validar. - Validación es la acción y efecto de validar (convertir algo en válido, darle fuerza o firmeza). El adjetivo válido, por otra parte, hace referencia a aquello que tiene un peso legal o que es rígido y subsistente

Variedad. - La variedad agrícola es un grupo de plantas similares que debido a sus características estructurales y comportamiento se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie. La variedad comercial constituye un grupo de individuos dotados de características comunes de importancia industrial o agronómica y capaz de transmitirlo de una manera más o menos constante a sus descendientes. La variedad no tiene que estar constituida por un solo genotipo, pues se requiere que solo aquellos caracteres morfológicos y fisiológicos que en el curso del tiempo fueron utilizados para su selección se mantenga.