

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA



## “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA-IMBABURA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

### AUTOR/A:

Miguel Angel Catota Quimbiulco

### DIRECTOR/A:

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Ibarra, 2024

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

## “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA-IMBABURA”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación  
como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD

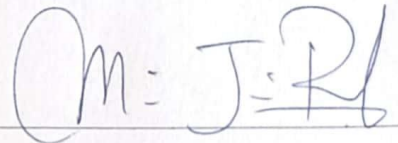
**DIRECTOR**



FIRMA

Ing. María José Romero, MSc

**MIEMBRO TRIBUNAL**



FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724439722		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Catota Quimbiulco Miguel Angel		
DIRECCIÓN:	Pichincha – Cayambe – Cangahua		
EMAIL:	macatotaq@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0994253664

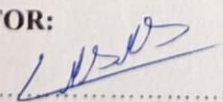
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura
AUTOR (ES):	Catota Quimbiulco Miguel Angel
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	31/01/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTORA:	Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, PhD

#### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de enero de 2024.

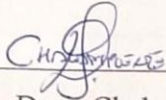
EL AUTOR:

  
.....  
Miguel Angel Catota Quimbiulco

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Miguel Angel Catota Quimbiulco, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 31 días del mes de enero del 2024



Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 31 días del mes de enero del 2024

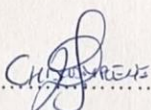
**Miguel Angel Catota Quimbiulco:** “Comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 31 días del mes de enero del 2024, 72 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD

**El objetivo principal de la presente investigación fue:** Evaluar el comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura.

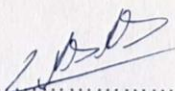
**Entre los objetivos específicos se encuentran:** 1. Comparar las características agromorfológicas de cuatro líneas promisorias de trigo, con respecto a una variedad mejorada de trigo. 2. Determinar la severidad de plagas y enfermedades en los materiales en estudio. 3. Analizar el rendimiento y los parámetros de calidad de grano en los materiales en estudio.



.....

Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**Directora de Trabajo de Grado**



.....

Miguel Angel Catota Quimbiulco

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*En la presente investigación quiero agradecer a Dios por darme esta gran bendición tan anhelada y permitirme cumplir uno de mis metas y sueños como es el terminar mis estudios universitarios, a mis padres por su comprensión, por el apoyo incondicional y sobre todo por la confianza hacia mi persona, fueron el pilar fundamental dándome muchas fuerzas, a la Universidad Técnica del Norte que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.*

*Al Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), al personal técnico: Ing. Luis Ponce, Ing. Javier Noroña e Ing. Javier Garófalo. A todos ellos gracias por la confianza y el apoyo brindado en la realización de mi proyecto de titulación,*

*A mi tutora Ing. Doris Chalampunte, PhD. y asesor Ing. María José Romero gracias por el apoyo moral y profesional brindado, en las circunstancias más relevantes. Las largas horas de su tiempo en la revisión, edición y guía de esta investigación jamás serán olvidadas.*

*Miguel Catota*

## **DEDICATORIA**

*A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi mejor ejemplo a seguir, por los valores inculcados que me han impulsado a ser mejor cada día, su perseverancia y esfuerzo es mi gran motivación para seguir adelante y no rendirme. A mi pareja, por sus palabras de ánimo y motivación. Sin ellos nada de esto hubiese sido posible, son mi mayor orgullo y fortaleza.*

*De igual manera gracias a mis queridos amigos, que me apoyaron, y me dejaron entrar en sus vidas durante estos 6 años de convivir en el aula de clases.*

*Miguel Catota*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
1.5 Hipótesis o preguntas directrices .....	5
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 Generalidades.....	6
2.1.1 Importancia económica y social del trigo en Ecuador .....	6
2.1.2 Descripción taxonómica.....	7
2.1.3 Descripción botánica del trigo .....	7
2.1.4 Etapas fenológicas.....	8
2.1.5 Condiciones edafoclimáticas.....	9
2.1.6 Manejo del cultivo .....	10
2.1.7 Enfermedades.....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
3.1 Caracterización del área de estudio.....	15
3.1.1 Ubicación geográfica .....	15
3.1.2. Características Climáticas .....	16
3.2 Materiales.....	16
3.2.1 Materiales, equipos, insumos y herramientas .....	16



3.3 Métodos.....	16
3.3.1 Factor en estudio .....	16
3.3.2 Diseño experimental .....	17
3.3.3 Características del experimento .....	17
3.3.4 Análisis estadístico.....	18
3.4 Variables evaluadas.....	18
3.4.1 Vigor de la planta.....	18
3.4.2 Hábito de crecimiento .....	19
3.4.3 Días al espigamiento .....	20
3.4.4 Altura de la planta .....	20
3.4.5 Tipo de paja.....	21
3.4.6 Tamaño de espiga.....	22
3.4.7 Número de granos por espiga.....	22
3.6.8 Rendimiento de grano .....	22
3.6.9 Peso de mil granos .....	23
3.6.10 Peso hectolítrico.....	23
3.4.11 Tipo y color de grano .....	24
3.4.12 Reacción a enfermedades.....	25
3.7 Manejo específico del experimento .....	27
3.7.1 Selección del lote .....	27
7.3.2 Preparación del suelo .....	27
7.3.3 Desinfección de semilla .....	28
7.3.4 Siembra .....	28
7.3.5 Fertilización .....	29
7.3.6 Control de malezas.....	30
7.3.7 Controles fitosanitarios .....	30
7.3.8 Cosecha .....	30
7.3.9 Trilla.....	31
7.3.10 Secado de la semilla.....	32
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>33</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Vigor de la planta.....	33

4.2 Hábito de crecimiento .....	34
4.3 Días de espigamiento .....	35
4.4 Altura de la planta .....	36
4.5 Tipo de paja.....	38
4.6 Tamaño de espiga.....	39
4.7 Número de granos por espiga.....	40
4.8 Rendimiento de grano .....	42
4.9 Peso hectolítrico.....	43
4.10 Peso de 1000 granos.....	44
4.11 Tipo y color de grano .....	45
4.12 Reacción a enfermedades.....	47
4.12.1 Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus,) BYDV .....	47
4.12.2 Roya de la hoja.....	48
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>50</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	50
5.2 RECOMENDACIONES .....	51
<b>V. REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Requerimientos del cultivo de trigo.</i> .....	11
Tabla 2 <i>Caracterización del área de estudio</i> .....	15
Tabla 3 <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas en el estudio.</i> .....	16
Tabla 4 <i>Líneas y variedad mejorada de trigo</i> .....	16
Tabla 5 <i>Descripción de la unidad experimental</i> .....	18
Tabla 6 <i>Análisis estadístico</i> .....	18
Tabla 7 <i>Escala de evolución</i> .....	19
Tabla 8 <i>Escala de hábito de crecimiento</i> .....	19
Tabla 9 <i>Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.</i> .....	21
Tabla 10 <i>Escala de evaluación para tipo de grano en trigo</i> .....	24
Tabla 11 <i>Escala para determinar el tipo de reacción en royas</i> .....	25
Tabla 12 <i>Escala para determinar el grado de daño por virosis</i> .....	26
Tabla 13 <i>Análisis de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable vigor de la planta</i> .....	33
Tabla 14 <i>Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable hábito de crecimiento</i> .....	34
Tabla 15 <i>Análisis de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable días de espigamiento</i> .....	35
Tabla 16 <i>Análisis de varianza para la altura de planta en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	37
Tabla 17 <i>Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable tipo de paja</i> .....	38
Tabla 18 <i>Análisis de varianza para el tamaño de espiga en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	39
Tabla 19 <i>Análisis de varianza para el número de granos en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	40
Tabla 20 <i>Análisis de varianza para el rendimiento Tn/ha de la planta en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	42
Tabla 21 <i>Análisis de varianza para el peso hectolítrico de planta en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	43

Tabla 22 <i>Análisis de varianza para el peso de 1000 granos en variedades y líneas promisorias de trigo</i> .....	44
Tabla 23 <i>Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos tipo y color de grano</i> .....	45
Tabla 24 <i>Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable virus del enanismo</i> .....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Mapa del área designada para el estudio</i> .....	15
Figura 2	<i>Diseño experimental del estudio</i> .....	17
Figura 3	<i>Evaluación de la variable vigor</i> .....	19
Figura 4	<i>Evaluación de la variable hábito de crecimiento</i> .....	20
Figura 5	<i>Evaluación de días al espigamiento</i> .....	20
Figura 6	<i>Evaluación de la variable altura de la planta</i> .....	21
Figura 7	<i>Evaluación de la variable tipo de paja</i> .....	21
Figura 8	<i>Evaluación de la variable tamaño de espiga</i> .....	22
Figura 9	<i>Evaluación de la variable número de granos por espiga</i> .....	22
Figura 10	<i>Evaluación de la variable rendimiento de grano</i> .....	23
Figura 11	<i>Evaluación de la variable peso de mil granos</i> .....	23
Figura 12	<i>Evaluación de la variable peso hectolítrico</i> .....	24
Figura 13	<i>Evaluación de la variable tipo y color de grano</i> .....	24
Figura 14	<i>Escala de severidad de roya de la hoja</i> .....	25
Figura 15	<i>Tipo de reacción para roya de la hoja (Puccinia triticina)</i> .....	26
Figura 16	<i>Evaluación de la variable virus del enanismo amarillo</i> .....	27
Figura 17	<i>Selección del lote, para la investigación (limpieza)</i> .....	27
Figura 18	<i>Preparación del lote con maquinaria agrícola</i> .....	28
Figura 19	<i>Entrega de semilla por parte del INIAP ya desinfectada</i> .....	28
Figura 20	<i>Siembra del ensayo</i> .....	29
Figura 21	<i>Fertilización del ensayo</i> .....	29
Figura 22	<i>Control de malezas</i> .....	30
Figura 23	<i>Cosecha del ensayo</i> .....	31
Figura 24	<i>Trilla del trigo</i> .....	31
Figura 25	<i>Secado y medición de la humedad de la semilla</i> .....	32
Figura 26	<i>Resultados del vigor de las cuatro líneas promisorias y una línea mejorada de trigo</i> .....	33
Figura 27	<i>Datos obtenidos del hábito de crecimiento en las líneas y una variedad mejorada de trigo</i> .....	34
Figura 28	<i>Resultados obtenidos con respecto a días de espigamiento</i> .....	36

Figura 29 <i>Altura obtenida en las 4 líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo</i> .....	37
Figura 30 <i>Resultados del tipo de paja de las líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo</i> .....	38
Figura 31 <i>Resultados obtenidos de tamaño de la espiga (cm)</i> .....	40
Figura 32 <i>Resultado de número de granos de 4 líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo</i> .....	41
Figura 33 <i>Rendimiento de líneas y una variedad mejorada</i> .....	42
Figura 34 <i>Resultados de peso hectolítrico</i> .....	43
Figura 35 <i>Datos del peso de 1000 granos de las líneas y una variedad mejorada de trigo</i> .....	44
Figura 36 <i>Resultados tipo y color de grano</i> .....	46
Figura 37 <i>Datos obtenidos de la variable BYBV en las líneas y una variedad mejorada de trigo</i> .....	48
Figura 38 <i>Porcentaje de severidad de roya de hoja (p. triticina)</i> .....	49

**TÍTULO:** “Comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura”

Catota Quimbiulco Miguel Angel:

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: macatotaq@utn.edu.ec

## RESUMEN

El trigo (*Triticum aestivum* L.), es cultivado en torno al mundo porque es de gran importancia en la dieta alimenticia, el Ecuador importa el 98% y el 2% es producido de forma local, debido a la baja productividad. El ensayo se ejecutó en la Universidad Técnica del Norte, Campus la Pradera, en conjunto con el Programa de Cereales de INIAP. El objetivo fue determinar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada, bajo las condiciones agroecológicas, con el propósito de identificar que líneas o variedad mejorada demuestra una mejor adaptación y rendimiento. Para la evaluación de las líneas y variedad mejorada de trigo se empleó la metodología propuesta por el manual del INIAP 2019, el cual nos permitió evaluar las diferentes variables. El análisis de los resultados permitió determinar que la línea promisoriosa TA-18-008 demostró una alta adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona de investigación. Con un espigamiento a los 55 días, altura 92.63 cm y un tipo de paja intermedio que soporta parcialmente el viento y el acame. La línea promisoriosa que menor susceptibilidad presento para el virus del enanismo amarillo (*Barley Yellow Dwarf Virus*), fue TA-18-008 en escala 3 con el 100%, presentando amarillamiento moderado por otro lado, la severidad de roya de hoja (*Puccinia triticina*) presento leve severidad con el 6.67%. Además, para los parámetros de rendimiento se obtuvo resultados para la línea TA-18-008 de 5 tn ha<sup>-1</sup> y una media de peso hectolítrico de 70.96 kg hl<sup>-1</sup>. La línea que sobre sale en comparación con la variedad es TA1-18-008

**Palabras claves:** rendimiento, adaptación, líneas promisorias, *Puccinia triticina*

**TITLE:** “Agronomic behavior of five promising lines of wheat (*Triticum aestivum* L.) at the Pradera Experimental Farm, Chaltura-Imbabura”

Catota Quimbiulco Miguel Angel:

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: macatotaq@utn.edu.ec

### **ABSTRACT**

Wheat (*Triticum aestivum* L) is grown around the world because it is of great importance in the diet; Ecuador imports 98% and 2% is produced locally, due to low productivity. The trial was carried out at the Universidad Técnica del Norte, Campus la Pradera, in conjunction with the INIAP Cereal Program. The objective was to determine the agronomic behavior of four promising lines and an improved variety, under agroecological conditions, with the purpose of identifying which lines or improved variety demonstrate better adaptation and performance. For the evaluation of the lines and improved variety of wheat, the methodology proposed by the INIAP 2019 manual was used, which allowed us to evaluate the different variables. The analysis of the results allowed us to determine that the promising line TA-18-008 demonstrated high adaptability to the agroecological conditions of the research area. With heading at 55 days, height 92.63cm and an intermediate type of straw that partially supports wind and lodging. The promising line with the lowest susceptibility to the Barley Yellow Dwarf Virus was TA-18-008 on scale 3 with 100%, presenting moderate yellowing on the other hand, the severity of leaf rust (*Puccinia triticina*). presented mild severity with 6.67%. In addition, for the performance parameters, results were obtained for the TA-18-008 line of 5 tn ha<sup>-1</sup> and an average hectoliter weight of 70.96 kg hl<sup>-1</sup>. The line that stands out compared to the variety is TA1-18-008.

**Keywords:** performance, adaptation, promising lines, *Puccinia triticina*



## CAPÍTULO I

### I. INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

Los cereales son parte fundamental de la dieta humana y se cultivan y consumen desde hace miles de años. Este grano es fuente de importantes nutrientes, como carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales, aportando generalmente entre 300 y 350 kilocalorías por 100 gramos, lo que supone una importante fuente de energía en la dieta. Su versatilidad y adaptabilidad a una amplia gama de condiciones de cultivo han contribuido a su importancia nutricional global. Algunos de los cereales más comunes incluyen el trigo, el arroz, el maíz, la avena, la cebada y el centeno. Cada uno tiene sus propias características nutricionales y se utiliza de diversas formas (Cerutti, 2019).

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cereal más importante a nivel mundial, para su cultivo se destinan 217.000.000 hectáreas (ha), y la producción global alcanza las 620.000.000 de toneladas métricas (Tm) al año. El trigo es uno de los cereales más importantes del Ecuador, junto con el arroz, la cebada y el maíz. El consumo nacional de trigo en el Ecuador supera las 450.000 toneladas métricas al año, por lo que el consumo per cápita es superior a los 30 kg al año. Sin embargo, Ecuador importa el 98% del trigo que necesita el país y sólo el 2% se suministra localmente. Esto demuestra que el trigo es un cultivo fundamental para la seguridad alimentaria y la economía del país (Garófalo et al., 2011).

El programa de cereales del INIAP genera, evalúa y selecciona germoplasma con características deseables y adaptadas a las principales zonas agroecológicas del Ecuador. Identifican germoplasma resistente a las principales enfermedades, que son las principales causas de la reducción del rendimiento de los cultivos de cereales. La forma más económica de combatir enfermedades es utilizar variedades resistentes. Las enfermedades más importantes de este cultivo incluyen enfermedades causadas por patógenos biotróficos, como las royas, que causan los mayores daños al cultivo, debido a sus cualidades de intensidad y momentos ontogénicos del cultivo en que ataca (Ponce et al., 2021).

El INIAP desarrolló una variedad de trigo “INIAP-Imbabura 2014” que presenta características de grano rojo, potencial de rendimiento genético de 6 t/ha; y tiene un alto nivel de resistencia a enfermedades como roya amarilla, roya de la hoja, espiga de fusarium y Helminthosporiosis, las cuales son factores determinantes para el desarrollo de las plantas. Agronómicamente INIAP-Imbabura 2014 presenta buena adaptación en las regiones trigueras de las Sierras Norte, Central y Sur del Ecuador y su mejor comportamiento se observa entre los 2.200 a 3.000 metros sobre el nivel del mar (Falconi et al., 2014).

## 1.2 Problema

Uno de los problemas actuales es que las variedades actuales de trigo pierden con el tiempo su resistencia a enfermedades roya, *Puccinia* ssp. y sus rendimientos disminuyen (no superan 1 tn/ha). Además, cualquier variedad que sea resistente al hongo causante corre el riesgo de perder su resistencia en unos pocos años a medida que surjan nuevas razas del hongo (Ponce et al., 2022).

Las enfermedades fúngicas que afectan a los cultivos de trigo se han convertido en un problema generalizado debido a la intensidad de sus síntomas y las pérdidas de cultivos hasta el 80%. Las infecciones por hongos y la importancia que pueden alcanzar dependen de las condiciones climáticas favorables para su desarrollo durante el ciclo de cosecha del trigo y de algunos aspectos fitosanitarios del manejo del cultivo, principalmente la elección de la variedad a sembrar, la época de siembra, el sistema de labranza utilizado, el cultivo, rotación y uso de fertilizantes. Además, cualquier variedad que sea resistente al hongo causante corre el riesgo de perder su resistencia en unos pocos años a medida que surjan nuevas razas del hongo (Quishpe, 2011).

Las políticas del sector agrícola representan un problema, falta de crédito, importación indiscriminada de productos y subproductos, falta de mercado para el producto nacional y baja inversión en agricultura (mecanización y almacenamiento). Éstos son algunos de los problemas trascendentales de los que es responsable el gobierno central. La gestión inadecuada, la falta de modernización y la aplicación limitada de nuevas tecnologías en la agricultura son cuestiones muy delicadas, ya que la mayoría de los agricultores son agricultores de subsistencia y no tienen acceso a tecnologías modernas, capacitación ni asesoramiento técnico; aspectos fundamentales para fomentar el cultivo de cereales (Ponce et al., 2023).

Existe otro factor como es el desconocimiento de las nuevas variedades de trigo y su capacidad de aprovecharlas, así como en donde obtener la semilla, es otro de los motivos en su mayoría manifestados por los agricultores del área, lo que nos motiva a averiguar sobre variedades promisorias y la mejor elección en cultivo (Merino, 2020).

### 1.3 Justificación

Las líneas diferenciales son germoplasmas que portan genes específicos que se sabe confieren cierta resistencia a enfermedades importantes como la roya, por esta razón, es necesario que el proceso de investigación con mejoramiento genético proporcione continuamente al agricultor nuevas variedades adaptadas con características de resistencia y alto rendimiento. La forma más económica y ecológicamente sostenible de controlar las enfermedades es utilizar germoplasma resistente a estas enfermedades, trabajo que es llevado a cabo por los entes de investigación nacional como el INIAP en Ecuador (Ponce et al., 2022).

Los métodos de mejoramiento genético utilizados en el Programa de Cereales del INIAP para producir germoplasma de trigo con características deseables incluyen: hibridación y/o hibridación, retrocruzamiento e introducción desde centros internacionales; el uso de métodos de pedigrí, métodos de población, métodos de combinación, método de progenie de semilla única y método de selección asistida como herramientas adicionales.

Las poblaciones de material segregante son producto de cruces formados por genotipos muy diferentes, y en cada generación deben seleccionarse individuos diferentes. Los métodos de selección utilizados en el programa de granos son los siguientes: Masal, que incluye todas las plantas del campo cosechado, formando una muestra uniforme; selección masiva, que selecciona varias plantas o espigas con características morfológicas similares en una parcela y luego forma una sola muestra y pedigrí. Implica seleccionar plantas o espigas con buenas características morfológicas y resistencia a enfermedades en cada parcela y mantenerlas por separado para el siguiente ciclo (Ponce et al., 2019).

Mediante esta investigación se evaluará el comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del Programa de Semillas del INIAP, el objetivo es obtener fuentes de resistencia para desarrollar programas de mejoramiento genético, una práctica muy útil para desarrollar cultivos eficientes, que se puedan cultivar con menores costos de producción debido a la reducción de fungicidas y, sobre todo, que tengan menos impacto negativo en el medio ambiente.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar el comportamiento agronómico de cinco líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la Granja Experimental la Pradera, Chaltura-Imbabura.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Comparar las características agromorfológicas de cuatro líneas promisorias de trigo, con respecto a una variedad mejorada de trigo.
- Determinar la severidad de plagas y enfermedades en los materiales en estudio.
- Analizar el rendimiento y los parámetros de calidad de grano en los materiales en estudio.

## **1.5 Hipótesis o preguntas directrices**

### **Hipótesis**

**Ho.** Las cuatro líneas promisorias de trigo no presentan diferencias en el comportamiento agronómico con respecto a la variedad mejorada.

**Ha.** Al menos uno de los materiales presenta diferencias en el comportamiento agronómico

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Generalidades

El trigo se presenta como una planta originaria del continente asiático, sus orígenes se remontan al año 6000 a.C. en la antigua Mesopotamia, en los actuales países de Jordania, Siria, Turquía e Irak. Las variedades de trigo conocidas hoy en día han sido domesticadas por los humanos y con el tiempo evolucionaron mediante la diferenciación del genoma y el cruzamiento con otras variedades de trigo silvestre (Iglesias et al., 2021). Las especies nativas de trigo son la espelta (*Triticum spelta*), el farro (*Triticum diococcum*) y la escanda (*Triticum monococcum*) (Juárez et al., 2014). En el género *Triticum* existen al menos 30 especies, de las cuales se han reconocido 16 especies no silvestres, de las cuales sólo dos, el trigo harinero (*Triticum aestivum*) y el trigo duro (*Triticum durum*), se cultivan en todo el mundo. El trigo harinero (*Triticum aestivum*) cubre el 90% del área total de cultivo de trigo en el mundo, mientras que el trigo duro (*Triticum durum*) representa el 9%, el resto está cubierto por especies de trigo menos importantes (Iglesias et al., 2021).

#### 2.1.1 Importancia económica y social del trigo en Ecuador

El trigo no es un cultivo de importancia agrícola en el Ecuador, pero, junto con el arroz y la cebada, es el grano más importante del país, con un consumo de más de 450.000 toneladas/año, lo que corresponde a un consumo per cápita de unos 30 kg/año (ASEMOL, 2019).

Según ASEMOL (2019), el trigo ecuatoriano es un 70% más caro que el trigo internacional. El sector molinero en Ecuador compra trigo a un precio de 22.00 USD el quintal y apoya a los agricultores con capacitación y asistencia técnica en el cultivo.

Según el informe de coyuntura del Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017), la producción de trigo en el país fue de 5803 toneladas, lo que representó el 0.5% del requerimiento total de trigo. Por tanto, el país tiene que importar trigo para satisfacer la demanda nacional.

### **2.1.2 Descripción taxonómica**

La clasificación taxonómica según Robles (1991) se presenta a continuación:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Pooideae

Tribu: Triticeae

Género: *Triticum*

Especie: *Triticum aestivum*

### **2.1.3 Descripción botánica del trigo**

Según Allende et al. (2016) las partes de la planta de trigo se pueden describir de la siguiente manera:

#### **Raíz**

Las raíces del trigo tienen forma de mechón y suelen medir más de un metro, aunque alrededor del 50% de las raíces se encuentran en los primeros 25 cm del suelo. El crecimiento de las raíces permanentes comienza cuando se tiene en cuenta el crecimiento completo de las raíces del trigo en la caña de azúcar. La densidad de las raíces varía según la especie de trigo; en terrenos de secano las raíces tienen una densidad menor que en terrenos de regadío.

#### **Tallo**

Los tallos del trigo son tallos rectos y cilíndricos de tipo herbáceo, poco ramificados y huecos. Generalmente tiene 6 nudos y mide entre 60 y 120 cm de largo, aunque varía según la especie de trigo cultivada.

#### **Hojas**

Las hojas son alargadas, rectas, paralelas y puntiagudas, de 15 a 25 cm de largo. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas. De cada nudo nace una hoja, compuesta por una vaina y una lámina, entre estas dos partes hay una llamada cuello, de cuya parte lateral surge una extensión llamada aurícula.

#### **Inflorescencia**

Cuando finaliza el macollamiento, el tallo comienza a crecer, mientras que el tallo se alarga en la fase de caña. Al final del desarrollo del tallo aparece la espiga, cubierta por la última hoja. Las mazorcas constan de 15 a 25 espiguillas, que están dispuestas alternativamente a derecha e izquierda alrededor del raquis de una hoja. Cada espiguilla tiene dos brácteas externas llamadas glumas y contiene de tres a cinco antecios dispuestos sobre una raquila. Cada una de las antecios consta de una lemma, una pálea y una flor. Normalmente una o dos antecios son estériles, de modo que se producen un máximo de dos o tres flores fértiles por espiguilla.

### **Flores**

Cada flor consta de tres estambres y dos estigmas pinnados que surgen directamente del ovario; En la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes llamadas lodículas o glumélules. Todas estas estructuras están protegidas por dos brácteas del antecio (Lema, la más externa, y Palea, la más interna). El trigo es una planta autopolinizante, lo que significa que la flor se fertiliza antes de abrirse. Cuando las antenas aparecen en el exterior, la flor ya ha sido fecundada.

### **Granos**

Los granos son de forma ovalada con extremos redondeados. El endospermo es una reserva alimenticia para el embrión, que constituye el 82% del peso del grano.

#### **2.1.4 Etapas fenológicas**

Según Muñoz (2020) reconocer las etapas fenológicas del trigo es importante para adecuar el manejo del cultivo, a continuación, se describen las diversas etapas:

- Periodo vegetativo, desde la siembra hasta el inicio del azote.
- Periodo de reproducción, desde la brotación hasta la finalización del empernado.
- El período de maduración comprende desde el final del período postal hasta el momento de la cosecha.

##### **2.1.4.1 Germinación**

El período de germinación y enraizamiento del trigo es muy importante para la futura cosecha de cereales. Las semillas de trigo necesitan humedad, temperatura suficiente y aire circundante para germinar.

##### **2.1.4.2 Ahijamiento**

El tallo del trigo tiene forma de caña (con gajos y uniones), cada nudo tiene un brote que da origen a las hojas. Cuando los segmentos se alargan junto con el crecimiento



(inclinación), se puede observar que cada hoja crece a una altura diferente en segmentos sucesivos.

#### **2.1.4.3 Encañado**

Ocurre cuando la temperatura comienza a subir, los nudos pierden su capacidad de producir descendencia y los segmentos del tallo comienzan a alargarse. Por tanto, el azote consiste en el crecimiento del tallo con alargamiento de los entrenudos.

#### **2.1.4.4 Espigado**

El período de "rendimiento" es el período de máxima actividad fisiológica, con máxima transpiración y extracción de humedad y alimento del suelo.

#### **2.1.4.5 Maduración**

El período de maduración comienza en la "maduración lechosa" cuando las hojas inferiores están secas, pero las tres hojas superiores y el resto de la planta son verdes, luego ocurre la "maduración pálida", donde solo los gajos permanecen verdes. la planta adquiere el color característico del trigo seco, adquiriendo el grano su color definitivo (Muñoz, 2020).

### **2.1.5 Condiciones edafoclimáticas**

El trigo se cultiva óptimamente a una altitud de 4500 metros sobre el nivel del mar, sin embargo, el trigo en todo el mundo se desarrolla en altitudes entre 2200 y 2600 metros sobre el nivel del mar, además el cultivo requiere una temperatura media anual de 15 a 23°C y una precipitación anual de 750 a 900 mm (Miller, 2000).

#### **2.1.5.1 Temperatura**

La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo de las plantas de trigo está entre 10 y 24 °C, pero lo que importa es el número de días que pasan para alcanzar una cantidad de temperatura llamada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados día. La integral térmica del trigo varía mucho según la variedad. Idealmente, se puede decir que el trigo de otoño tiene una integral térmica de entre 1.850 °C y 2.375 °C. La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado alta en primavera o durante la maduración. Si la cantidad total de lluvia durante el ciclo de crecimiento es baja y muy intensa en primavera, puede ocurrir cizallamiento (Duval et al., 2013).

### **2.1.5.2 Humedad**

Se ha demostrado que en años secos el trigo puede crecer bien con 300 o 400 mm de lluvia, siempre que esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera (Solier, 2009).

### **2.1.5.3 Suelo**

El trigo requiere un suelo profundo para un buen desarrollo del sistema radicular. Debido a su escasa permeabilidad, el suelo arcilloso retiene demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. Por otro lado, los suelos arenosos requieren precipitaciones abundantes durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención, en general, se recomienda que los terrenos de secano tengan un buen drenaje (Duval et al., 2013).

### **2.1.5.4 pH**

El trigo no prospera en suelos ácidos; Prefiere los neutros o ligeramente alcalinos. Los microorganismos beneficiosos del suelo también prefieren suelos neutros o alcalinos (Solier, 2009).

## **2.1.6 Manejo del cultivo**

Ponce (2023), ha establecido una guía para el manejo y establecimiento del cultivo en el cual resalta diversas actividades culturales, las cuales son:

### **2.1.6.1 Selección del terreno**

Los terrenos destinados a la producción de cebada deben ser terrenos que no hayan sido sembrados con cereales en el ciclo anterior (trigo, cebada, avena, triticale o centeno), y no deben ser terrenos que hayan sido utilizados para el fin previsto: trillar grano; de esta forma evitamos posibles contaminaciones o mezclas. Los cultivos de cereales requieren un laboreo extensivo, por lo que lo mejor es buscar terrenos con poca pendiente, preferiblemente inferior al 10%, para modernizar el cultivo y evitar la erosión del suelo. Se recomienda utilizar terrenos en rotación, descanso o barbecho para utilizar material vegetal como fertilizante.

### **2.1.6.2 Preparación del lote**

La preparación comienza insertando rastrojo o restos existentes en el terreno seleccionado mediante el uso de un arado (de pasada y transversal). Este trabajo se debe realizar uno o dos meses antes de la siembra para que se pueda convertir en nutrientes para las plantas. Antes de sembrar lo mejor es rastrillar dos veces para que la tierra quede

muy lisa o suelta. Si se usa yunta, se ara uno o dos meses antes y antes de sembrar se hacen dos cruces para que la tierra quede lista y suelta.

### 2.1.6.3 Siembra

La siembra debe realizarse al inicio de la temporada de lluvias en ese lugar, y la planificación de la cosecha debe coincidir con la temporada seca. Generalmente la siembra en la zona norte y sur del Ecuador se realiza entre febrero y marzo, mientras que en la zona central del país se realiza de noviembre a enero. Los métodos de siembra más utilizados son: manual o al voleo y mecánico (sembradora o al voleo). El suelo debe estar húmedo y las semillas no deben estar muy profundas ni muy superficiales para que puedan germinar bien, la profundidad de plantación no debe ser superior a 5 cm.

### 2.1.6.4 Fertilización

Esta actividad se realiza en el momento de la siembra, por tal motivo es necesario realizar un análisis químico del suelo. La cantidad de fertilizante dependerá de las recomendaciones que emita el laboratorio. Si no se dispone de análisis del suelo, se puede aplicar fertilización basada en la extracción de nutrientes de las plantas de trigo (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Requerimientos del cultivo de trigo.*

<b>Análisis de suelo</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>S</b>
			kg ha <sup>-1</sup>	
<b>Bajo</b>	80-100	60-90	40-60	20-30
<b>Medio</b>	60-80	40-60	30-40	10-20
<b>Alto</b>	20-60	0-40	20-30	0-10

Para obtener un rendimiento promedio de grano de 4 toneladas, se recomienda utilizar 60 kg de nitrógeno (N), 60 de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 40 de potasio (K<sub>2</sub>O) y 20 de azufre (S), más microelementos (calcio, magnesio, boro y zinc).

Al sembrar se debe aplicar 20% de nitrógeno más 100% de fósforo, potasio, azufre y microelementos. El resto, es decir un 80% de nitrógeno, se aplicará de forma complementaria. Para cubrir las necesidades de nutrientes de las plantas se pueden utilizar fertilizantes compuestos como 18-46-0 más sulpomag, 10-30-10; 15-15-15 o 15-30-15.

#### **2.1.6.5 Control de malezas**

Las malas hierbas son todas las plantas que no hemos plantado y compiten por los nutrientes con nuestras plantas. La mejor manera de controlar las malezas es una preparación adecuada y oportuna del suelo antes de plantar. Si la cantidad de pasto es grande, se recomienda aplicar glifosato a dosis de  $2 \text{ l ha}^{-1}$ , antes de preparar el terreno. Luego de que las plantas comienzan a crecer, el control de malezas de hoja ancha se puede realizar de dos maneras:

1. Control manual, si el número de malezas en el terreno no es grande y se dispone de mano de obra
2. Control químico, por lo que se recomienda utilizar un herbicida específico de hoja ancha como el Metsulfurón-metilo, en dosis de  $30 \text{ g/ha}^{-1}$  en 400 litros de agua.

#### **2.1.6.6 Cosecha y trilla**

La recolección se realiza cuando el cultivo ha alcanzado la madurez en el campo (grano cristalino). En áreas pequeñas, la cosecha se realiza manualmente, utilizando una hoz para cortar las espigas de trigo y formar gavillas, que se agrupan en montones. La trilla se suele realizar con una trilladora estacionaria, también se hace de forma manual, con animales o con una vara. Al realizar la trilla con máquina se recomienda limpiar bien la trilladora para evitar mezclar variedades o cultivos.

#### **2.1.6.7 Postcosecha**

- **Secado de granos:** El grano debe secarse de forma que no supere la humedad industrial requerida del 13% y se evite dañar las semillas almacenadas.

**Limpieza y Clasificación:** Las semillas deben limpiarse con malla de 2.5 mm y clasificarse por tamaño antes de su almacenamiento.

- **Envasado e identificación de semillas:** Las semillas secas, limpias y clasificadas deben empaquetarse en bolsas en buen estado y limpias, las cuales deben estar marcadas con una etiqueta que contenga la siguiente información básica: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del fabricante de la semilla y peso.

#### **2.1.6.8 Almacenamiento**

Una vez finalizados los trabajos postcosecha, las semillas deben almacenarse en un lugar seco, libre de humedad, bien ventilado y libre de roedores. Las bolsas no deben

estar en contacto directo con el suelo ni adheridas a las paredes ya que las semillas pueden absorber la humedad de estas superficies.

### **2.1.7 Enfermedades**

Las enfermedades más relevantes en el cultivo de trigo en Ecuador son: la roya amarilla o lineal (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja o parda (*Puccinia triticina*), Fusarium de la espiga (*Fusarium* spp.) y el carbón de la espiga (*Ustilago tritici*) (Garófalo et al., 2011).

#### **2.1.7.1 Roya amarilla**

La roya amarilla o lineal es causada por el hongo *Puccinia striiformis*, que se caracteriza por pústulas (uredias) amarillas o anaranjadas dispuestas linealmente paralelas a las nervaduras. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son una temperatura de 10 a 15°C y una humedad relativa superior al 80%.

Esta enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que el viento transporta cientos de kilómetros. Esta enfermedad puede provocar pérdidas de rendimiento superiores al 50% ya que afecta no sólo a las hojas sino también a la mazorca.

#### **2.1.7.2 Roya de la hoja**

La roya de la hoja o parda es causada por el hongo *Puccinia triticina* cuyo síntoma principal es la presencia de pequeños nódulos aislados con esporas de color naranja, ubicados en las láminas de las hojas. En infecciones graves, también son visibles en las vainas de las hojas. El desarrollo y propagación de la roya de la hoja se ve favorecido por un ambiente húmedo y templado.

#### **2.1.7.3 Fusarium**

El fusarium de espiga es causado por el hongo *Fusarium* spp., el cual se caracteriza por hacer que la espiga se torne amarilla (como si estuviera madura), luego se ven masas de conidias de color amarillo, rosa o morado oscuro a lo largo de la espiga. pegamento. Posteriormente se pueden observar puntos negros asociados a peritecios. Las condiciones que favorecen su desarrollo son temperaturas de 25 a 28 °C y humedad relativa superior al 80%.

#### **2.1.7.4 Virus del enanismo amarillo**

Esta enfermedad se caracteriza por un típico color amarillento de las hojas que comienza en la parte apical y se extiende en franjas alargadas. En la cebada, el color amarillento inicial se vuelve violeta o morado oscuro y posteriormente provoca la muerte

de las hojas. En casos severos provoca enanismo en plantas que no completan su ciclo vital. Transmitidos principalmente por pulgones, los climas templados o cálidos favorecen su aparición, aunque pueden aparecer en casi cualquier ambiente (Ponce, 2009).

#### **2.1.7.5 Carbón**

El carbón volador de la cebada es causado por el hongo *Ustilago nuda*, que se caracteriza por masas de esporas negras que ocupan el espacio en el que deberían formarse los granos en la espiga. Las condiciones favorables para su desarrollo son temperaturas de 15 a 20°C y humedad relativa superior al 80%. Esta enfermedad se propaga a través de semillas infectadas de un ciclo a otro.

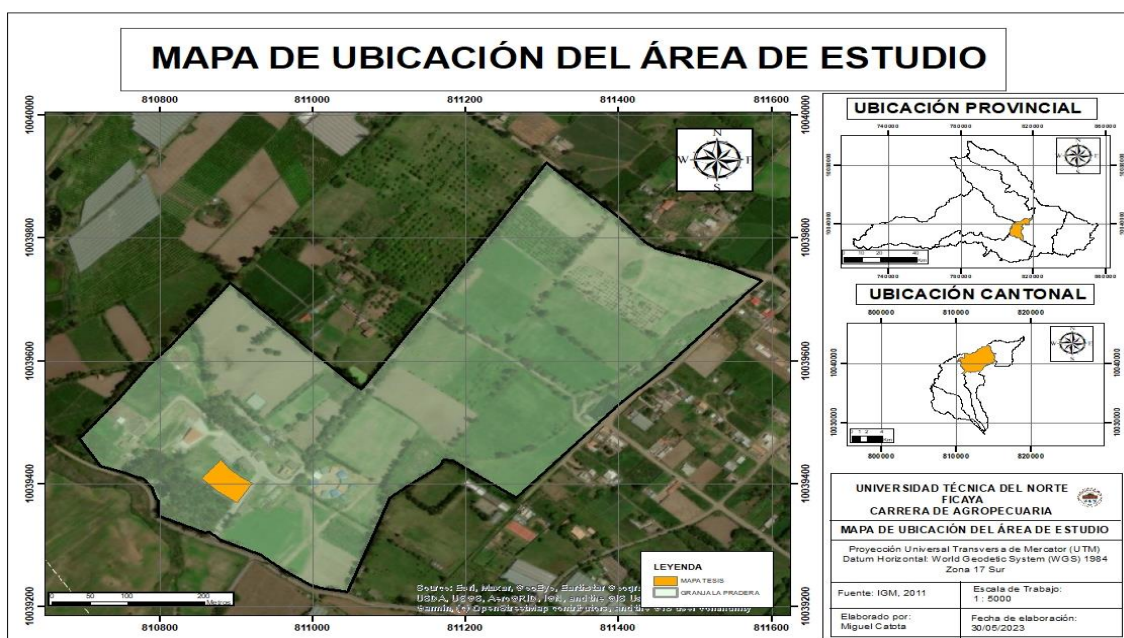
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la parroquia Chaltura del cantón Antonio Ante de la provincia de Imbabura (Figura 1).

**Figura 1**

*Mapa del área designada para el estudio*



##### 3.1.1 Ubicación geográfica

Las características y la ubicación geográficas del lugar de estudio se detallan en la (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Caracterización del área de estudio*

Ubicación del área de estudio	Descripción
<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Antonio Ante
<b>Parroquia</b>	San José de Chaltura
<b>Lugar</b>	Campus La Pradera
<b>Altitud</b>	2123 m s.n.m

### 3.1.2. Características Climáticas

Las condiciones agroecológicas y climáticas donde se realizó la investigación son:

- Temperatura baja: 9.5 °C
- Temperatura media: 16 °C
- Temperatura máxima: 24 °C
- Precipitación media anual: 500-700 mm
- Humedad relativa: 72%

### 3.2 Materiales

#### 3.2.1 Materiales, equipos, insumos y herramientas

Los materiales de campo, equipos, insumos y herramientas utilizadas en la implementación de la investigación se detallan a continuación (Tabla 3):

**Tabla 3**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas en el estudio.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Libreta de campo	Computadora	Fertilizantes	Azadón
Hojas	Impresora		Pala
Letreros	Balanza electrónica		Rastrillo
Cinta métrica	C		Bomba de fumigar
Estacas			Martillo
Semillas de trigo			Machete
Piola			

### 3.3 Métodos

La investigación es de tipo experimental, se realizó en campo, se recolecto los datos obtenidos del experimento y fueron ingresados en INFOSTAT.

#### 3.3.1 Factor en estudio

En el presente estudio se analizaron 4 líneas promisorias de trigo y una variedad mejorada con tres repeticiones de cada unidad (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Líneas y variedad mejorada de trigo*

<b>Niveles</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
<b>1</b>	TA-18-008	N1
<b>2</b>	TA-19-003	N2
<b>2</b>	TA-19-008	N3
<b>4</b>	TA-20-001	N4
<b>5</b>	INIAP-IMBABURA2014	N5

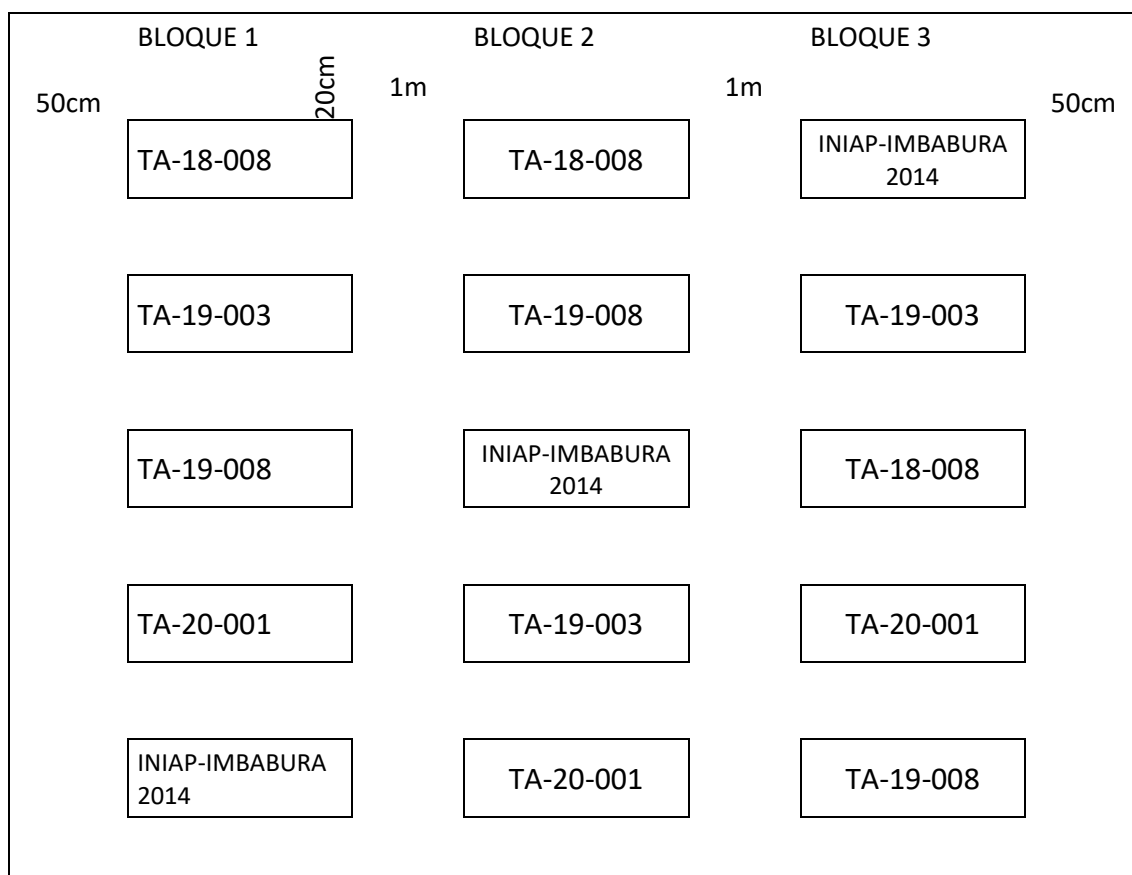


### 3.3.2 Diseño experimental

Se implementó un Diseño Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres bloques, en cada bloque se establecieron cuatro líneas promisorias de trigo y una variedad mejorada (Figura 2).

**Figura 2**

*Diseño experimental del estudio*



### 3.3.3 Características del experimento

- Niveles: 5
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 86.4 m<sup>2</sup>

#### 3.3.3.1 Características de la unidad experimental

La unidad experimental se encuentra establecida para la evaluación de variables mejoradas de trigo por parte del INIAP (Tabla 5).

**Tabla 5***Descripción de la unidad experimental*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Área de la unidad experimental	3.6 m <sup>2</sup>
Largo de la parcela	3 m
Ancho de la parcela	1.2 m
Distancia entre unidad experimental	0.20 m
Distancia entre bloques	1 m
Densidad de siembra	54 g/3.6 m <sup>2</sup>
Surcos a 15 cm	8

**3.3.4 Análisis estadístico.**

Se realizó un análisis de varianza a través de modelos lineales generales y mixtos en el software INFOSTAT versión 2020 (Tabla 6).

**Tabla 6***Análisis estadístico*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Total	$(t \times R) - 1$	14
Bloques	$(t - 1)$	2
Variedades	$(R - 1)$	4
Error experimental	$(t - 1)(R - 1)$	8

**3.4 Variables evaluadas**

Se evaluaron siete variables cualitativas y seis variables cuantitativas, detalladas a continuación.

**3.4.1 Vigor de la planta**

Este parámetro se evaluó visualmente, en la etapa de desarrollo Z 14 a Z 15 según la escala de Zadoks, comparando el desarrollo de las plantas de la parcela, para ello se empleó una escala que se muestra a continuación (Tabla 7) (Figura 3) (Ponce-Molina et al., 2019).

**Tabla 7**

*Escala de evolución*

<b>Escala</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas
<b>2</b>		Escala Intermedia
<b>3</b>	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas
<b>4</b>		Escala Intermedia
<b>5</b>	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

**Figura 3**

*Evaluación de la variable vigor*



### **3.4.2 Hábito de crecimiento**

Para esta variable se evaluó plantas seleccionadas al azar una vez que el cultivo este pasando entre los periodos Z 20 y Z 29, específicamente en la fase de macollamiento. para la toma de datos se realizó según la siguiente escala (Tabla 8, Figura 4) (Ponce-Molina et al., 2019).

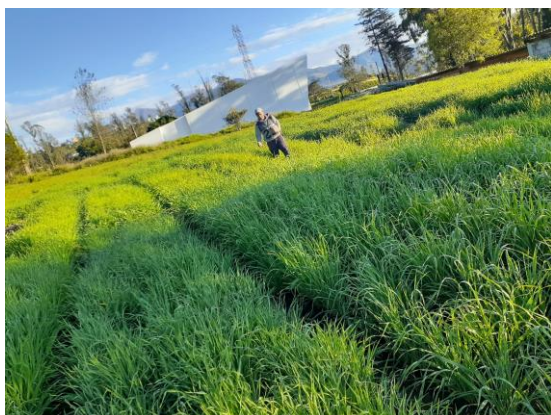
**Tabla 8** *Escala de hábito de crecimiento*

<b>Escala</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.
<b>2</b>	Intermedio	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados.
<b>3</b>	postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

## **Figura 4**

*Evaluación de la variable habito de crecimiento*



### **3.4.3 Días al espigamiento**

En esta variable se evaluó de manera visual, se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando las parcelas presenten el 50 % de espigamiento. Se realizó lecturas continuas debido a que los materiales espigan en diferentes días, según la escala de Zadoks es la Z 55, mitad de la inflorescencia emergida (Figura 5) (Ponce-Molina et al., 2019).

## **Figura 5**

*Evaluación de días al espigamiento*



### **3.4.4 Altura de la planta**

Esta variable se evaluó, según la escala de Zadoks Z 91, en la madurez fisiológica, se mide la distancia en centímetros desde el suelo hasta la parte superior más larga de la planta, excluyendo los bordes o aristas; Se tomaron muestras al azar de 10 plantas, para esto se utilizó una regleta (Figura 6) (Ponce-Molina et al., 2019).

## Figura 6

*Evaluación de la variable altura de la planta*



### 3.4.5 Tipo de paja

Para la evaluación de esta variable se necesitó suficiente criterio técnico. Para esta variable se empleó una escala de 1 a 3, según la escala de Zadoks Z91, descrita a continuación (Tabla 9, Figura 7) (Ponce-Molina et al., 2019).

**Tabla 9**

*Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.*

<b>Escala</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame.
<b>2</b>	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.
<b>3</b>	Tallo débil	Tallos delgados y flexibles, que no soportan el viento y el acame.

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

## Figura 7

*Evaluación de la variable tipo de paja*



### 3.4.6 Tamaño de espiga

El tamaño de espiga se midió en el tallo principal desde el punto de inserción hasta la punta de la espiga, sin incluir aristas con una regla y se expresara en centímetros, esto se ejecutó en 10 muestras elegidas al azar por cada unidad experimental según la escala de Zadoks en Z 92 (Figura 8) (Ponce-Molina et al., 2019).

#### Figura 8

*Evaluación de la variable tamaño de espiga*



### 3.4.7 Número de granos por espiga

Es un parámetro visual y se evaluó en fase de la madurez fisiológica, se contó el número de granos en una muestra de 10 espigas seleccionadas al azar dentro de cada unidad experimental según la escala Zadoks en Z 92 (Figura 9) (Ponce-Molina et al., 2019).

#### Figura 9

*Evaluación de la variable número de granos por espiga*



### 3.6.8 Rendimiento de grano

Es un parámetro sumamente importante para la evaluación, es la producción potencial en grano de cada material. Este valor esta dado en gramos/parcela, y se la llevó a un aproximado de kg/ha, para obtener el costo del rendimiento potencial estimado,

donde se consideró 10% de pérdida por postcosecha. Para esta variable, el grano tiene que estar con 13% de humedad y limpio (Figura 10) (Ponce-Molina et al., 2019).

### **Figura 10**

*Evaluación de la variable rendimiento de grano*



#### **3.6.9 Peso de mil granos**

Consistió en un peso alcanzado por 1000 granos seleccionados al azar. Cuanto mayor sea el peso, mayor será el rendimiento potencial del cultivo. Para ello se utilizaron balanzas electrónicas configuradas en gramos (Figura 11) (Ponce-Molina et al., 2019).

### **Figura 11**

*Evaluación de la variable peso de mil granos*



#### **3.6.10 Peso hectolítrico**

Es el peso del grano en un volumen específico, esto quiere decir que mientras mayor peso se obtiene mejor es la calidad del producto. Se colocó una proporción de grano en la tolva cónica del instrumento suficiente para llenar un contenedor cilíndrico de 1 litro, con una regla se procedió a nivelar el borde superior de los granos y se pesó en gramos/litro (g/l), lógicamente se debe cambiar los g/l obtenidos a kg/hl para obtener el puntaje solicitado (Figura 12) (Ponce-Molina et al., 2019).

**Figura 12**

*Evaluación de la variable peso hectolítrico*



### **3.4.11 Tipo y color de grano**

Esta es la calificación que recibe el grano en función de su color, forma, tamaño, uniformidad o daño. Se evaluó cuando el grano estuvo completamente seco. Dependiendo de las escalas propuestas por el Programa de Cereales del INIAP, detallada en la siguiente tabla (Tabla 10, Figura 13) (Ponce-Molina et al., 2019).

**Tabla 10**

*Escala de evaluación para tipo de grano en trigo*

<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Grano grueso, grande, bien formado, limpio
<b>2</b>	Grano mediano, bien formado, limpio
<b>3</b>	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

**Figura 13**

*Evaluación de la variable tipo y color de grano*





### 3.4.12 Reacción a enfermedades

Se evaluó la severidad de las patologías en las plantas a través de la escala modificada de Cobb, para cuantificar la existencia y el mal provocado por las royas (Ponce-Molina et al., 2019).

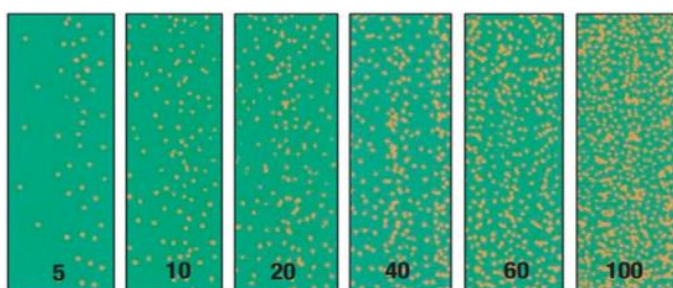
La evaluación de patologías se la hace en 2 estados de desarrollo fenológico, la primera en la Z37 y Z39, y la segunda en la Z55 y Z59.

### 3.4.13.1 Severidad de la roya de la hoja

Para la evaluación sanitaria de la roya de la hoja se utilizó la escala de severidad (porcentaje de roya en plantas) proporcionada por el CIMMYT, la cual se basa en observaciones visuales utilizando intervalos según la severidad de la infección (Figura 14) (Ponce-Molina et al., 2019).

**Figura 14**

*Escala de severidad de roya de la hoja*



Fuente: CIMMYT, (1986)

### 3.4.13.2 Tipo de reacción de la roya amarilla

Para determinar el tipo de reacción a la roya se utiliza la siguiente escala (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Escala para determinar el tipo de reacción en royas*

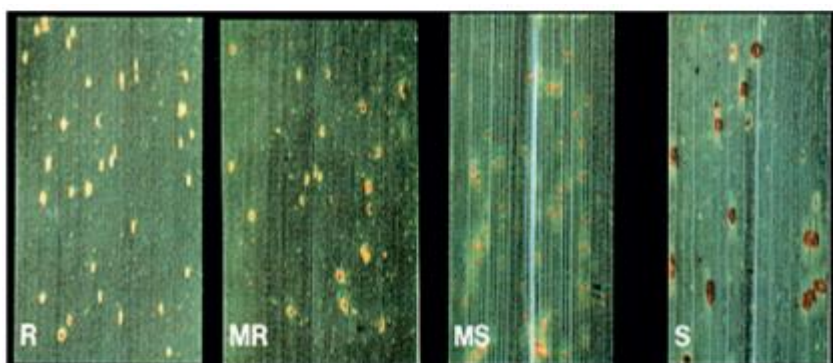
Reacción	Descripción
0	Ningún síntoma visible en la planta
R	Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias.
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos
MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeados de clorosis
S	Grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis ni necrosis

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

La siguiente ilustración muestra de manera más detallada el tipo de reacción (Figura 15).

**Figura 15**

*Tipo de reacción para roya de la hoja (Puccinia triticina)*



Fuente:Roelfs et al., (1992)

### 3.4.13.3 Virus del enanismo amarillo (Brley Yellow Dwarf Virus, BYDV)

La evaluación se realizó de forma visual y se utilizó la escala descrita por Schaller y Qualset (1980) para determinar el grado de daño causado por virosis (Tabla 12)(Figura 16).

**Tabla 12**

*Escala para determinar el grado de daño por virosis*

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

Fuente: Ponce-Molina et al. (2019)

### **Figura 16**

*Evaluación de la variable virus del enanismo amarillo*



## **3.7 Manejo específico del experimento**

### **3.7.1 Selección del lote**

El lote donde se realizó los ensayos debe cumplir con los siguientes aspectos: el lote no debe haber sido cultivado con ningún cereal el ciclo anterior. Es recomendable que no haya más del 5% en pendiente (Figura 17).

### **Figura 17**

*Selección del lote, para la investigación (limpieza)*



### **7.3.2 Preparación del suelo**

La preparación de suelo se llevó a cabo con la debida anticipación (dos meses 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 consistirá en un pase de arado y dos pases de rastra. Un terreno bien preparado favorece la germinación y facilita el establecimiento del cultivo (Figura 18).

## Figura 18

*Preparación del lote con maquinaria agrícola*



### 7.3.3 Desinfección de semilla

La semilla fue desinfectada 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 del grano. La desinfección ayuda a reducir la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbones, septoria y algunas especies de *Fusarium* sp., entre los más importantes (Figura 19).

## Figura 19

*Entrega de semilla por parte del INIAP ya desinfectada*



### 7.3.4 Siembra

Para la siembra se utilizó una sembradora experimental con calibración para una densidad de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de semilla (Figura 20).

**Figura 20**

*Siembra del ensayo*



### **7.3.5 Fertilización**

La cantidad de fertilizante que se aplicó fue de: 80 kg de Nitrógeno, 50 kg de Potasio ( $K_2O$ ), 60 kg de Fósforo ( $P_2O_5$ ) y 20 kg de Azufre (S), 1 kg de Boro (B), 1 kg de Magnesio ( $MgO$ ) y 4 kg de Calcio (Ca), la fertilización fue separada en dos. Al momento de la siembra se aplicó el 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15+EM (elementos menores). Al macollamiento, se destinó el 80% restante del nitrógeno en la etapa de Zadoks (Z-30), en esta última fertilización se ocupó un abono químico mejorado 15-15-15.

**Figura 21**

*Fertilización del ensayo*



### **7.3.6 Control de malezas**

El control de malezas 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 recomendada por el fabricante (Figura 22).

#### **Figura 22**

*Control de malezas*



### **7.3.7 Controles fitosanitarios**

En el ensayo 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.

### **7.3.8 Cosecha**

La cosecha se ejecutó de forma manual, usando una hoz una vez que las plantas han llegado a su madurez de campo y tomando en cuenta las condiciones del medio ambiente (Figura 23).

**Figura 23**

*Cosecha del ensayo*



### **7.3.9 Trilla**

La trilla se realizó de forma mecánica mediante una trilladora experimental. El grano trillado se almacenó en fundas de tela con el código correspondiente a la información del ensayo (Figura 24).

**Figura 24**

*Trilla del trigo*



### 7.3.10 Secado de la semilla

Posterior a la cosecha y trilla, se procedió al secado de la semilla hasta obtener una humedad de grano del 13% o menor a esta. Posteriormente se realizó la limpieza del grano, para luego almacenar el grano en fundas de tela y poder medir algunas variables con respecto a la investigación (Figura 25).

#### **Figura 25**

*Secado y medición de la humedad de la semilla*





## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Vigor de la planta

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que no existe asociación ( $gl=8$ ;  $\chi^2=0.0530$ ) entre las líneas evaluadas y el vigor de la planta (Tabla 13).

**Tabla 13**

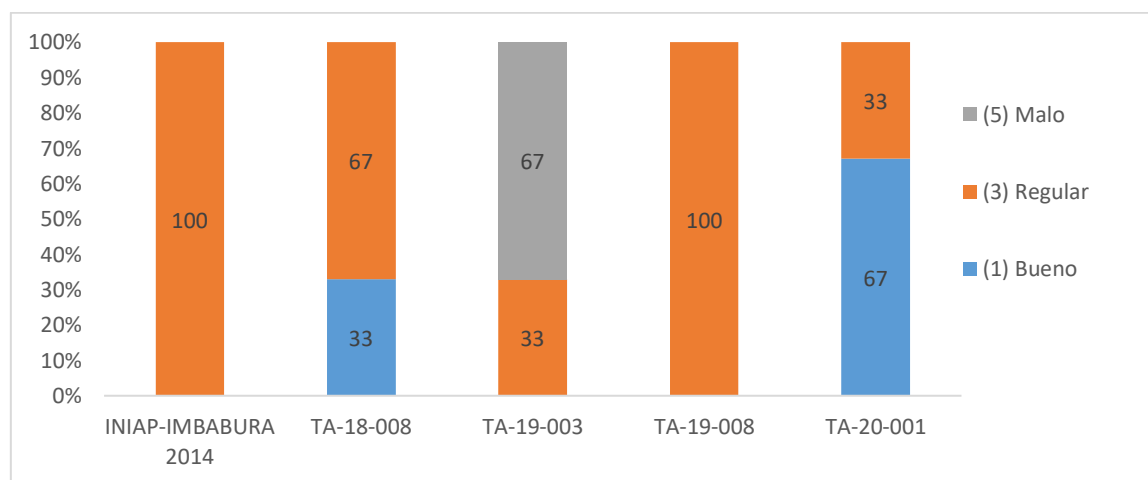
*Análisis de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable vigor de la planta*

Estadístico	Valor	gl	p-valor
Chi Cuadrado Pearson	15.33	8	0.0530

La variable vigor fue medida mediante parámetros descriptivos basado en una escala gradual, donde (1) muestra un estado bueno y el (5) un estado malo. Los resultados obtenidos no mostraron escala de vigor 4 y 5. En la (Figura 26) se observa que las líneas TA-18-08 Y TA-20-001, se encuentran en una escala de valorización (bueno) con un 33 y 67% respectivamente, dando a entender que tienen una buena adaptabilidad. Por otro lado, se puede apreciar que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 y la línea TA-19-008, se encuentran ubicadas en la escala de valorización (regular) con el 100% cada una, a diferencia de las líneas TA-18-008 y TA-19-003 Y TA-20-001, las cuales presentar un menor porcentaje en la escala (regular). En cambio, la línea que peor escala de valorización obtuvo es la línea TA-19-003, con un 67% en la escala de vigor (malo), no teniendo una buena adaptabilidad.

**Figura 26**

*Resultados del vigor de las cuatro líneas promisorias y una línea mejorada de trigo*



Los resultados obtenidos no coinciden con lo observado por Pichucho (2022) ya que, en su investigación realizada en el campus Ceasa, se obtuvieron resultados en la escala de vigor bueno y regular, no presento resultados en la escala de vigor malo. Al realizar una comparación con los resultados obtenidos se puede evidenciar que la línea promisoría TA-18-008 obtuvieron un mejor comportamiento en el campus Ceasa, a diferencia del campus La Pradera. Para la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 se puede apreciar un comportamiento similar la que en los dos campus.

Se puede apreciar, en la investigación realizada por Pichucho, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 fue la que mejor vigor presento con el 100% en la escala de vigor 1 (bueno), mientras que en la presente investigación el que mejor resultado obtuvo fue la línea TA-20-001 con el 67% en la escala de vigor 1(bueno). Por otro lado, la que peor vigor presento fue la línea TA-19-003 con el 67% en la escala de vigor 5 (malo); mientras que, en el campus Ceasa, está línea mostró un vigor en la escala 3(bueno).

#### 4.2 Hábito de crecimiento

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que si existe asociación ( $gl=4$ ;  $\chi^2=0.0174$ ) entre las líneas evaluadas y el hábito de crecimiento (Tabla 14).

**Tabla 14** *Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable hábito de crecimiento*

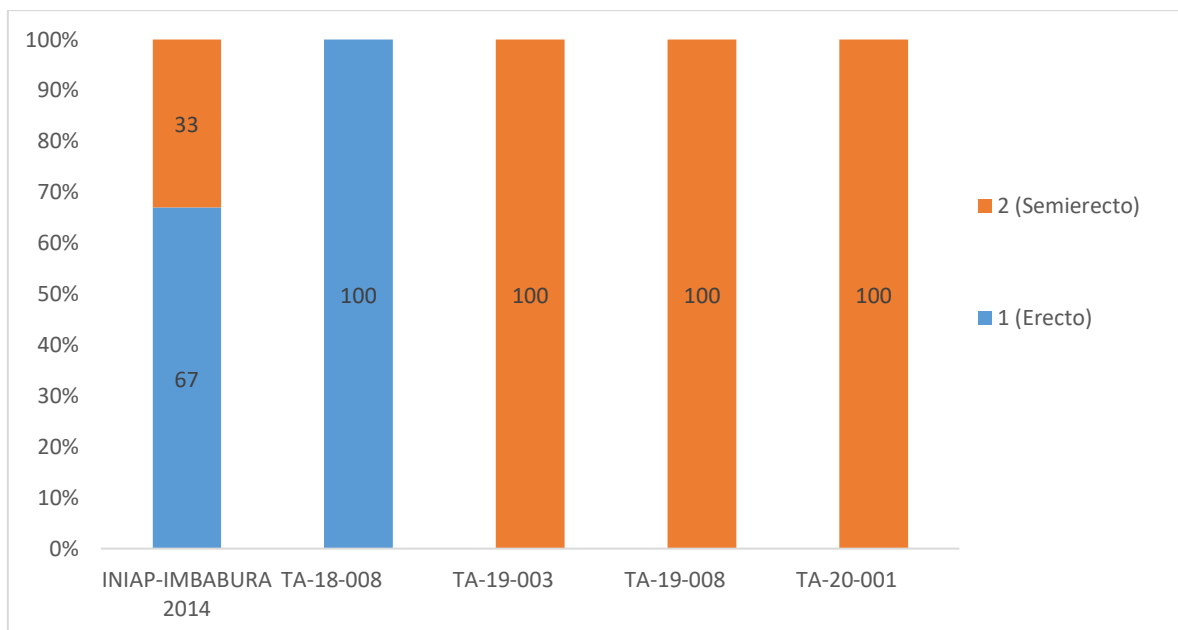
<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
Chi Cuadrado Pearson	12.00	4	0.0174

La variable hábito de crecimiento fue medida con una escala de 1 a 3, siendo (1) erecto, (2) semierecto o semipostrado y (3) postrado.

Esta variable fue medida bajo parámetros descriptivos basados en una escala gradual, del grupo de materiales evaluados (Figura 27) no se registró la escala 3 (postrado) de hábito de crecimiento. Por otro lado, destaca la categoría hábito de crecimiento 2 (semierecto o semipostrado), está presente en la mayoría de los materiales en un 67%, esto muestra un incremento del 33% en comparación de la escala 1 (erecto).

**Figura 27**

*Datos obtenidos del hábito de crecimiento en las líneas y una variedad mejorada de trigo*



Al comparar la investigación propuestos por Pichucho (2022) se observó una ligera similitud en los resultados. Ya que, el 80% de su material evaluado se encuentra en la escala 2 (semipostrado) del hábito de crecimiento. La diferencia de resultados se puede apreciar la línea TA-18-008 ya que en el campus Ceasa esta línea obtuvo una escala de valorización de 2 (semierecto), a diferencia del campus La Pradera, el 100% de la línea se encuentra en la categoría valorización 1(erecto). Por otro lado, donde Pichucho obtuvo un mejor habito de crecimiento fue en la línea TA-20-001 en la escala 1(erecto).

#### **4.3 Días de espigamiento**

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que si existe asociación ( $gl=8$ ;  $\chi^2=0.0001$ ) entre las líneas evaluadas y el hábito de crecimiento (Tabla 15).

**Tabla 15**

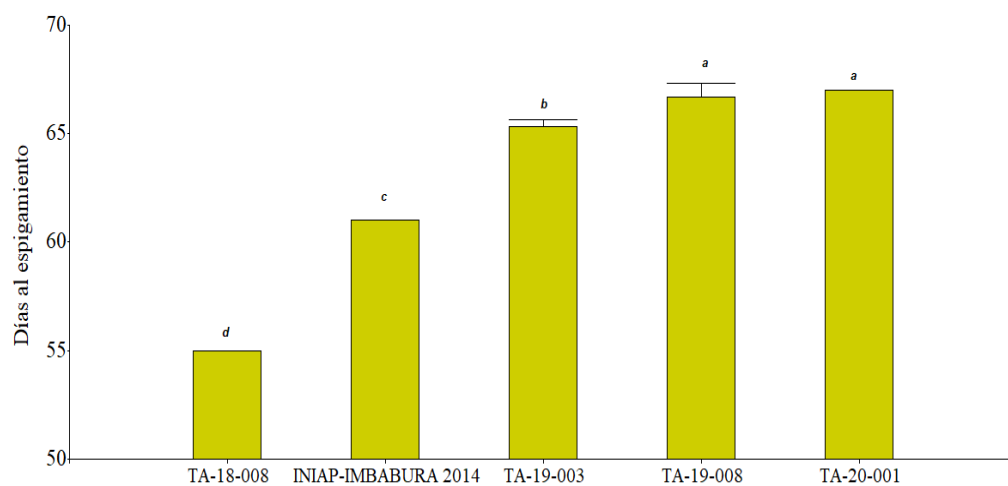
Análisis de tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable días de espigamiento

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Líneas	4	8	289.38	<0.0001

En el análisis realizado con la prueba de LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%, examinamos que las líneas TA-19-008, TA-20-001 y TA-19-003, alcanzan el espigamiento en tiempos similares, con un promedio de 66 días y a la vez son las que más tardan a diferencia del resto de germoplasma. Por otro lado, la línea y variedad que más temprano espigaron son TA-18-008 y INIAP-IMBABURA 2014, demorando 11 días menos que la línea TA-19-008, y 6 días menos que la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 figura 28.

### Figura 28

Resultados obtenidos con respecto a días de espigamiento



En el estudio realizado por Pichucho (2022), se puede observar que la línea que obtuvo mayor precocidad es TA-18-008 con 56 días al espigado, siendo relativamente similar al obtenido en presente investigación que fu un día más precoz al espigamiento. Por otro lado, de la misma forma la línea que presentó más días al espigamiento en las dos investigaciones fue TA-20-001, siendo más precoz en el campus de Chaltura con 7 días menos. Todas estas variaciones de tamaño se deben a las diferentes características agroclimáticas de las zonas en las que se llevó a cabo las investigaciones.

#### 4.4 Altura de la planta

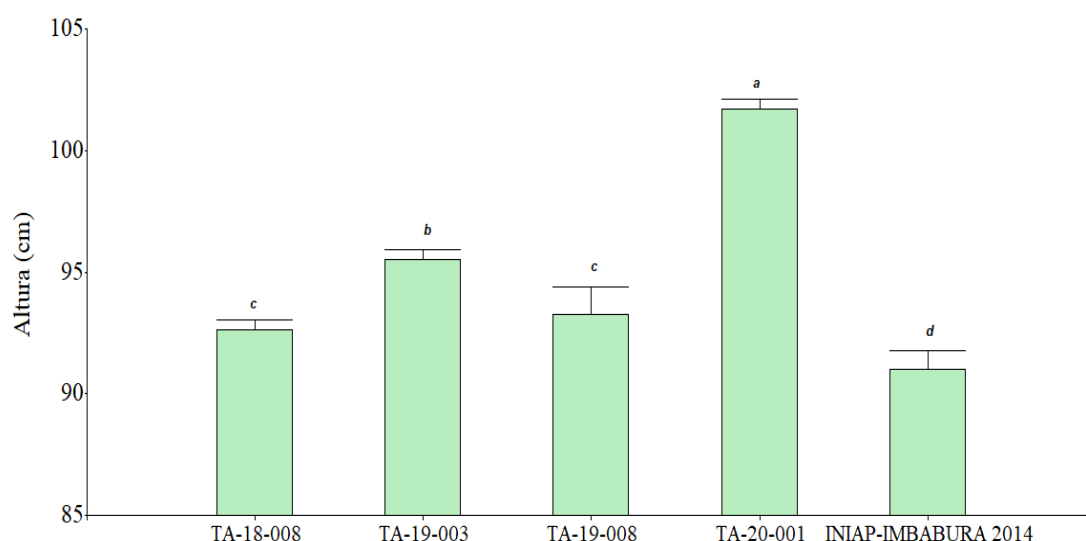
Los resultados del análisis estadístico para la variable de altura de la planta, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 16) (GL:4.; Valor F: 51.21; Valor P: <0.0001).

**Tabla 16**

Análisis de varianza para la altura de planta en variedades y líneas promisorias de trigo

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
<b>Variedad/ Líneas</b>	4	143	51.21	<0.0001

La prueba estadística LSD de Fisher con valor de 5 % de significancia demostró que para la variable altura de planta, la línea promisoría TA-20-001 obtuvo la mayor altura con un promedio de 101.72 cm, seguido de la línea TA-19-003 la cual presentó una altura promedio de 95.52 cm, el resto de líneas promisorias de trigo y la variedad mejorada presentan una ligera similitud en su tamaño, resaltando la línea TA-19-008 con una altura de 93 cm, a la vez siendo más alta que la variedad INIAP-IMBAURA por 3 cm figura 29.

**Figura 29***Altura obtenida en las cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo*

Al comparar estos resultados con los de Sotaminga (2023) en su investigación en el campus Querochaca, cantón Cevallos (Tungurahua), en el cual se evaluó el mismo germoplasma, se encontró una ligera coincidencia en los resultados para las líneas TA-18-008 y TA-19-08 presentando un promedio de 92 cm respectivamente. En los resultados obtenidos por la mencionada autora la línea que mayor tamaño alcanzó es TA-19-003. Al contrario, en esta investigación la línea TA-20-001 fue la que mayor altura presentó.

En el estudio realizado por Pichucho (2022) la mayoría de las líneas no presentan similitud en su altura, a diferencia de la línea TA-20-001, ya que tanto el campus de

Chaltura (Antonio Ante) y Ceasa (Latacunga) la altura es de 101.72 cm y 102.5 cm respectivamente, teniendo una diferencia de 0.79 cm.

#### 4.5 Tipo de paja

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos para la variable tipo de paja indican que no existe asociación ( $gl=4$ ;  $\chi^2=0.1516$ ) entre las todas las líneas evaluadas y el tipo de paja (Tabla 17).

**Tabla 17**

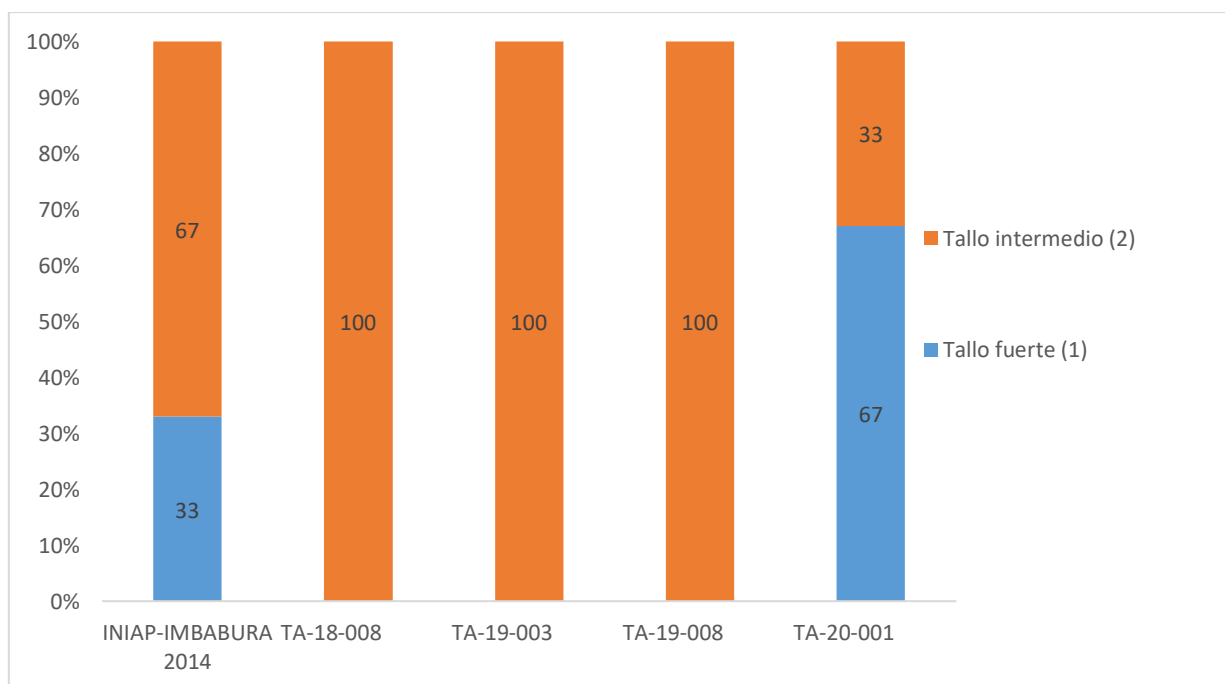
*Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable tipo de paja*

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	6.67	4	0.1546

Al analizar los datos obtenidos en la (Figura 30), se puede observar que el 80% del material se encuentran en la categoría de tallo intermedio. Por otra parte, el 20% restante del material se encuentra en categoría de evaluación de tallos fuertes, destacando la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 con un 33% y la línea TA-20-001 con un 67% respectivamente.

**Figura 30**

*Resultados del tipo de paja de las líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo*



Al comparar estos resultados con los de Sotaminga (2023), en su investigación en el campus Querochaca, cantón Cevallos (Tungurahua), en el cual se evaluó el mismo germoplasma, se puede observar que coinciden los resultados al no presentar una escala de valorización de 3 (tallos débiles). Por otro parte existe una coincidencia en las líneas TA-18-008 y TA-19-003 al presentar el 100% en la escala de valorización 2 (tallo intermedio) en las dos investigaciones. Por otro lado, se puede notar que en la localidad de Querochaca el germoplasma que mejor resultado obtuvo es la línea TA-19-008, presentando Tallos relativamente fuertes, a diferencia de la localidad de Chaltura que fue la línea TA-20-001.

#### 4.6 Tamaño de espiga

Los resultados del análisis estadístico para la variable tamaño de espiga, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 18) (GL:4.; Valor F: 16.72; Valor P: <0.0001).

**Tabla 18**

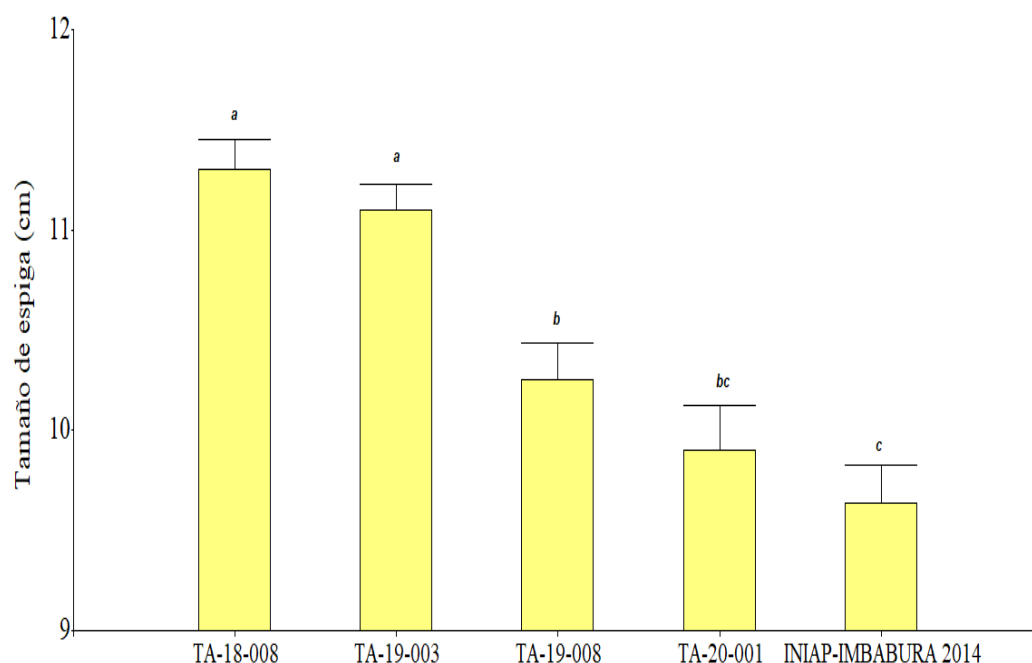
*Análisis de varianza para el tamaño de espiga en variedades y líneas promisorias de trigo*

Fuente de variación	GL	FV	GL	F	P
<b>Variedad/ Líneas</b>	4		143	16.72	<0.0001

Con la utilización de la prueba estadística de LSD de Fisher con el 5 % de significancia, se observó que, para la variable tamaño de espiga, las líneas TA-18-008 y TA-19-003 obtuvieron un tamaño de espiga promedio de 11.30cm. Por otro lado, la línea TA-19-008 presento 1 cm menos que las antes mencionadas, por consiguiente, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 fue la que menor tamaño de espiga presento con un tamaño de 9.63 cm figura (31).

**Figura 31**

*Resultados obtenidos de tamaño de la espiga (cm)*



Al comparar estos resultados con los de Sotaminga (2023), en su investigación en el campus Querochaca, Cantón Cevallos (Tungurahua), en el cual se evaluó el mismo germoplasma, se puede observar una ligera similitud en los resultados, ya que de LA misma manera las líneas que mayor tamaño de espiga presentaron son TA-19-003 y TA-18-008, con la diferencia que en el campus de Chaltura obtuvo un valor mayor de 1.30 cm más respetivamente. De la misma manera para la variedad mejora INIAP-IMBABURA 2014 que en ambos casos presento un tamaño de 9.1 cm.

#### **4.7 Número de granos por espiga**

Los resultados del análisis estadístico para la variable número de granos por espiga, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 19) (GL:4.; Valor F: 18.69; Valor P: <0.0001).

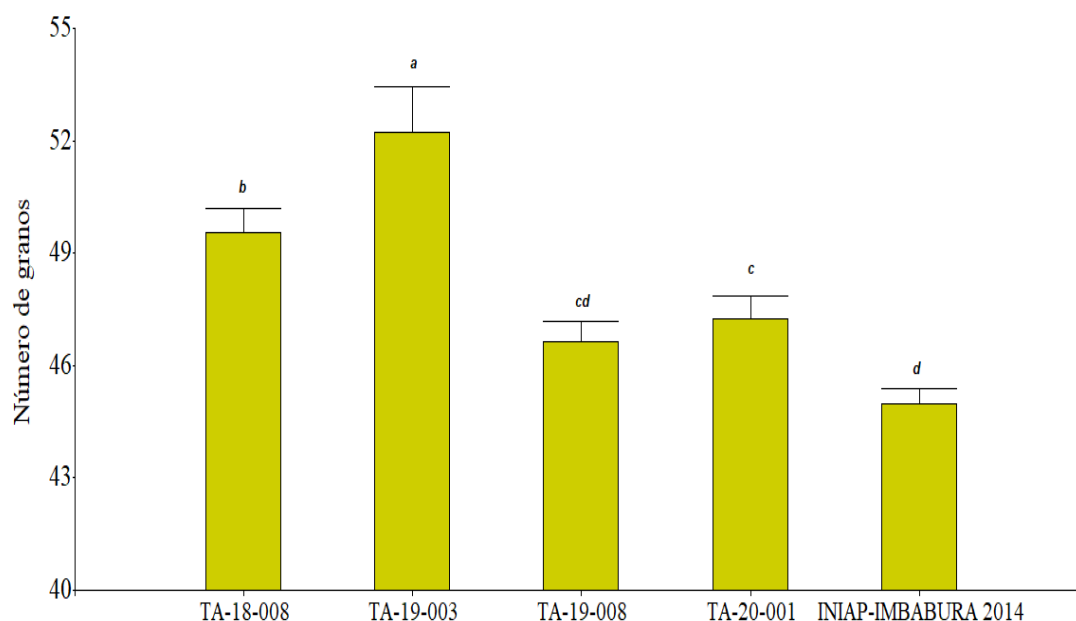
**Tabla 19**

*Análisis de varianza para el numero de granos por espiga en variedades y líneas promisorias de trigo*

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
<b>Varietal/ Líneas</b>	4	143	18.69	<0.0001



**Figura 32** Resultado de numero de granos de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo



El número de granos fue evaluado mediante un conteo visual. En la figura 32 muestra los valores obtenidos para las 4 líneas y una variedad mejorada de trigo, se puede identificar que la línea TA-19-003 es la que más destaca con un mayor de número de granos por espiga, presentando una media de 52.23, seguida de la línea TA-18-008 con una media de 49.53 granos por espiga, las líneas TA-19-008 y TA-20-001 presentan una ligera similitud con una media 47.23 y 46.63 granos por espiga respectivamente. Finalmente, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 es la que tiene el menor número de granos, presentando una media de 44.97 granos por espiga.

En un estudio realizado por Galarza (2023) indica que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 se ubicó en uno de los rangos más un mayor promedio de 48.33 granos por espiga, mientras que en la zona de chatura la variedad INIAP-IMBABURA 2014 es la que tiene el menor número de granos, presentando una media de 44.97 granos por espiga, tenido una diferencia de 3.36 granos por espiga.

Ponce et al. (2019) indica que este parámetro está determinado genéticamente y depende directamente de factores como: disponibilidad de nutrientes, precipitación, altitud, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperíodo y temperatura.

#### 4.8 Rendimiento de grano

Los resultados del análisis estadístico para la variable de rendimiento en T ha<sup>-1</sup> de la planta, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 20) (GL:8.; Valor F: 8.08; Valor P: <0.0001).

**Tabla 20**

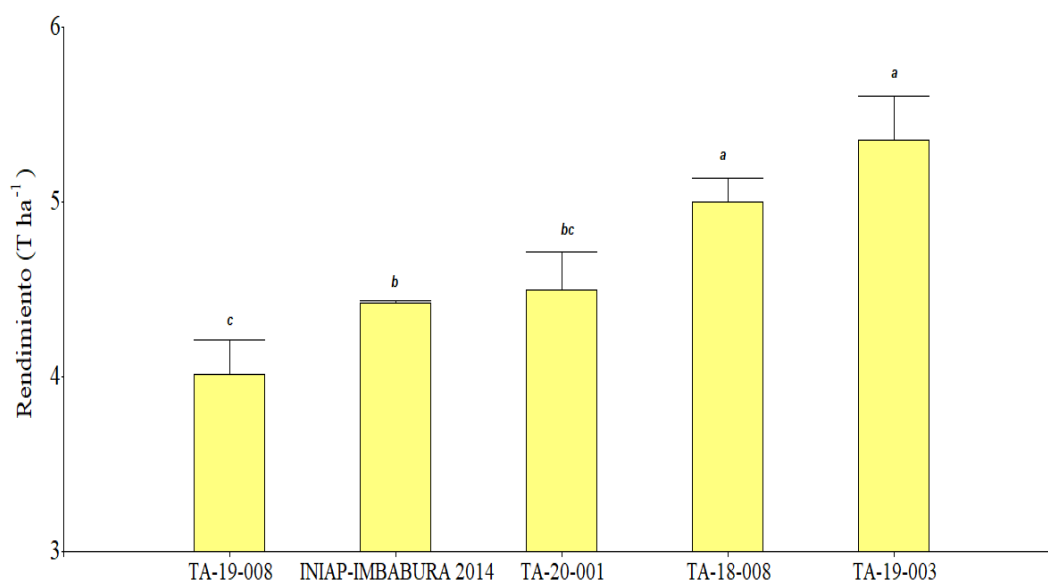
*Análisis de varianza para el rendimiento T ha<sup>-1</sup> de la planta en variedades y líneas promisorias de trigo*

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
<b>Variedad/ Líneas</b>	4	8	8.08	<0.0001

En cuanto a la prueba de LSD de Fisher con un valor de significancia al 5%, demuestra que, para la variable rendimiento de grano. Con respecto a los datos recolectados en el estudio se encontraron variaciones entre los diferentes materiales de estudio, obteniendo que la línea TA-19-003, destaca en esta investigación con una media de rendimiento de 5.35 T ha<sup>-1</sup>, presentado una diferencia de 0.93 T ha<sup>-1</sup> con respecto a la variedad INIAP-IMBABURA 2014, seguida de las líneas TA-18-008 y TA-20-001 presentando una media de (5 y 4.5 T ha<sup>-1</sup>) con una diferencia (0.5 T ha<sup>-1</sup>). Finalmente, la línea TA-19-008 fue el material de estudio que presento menor rendimiento con (4.01 T ha<sup>-1</sup>) con una diferencia de 0.41 T ha<sup>-1</sup> con respecto a la variedad mejorada figura 33.

**Figura 33**

*Rendimiento de líneas y una variedad mejorada*



Los datos obtenidos para la variable rendimiento dan a conocer que la línea TA-19-003 fue la que obtuvo el mayor rendimiento, lo cual es diferente a los resultados obtenidos en el ensayo de Sotaminga (2023), en donde, la línea TA-18-008 fue la que obtuvo el mayor rendimiento con 5.12 T ha-1.

En el estudio realizado por Pichucho, (2022), indica con respecto al rendimiento la línea TA-18-008 se encuentra con un mayor rendimiento de 6.28 T ha-1 superado a los datos obtenidos en el campus de Chaltura, obteniendo un rendimiento de T ha-1.

#### **4.9 Peso hectolítrico**

Los resultados del análisis estadístico para la variable peso hectolítrico, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 21) (GL:4.; Valor F: 51.21; Valor P: <0.0001).

**Tabla 21**

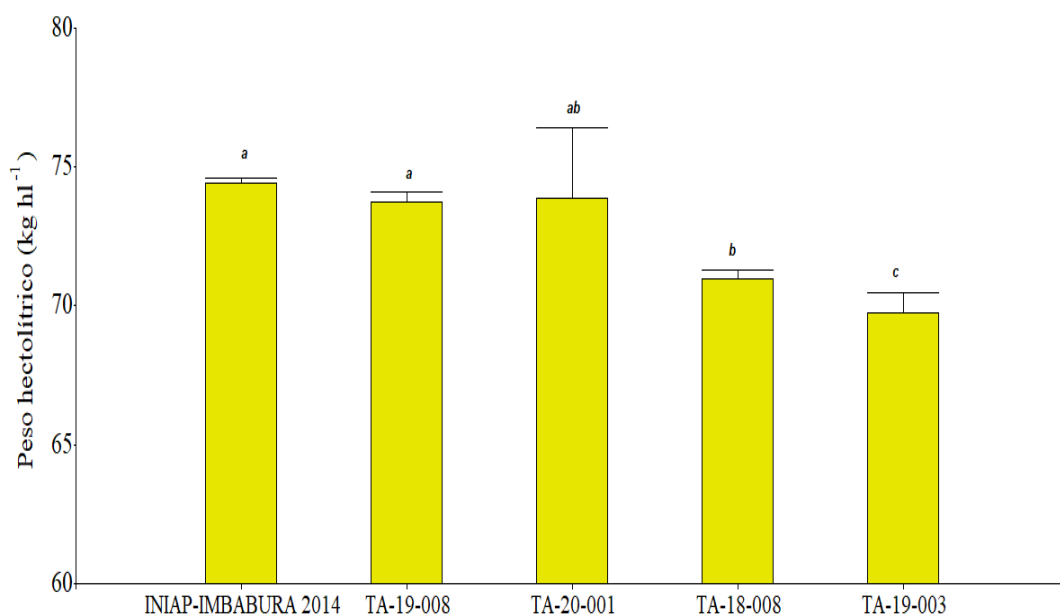
*Análisis de varianza para el peso hectolítrico de planta en variedades y líneas promisorias de trigo*

Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
<b>Variedad/ Líneas</b>	4	143	51.21	<0.0001

Al aplicar la prueba estadística de LDS de Fisher al 5 % de significancia, se pudo observar que los resultados indican que la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 d obtuvo un valor de rendimiento mayor con respecto al peso hectolítrico, con una media de 74.41 kg/hl, seguida de las líneas TA-20-001 y TA-19-008 presentado una media menor de 73.89 y 73.75 kg/hl, con una ligera diferencia de 0.14 kg/hl. Finalmente, las líneas que prestaron un menor peso hectolítrico son TA-18-008 y TA-19-003, con una media de 70.96 y 69.76 kg/hl.

**Figura 34**

*Resultados de peso hectolítrico*



En la investigación de Pichucho (2022), se muestra como la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 fue la que mayor peso hectolítrico demostró, con un peso de 74.42 kg hl<sup>-1</sup>, lo cual, es ligeramente similar a los resultados obtenidos en esta investigación. De la misma forma en los dos ensayos muestran que la línea TA-19-03 quedó en último lugar con respecto a esta variable. La variación de estos resultados puede ser ocasionado a diferentes factores bióticos y abióticos relacionados con el llenado del grano (Ponce et al., 2019)

#### **4.10 Peso de 1000 granos**

Los resultados del análisis estadístico para la variable peso de 1000 granos, indica que existen diferencias significativas entre las variedades y líneas promisorias de avena que han sido evaluadas (Tabla 22) (GL:8.; Valor F:7.75; Valor P: <0.0001).

**Tabla 22** Análisis de varianza para el peso de 1000 granos en variedades y líneas promisorias de trigo

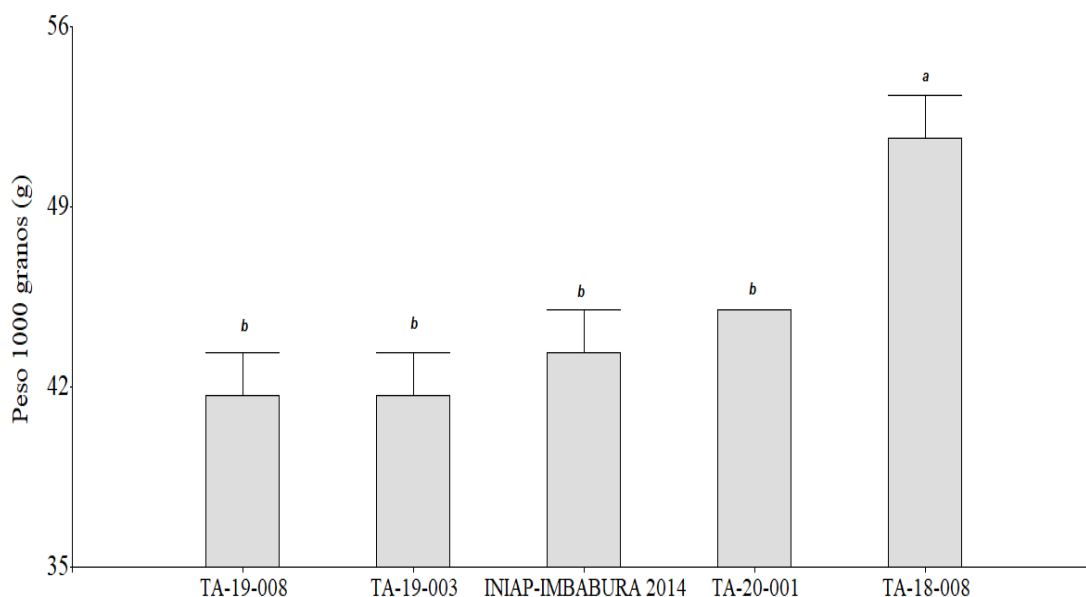
Fuente de variación	GL FV	GL	F	P
<b>Varietal/Líneas</b>	4	8	7.75	<0.0001

Para la variable peso de 1000 granos, se puede observar que la línea TA-18-008, destaca en este parámetro de producción, presentado una media de 51.67 gramos, seguida de la línea TA-20-001 y la variedad INIAP-IMBABURA 2014 que presentaron una media

de 45 y 43.33 gramos. Finalmente, las líneas TA-19-003 y TA-19-008, fueron la que menor valor obtuvo con relación a las demás, presentando una media igual en las dos líneas de 41.67 gramos figura 35.

**Figura 35**

*Datos del peso de 1000 granos de las líneas y una variedad mejorada de trigo*



Contrastando la información obtenida por Pichucho (2022) con el presente ensayo podemos corroborar que la línea promisorio TA-18-008 y la variedad INIAP-IMBABURA 2014 presentan un mayor peso con respecto a la variable peso de 1000 granos con un valor de 52 g. Por otra parte, coinciden en las dos investigaciones la que menor peso presentó fue la línea TA-19-008.

Ponce et al (2022) mencionan en el Manual de Parámetros de Evaluación y Propagación de Cereales que esta variable está determinada por el porcentaje de contenido de humedad de la semilla y el tamaño de la semilla.

#### **4.11 Tipo y color de grano**

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que existe asociación ( $gl=12$ ;  $\chi^2=0.0001$ ) entre las líneas evaluadas y el tipo y color de grano (Tabla 23).

**Tabla 23**

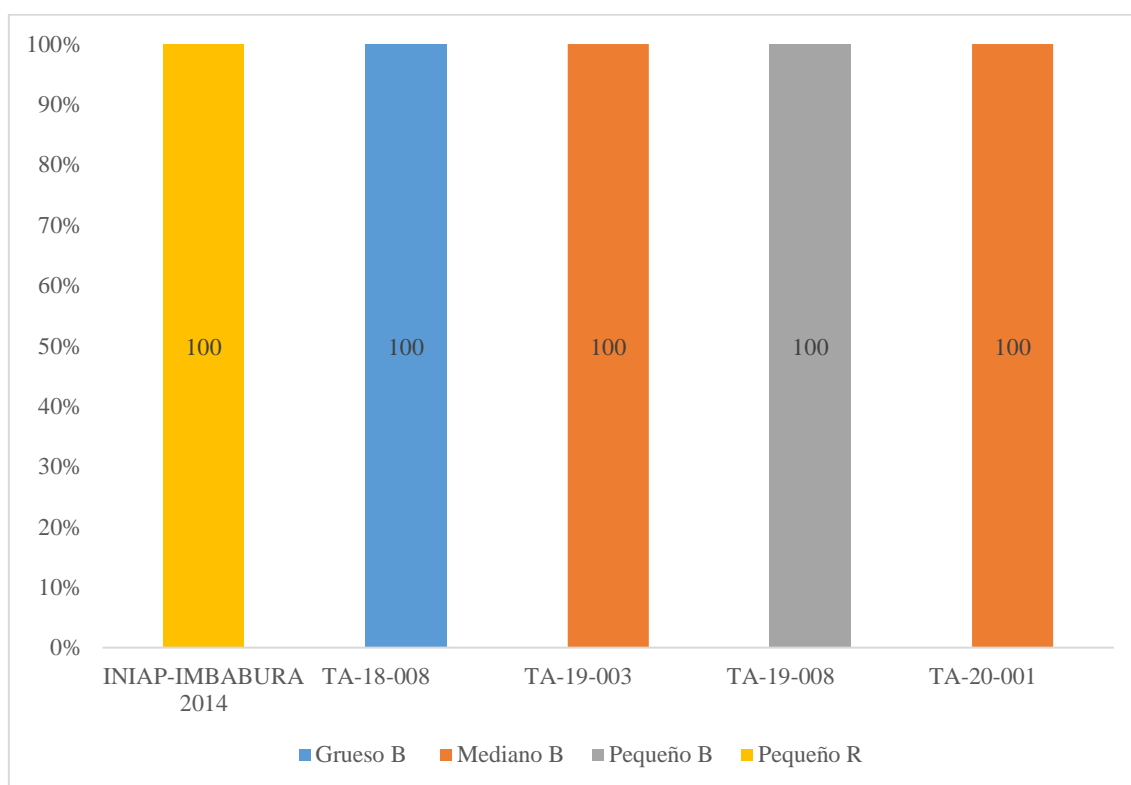
*Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos tipo y color de grano*

<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
Chi Cuadrado Pearson	45	12	0.0001

La figura 36 se puede observar que las líneas promisorias y la variedad mejorada evaluadas indican que se encuentran en un 20% en la categoría (grano pequeño blanco), por otro lado, tenemos un 40% que se encuentran en la categoría de (grano mediano blanco), mientras existe un 20% que se encuentra en la categoría de (grano grueso blanco). Por otro lado, la línea que destaca es la TA-18-008 obteniendo el 100% en la categoría de grano grueso blanco, por otra parte, las líneas TA-19-003 Y TA-20-001 nos indica que se encuentran en la categoría de grano mediano blanco y rojo respectivamente. Sin embargo, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 es la que menor calidad de grano presentó ubicándose en la categoría (grano pequeño blanco).

**Figura 36**

*Resultados tipo y color de grano*



Comparando la información obtenida por Ponce et al. (2022) y Pichucho (2022), con el presente trabajo se afirma que la línea promisoriosa TA-18-008 tiene un tipo de grano en la categoría de grano grueso blanco. Así también se observa una coincidencia con la investigación de Pichucho (2022) ya que en las dos investigaciones la variedad INIAP-IMBABURA 2014 se presentó en la categoría de grano pequeño de color rojo.

## 4.12 Reacción a enfermedades

### 4.12.1 Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus,) BYDV

Los análisis de las tablas de contingencia de los datos cualitativos indican que no existe asociación ( $gl=16$ ;  $\chi^2=0.1543$ ) entre las líneas evaluadas y el virus del enanismo (Tabla 24).

#### Tabla 24

*Análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos para la variable virus del enanismo*

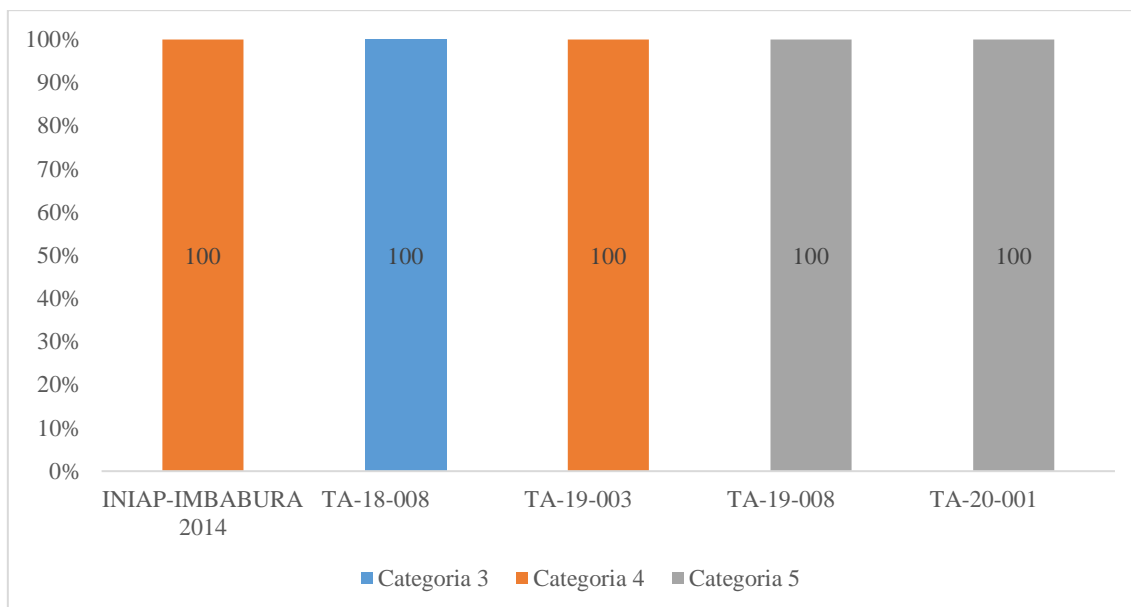
<b>Estadístico</b>	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
Chi Cuadrado Pearson	21.67	16	0.1543

En figura 37 indica, con respecto a esta enfermedad que la presencia de 3 categorías: 3(Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.), 4(Amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo.) y 5 (Amarillamiento más extenso; vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo) por otro lado no sé presento resultados en otras categorías.

La línea que destaca es a favor es TA-18-008 ya que presenta una resistencia al amarillamiento de las hojas y no existe enanismo. Por otro lado, la línea TA-19-003 en conjunto con variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 se encuentra en la categoría 4, presentando un amarillamiento moderado y sin la presencia de enanismo. Por otro lado, las líneas que más severidad presentaron con respecto a esta enfermedad, ya presentado un amarillamiento más extenso y enanismo son TA-19-008 y TA-20-001.

**Figura 37**

Datos obtenidos de la variable BYBV en las líneas y una variedad mejorada de trigo



Relacionado los resultados obtenidos por Pichucho (2022), se observa una similitud en la línea TA-18-008 ya que se encuentra en la categoría 3; con respecto a la variedad INIAP-IMBABURA 2014 se obtuvo mejores resultados en el campus de (Chaltura) ya que se presenta en la categoría 4, al contrario del campus (Salache) que se encuentra en la categoría 5 siendo más susceptible al virus del enanismo.

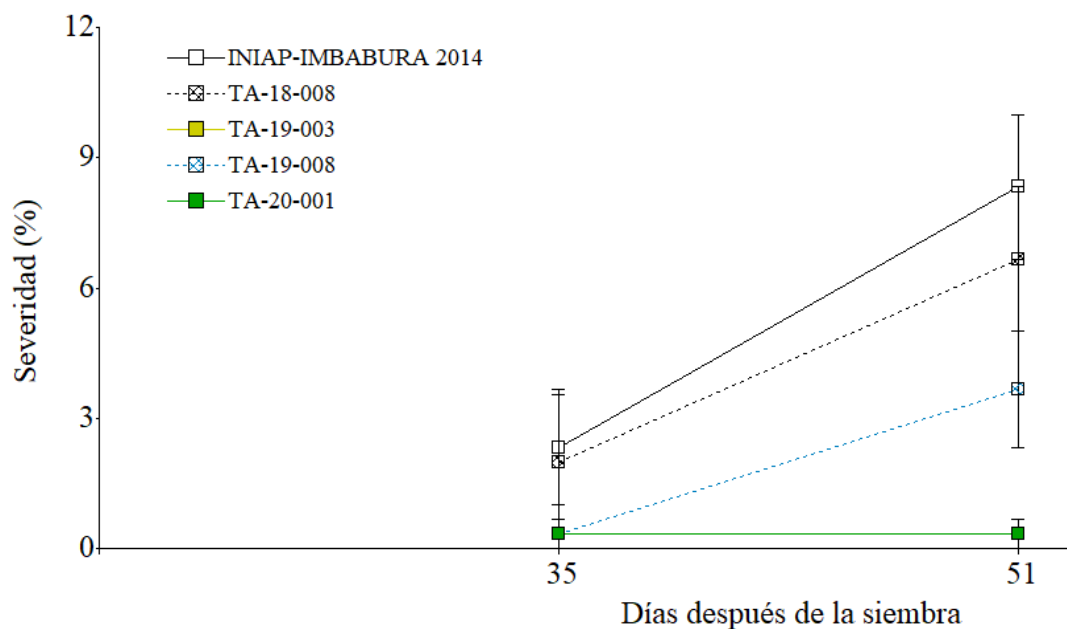
#### 4.12.2 Roya de la hoja

La roya de la hoja (*Puccinia triticina*) en las líneas de trigo las infecciones iniciaron a los 35 días y su pico más alto de infección fue a los 51 días. De las 4 líneas de trigo una no registro infección (0% severidad), fue la línea TA-19-003, de la misma forma que la línea TA-20-001 ya que mantuvo su porcentaje de severidad en la primera y segunda toma de datos, siendo las dos líneas alta mente resistente a esta enfermedad. Por otra parte, la variedad y una línea fueron las que mayor infección presentaron, aumentado el porcentaje de severidad de 2.33% (35 días) a 8.33% (51 días). De la misma manera la variedad INIAP-IMBABURA 2014 aumento el porcentaje de severidad de 2% (35 días) a 6.67% (51 días).



**Figura 38**

*Porcentaje de severidad de roya de hoja*



En una investigación realizada por Galarza (2023) menciona que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 fue una de las que menos problemas presentó con un promedio de severidad de 27.5 %, por otro lado, en la zona de Chaltura se obtuvo resultados óptimos con respecto a la variedad INIAP-IMBABURA 2014, con 2.33% de severidad.

Por otro lado, al comparar los resultados obtenidos en esta investigación frente a los presentados por Pichucho (2022), podemos determinar que la línea promisoría TA-20-001 presentaron una gran similitud ya que en los dos casos no existe la presencia de la roya, siendo altamente resistentes a la enfermedad.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

La evaluación y el análisis estadístico justificaron que la línea TA-18-008 fue la línea que mejor se desarrolló presento, en comparación con la variedad INIAP-IMBABRA 2014 mostrando similares y mejores características morfológicas y agronómicas, dentro de las condiciones agroclimáticas del campus Granja Experimental La Pradera. Esto propone un alto potencial para la línea TA-18-008 al presentar 55 días al espigamiento, un tamaño de la espiga de 11.30 cm y presentando a la vez un excelente hábito de crecimiento en el 100% del material. Lo cual sugiere que la línea TA-18-008 es favorable para futuras investigaciones.

TA-18-008 fue la línea que ha demostrado ser altamente resistente, a su vez el resto de las líneas presentaron una baja susceptibilidad a las enfermedades (Roya de la hoja y virus del enanismo amarillo del trigo). Mientras que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 fue la más susceptible con respecto al virus del enanismo amarillo, presentando un enanismo moderado.

TA-18-008 Y TA-19-003 destacan por obtener un alto rendimiento y calidad de grano, por otro lado, la variedad mejorada INIAP-IMBABURA 2014 indica similitudes en algunos aspectos, resalta al obtener el mayor peso hectolítrico. A diferencia de las líneas TA-19-008 y TA-20-001 que presentan un rendimiento y una calidad de grano deficiente a comparación de las demás líneas y la variedad mejorada.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Es importante ayudar a los agricultores locales a realizar estudios en diferentes lugares y tener más datos sobre el comportamiento de las líneas y vincular estos datos obtenidos con otras instituciones de investigación como universidades, MAG, INIAP para comparar y comprender mejor la adaptabilidad, productividad y resistencia a enfermedades de las líneas.

Se requiere de nuevos ciclos de evaluación y condiciones ecogeográficas para determinar el potencial productivo de las líneas que fueron identificadas como promisorias, de tal manera que se pueda liberar variedades mejoradas comerciales para los agricultores del Ecuador.

Se requiere evaluar el potencial de las líneas promisorias con innovación tecnológica relacionada con fertilización, manejo fitosanitario y procesos que conduzcan a una producción sustentable, contribuyendo de esta manera con la seguridad alimentaria del país.

## V. REFERENCIAS

- Carrera. (2005). *Prontuario de Agricultura Cultivos Agrícolas*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Cerutti, M. (2019). Trigo y revolución verde en el noroeste de México (1930-1970). *Mundo agrario*, 20(43), 103-e1.
- CIMMYT. (2011). Análisis de riesgo para el trigo genéticamente modificado. Obtenido de Recuperado el 2013, de Consulta Pública: <http://start.iminent.com/StartWeb/3082/homepage/#q=clasificacion%20trigos>
- Cuarán, F., Otavalo, C., & Tafur, G. (2010). *Manual de Cultivos Andinos, Guía práctica para el cultivo de Cebada (Hordeum sp.), Trigo (Triticum sp.), Maíz (Zea mays), Haba (Vicia faba), Arveja (Pisum sativum) y Lenteja (Lens culinaris)*. Cayambe-Ayora.
- Danty Larraín, J., Gasic Boj, C., Díaz Pérez, M., Mendoza Revilla, V., Urbina Vergara, C., & Acuña Leiton, E. (2018). *Prospectivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. 108.
- Duval, M., Galantini, J., Iglesias, J., & Krüger, H. (2013). El cultivo de trigo en la región semiárida bonaerense: impacto sobre algunas propiedades químicas del suelo. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*, 39(2), 178-184.
- Falconí-Castillo, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). *INIAP-Imbabura 2014: Nueva variedad de trigo de grano rojo para zonas trigueras del Ecuador*.
- FAO. (2005). *Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Departamento económico y social*.
- Flores, G., Aviles, S., & Cortés, J. (1998). *Estudio de adaptabilidad del triticale a diferentes dosis de calcio y fosforo en andisoles*. Chapingo: Terra Latinoamericana.
- Galarza Tenesaca, E. R. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca, Cevallos (Bachelor's thesis)*.
- García, D. (2020). *ORIGEN DEL TRIGO*. Obtenido de Academia: [https://www.academia.edu/26940246/ORIGEN\\_DEL\\_TRIGO](https://www.academia.edu/26940246/ORIGEN_DEL_TRIGO)
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del cultivo de Trigo*.

- Garofalo, J., Ponce, L., y Abad G., S. (2011). Guía del cultivo de trigo. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Cereales. (Boletín Divulgativo no. 411).
- Góral, H., Stojalowski, S., Warzecha, T., & J, L. (2015). The Development of Hybrid Triticale. In *Triticale* (pp. 33–66).
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos Herbáceos Extensivos*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Iglesias, L., Ramírez, A., Moreno, I., & Plana, R. (2001). El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 55-67.
- INFOAGRO, S. (2008). EL CULTIVO DEL TRIGO. Obtenido de Plagas: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- INIAP. (2000). Información técnica de la variedad INIAP-Triticale2000. Quito: EC: INIAP.
- INIAP. (2009). Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos. Estación Experimental Santa Catalina.
- INIAP. (2014). MANEJO DE ENFERMEDADES (Roya, Fusarium, Carbón volador). Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>
- Jiménez, L. (2016). Efecto de omisión de cinco nutrientes en el cultivo de avena (*Avena sativa*), para la producción de biomasa. In Universidad Central del Ecuador.
- Juárez, Z. N., Bárcenas-Pozos, M. E., & Hernández, L. R. (2014). El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 8(1), 79-93.
- León, A. E., Rosell, C. M., Gómez Pallarés, M., Brites, C., Haros, M., Trigo, M. J., ... & Benedito Mengod, C. (2007). De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. ISEKI-Food.
- Manrique Anrango, M. F. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa productora de pan de harina de chocho y trigo, en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura (Bachelor's thesis).
- Matus, I., & Vega, A. (2004). Capítulo 1 Variedades. En M. Mellado Z., *Boletín de Trigo 2004 Manejo Tecnológico*. Chillán, Chile: Trama Impresores S.A.
- Merino, Á. (2020). Los países que más trigo producen. *EOC*, 2.
- Miller, T. D. (2000). Estadios de crecimiento del cultivo de trigo. Texas, Estados.

- Muñoz Solis, V. M. (2020). Evaluación de los atributos físicos de calidad de los granos de trigo (*triticum spp*) y cebada (*hordeum vulgare*) producidos en el Ecuador, comparando métodos tradicionales y alternativos (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020).
- INIAP. (1980). Información técnica de las variedades de triticale INIAP-Promesa e INIAP-Maná. Quito: EC: INIAP.
- Pichucho Otacoma, C. M. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum L.*) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Pichucho Otacoma, C. M. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum L.*) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Ponce, L., Abad, S., Garófalo, J., & Falconí-Castillo, E. (2009). Guía para la producción artesanal de semilla de cereales.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., & Noroña, J. Avances generacionales de diferentes poblaciones segregantes de trigo (*Triticum aestivum L.*). PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA, 53.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., & Noroña, J. (2022) Avances generacionales de diferentes poblaciones segregantes de trigo (*Triticum aestivum L.*). PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA, 53.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña Cruz, D. F., & Noroña, P. (2019). Parámetros de evaluación y selección en cereales.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en Cereales Año 2020.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2023). Manual para la producción sostenible de cebada en la Sierra ecuatoriana.
- Proaño, J. (2007). “Respuesta de Cuatro Variedades de Arveja (*Pisum sativum L.*) A la Fertilización Orgánica y Química en la Granja la Pradera”. Chaltura-Ecuador.:

- Tesis de Grado previo la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte.
- Quishpe, J. (2011). Plan de recuperación y fomento del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) mediante el desarrollo, producción y difusión de semilla de variedades de trigo para la Sierra ecuatoriana.
- Robles, R. (1991). Producción de granos y forrajes. En Descripción taxonómica (pág. 209). México: Noriega Editores.
- Salazar Ramos, S. M. D. C. (2016). Determinación de la producción de trigo (*Triticum vulgare*) y su incidencia en los ingresos económicos de los productores en la parroquia San Pablo provincia de Bolívar.
- Sel-Maq. (2018). LA IMPORTANCIA DEL TRIGO EN EL MUNDO. Argentina.
- Solier Valer, J. (2009). Efecto del abonamiento en la calidad harinera de tres cultivares de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en Canaán a 2720 msnm. Ayacucho.
- Sotaminga Cueva, J. T. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP, sector Querochaca (Bachelor's thesis).
- Soto, F., Plana, R., & Hernández, N. (2009). Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero y triticale y su relación con el rendimiento. *Cultivos Tropicales* 2009, 32-36.
- Ticona, D. (2009). Producción de forraje y semilla de triticale (x. *Triticosecale*) bajo riego y secano, en tres épocas de siembra en la comunidad de Calasaya, provincia los Andes La Paz - Bolivia. La Paz: Universidad Mayor de San Andres.
- Tipe Badajos, A. (2017). Caracterización morfológica de variedades de avena (*Avena* spp). Allpachaka 3529 msnm - Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Unda Palma, J. F. (2022). Evaluación de líneas diferenciales para royas (*Puccinia graminis*) en avena (*Avena sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) Y cebada (*Hordeum vulgare* L.) del INIAP, bajo las condiciones ambientales en el campus Salache UTC 2021-2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga (Universidad Técnica de Cotopaxi)).
- Varughese, G., Barker, T., & Saari, E. (1987). *Triticale*. Mexico: CIMMYT.

Vega, A., & Vega, J. (1990). Comportamiento de genotipos de trigo y Triticale en diferentes pisos altitudinales de Venezuela. Maracay: Rev. Fac. Agron. (Maracay).