

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA



### SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRITICALE (x *Triticosecale*) EN CHALTURA- IMBABURA

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

**AUTOR:**

Chalampunte Tabi Wilka Iñaki

**DIRECTOR/A:**

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

Ibarra, 2024

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO  
AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRITICALE (x *Triticosecale*)  
EN 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.  
**DIRECTORA**

  
FIRMA

Ing. Magali Cañarejo Antamba, PhD  
**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:	1719759506		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chalampunte Tabi Wilka Iñaky		
DIRECCIÓN:	Imbabura-Otavalo		
EMAIL:	wichalampuentet@utn,edu,ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0962057699

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale (x <i>triticosecale</i> ) en Chaltura-Imbabura
AUTOR (ES):	Chalampunte Tabi Wilka Iñaky
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	25/07/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salomé Chalampunte, 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 25 días del mes de julio de 2024

EL AUTOR:   
Wilka Chalampunte

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Chalampunte Tabi Wilka Iñaky, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 25 días del mes de julio de 2024



Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 25 días del mes de julio del 2024

**Wilka Iñaky Chalampunte Tabi:** SEGUNDO CICLO DE EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRITICALE (x *Triticosecale*) EN CHALTURA- IMBABURA /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 25 días del mes de julio de las 2024, 61 páginas.

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

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar del comportamiento agronómico de líneas promisorias de Triticale en un segundo ciclo, Chaltura-Imbabura

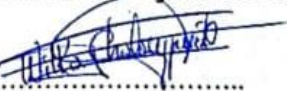
Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar el rendimiento de líneas promisorias con respecto a una variedad mejorada de Triticale en la grana experimental "La Pradera"
- Determinar la severidad de enfermedades en los materiales de estudio
- Analizar los parámetros de calidad de grano de los materiales de estudio

.....  


**Ing. Doris Chalampunte Flores, PhD.**

**Directora de Trabajo de Grado**

.....  


**Wilka Iñaky Chalampunte Tabi**

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*Quiero comenzar expresando mi sincero agradecimiento a mis padres, cuyo apoyo inquebrantable ha sido fundamental para alcanzar mis metas académicas. Su constante aliento y sacrificio han sido la base de mi éxito hasta este punto.*

*Agradezco de manera especial a mi tutora, la Ing. Doris Chalampunte Flores, por su dedicación y paciencia durante todo el proceso. Sus valiosos consejos y orientación han sido cruciales para mi desarrollo académico y profesional.*

*También deseo reconocer a mi asesora de tesis, la Doc. Magali Cañarejo, y a la Ing. María José Romero que por su invaluable guía experta y apoyo constante. Su compromiso con mi proyecto ha sido fundamental para superar los desafíos académicos.*

*A todos los profesores que han compartido su conocimiento y experiencia conmigo, les estoy muy agradecido. Sus enseñanzas han sido la piedra angular de mi formación académica.*

*Mi sincero agradecimiento al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por su generoso financiamiento y apoyo a lo largo de mi investigación.*

*Especialmente, agradezco al Programa Nacional de Cereales y a los ingenieros Mary, Javier Garófalo y Javier Noroña por sus constantes tutorías, apoyo y disponibilidad. Esta experiencia ha enriquecido profundamente mi formación académica y profesional.*

*Finalmente, agradezco a la universidad por la exigencia académica y por proporcionarme las herramientas y bases para obtener mi ansiado título. Mi reconocimiento a todos los directivos por su labor incansable y por crear un entorno propicio para el aprendizaje y el desarrollo personal.*

*Wilka Chalampunte T.*

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser mi guía y sostén en cada paso de este camino académico, por fortalecer mi fe y permitirme superar los desafíos con determinación y gratitud.*

*A mis amados padres, Rodrigo Chalampunte y Adriana Tabi, quienes han sido mi faro y mi ejemplo de amor, sacrificio y perseverancia. Gracias por enseñarme los valores más nobles: el trabajo duro, la honestidad y la gratitud. Vuestra dedicación ha sido la chispa que ha encendido mi determinación para perseguir mis sueños.*

*A mis queridos hermanos, por su apoyo incondicional, su aliento constante y por ser mi fuente de alegría y fortaleza en los momentos más difíciles.*

*A mí mismo, por nunca renunciar a mis sueños, por mantener la fe y la perseverancia a pesar de los obstáculos, y por valorar cada experiencia de aprendizaje como una oportunidad para crecer y mejorar.*

*Esta tesis está dedicada a aquellos que han sido mis pilares fundamentales, quienes con su amor, apoyo y ejemplo han hecho posible este logro académico. Vuestra influencia perdurará en mi camino profesional y personal, guiándome hacia nuevas metas y desafíos con la convicción de que los valores enseñados serán mi brújula en la vida.*

*Wilka Chalampunte T.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XV
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema de investigación .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Triticale (x <i>Triticosecale</i> ) .....	6
2.1.1 Descripción geográfica, taxonómica, botánica, fenológica y vegetativa.....	6
2.1.2 Clasificación Taxonomía.....	6
2.1.3 Distribución geográfica.....	7
2.1.4 Descripción botánica.....	7
2.1.5 Ciclo vegetativo.....	7
2.1.6 Etapas fenológicas.....	7
2.1.7 Adaptabilidad y resistencia del triticale al medio ambiente.....	8
2.2 Definición de línea promisoría, variedad y variedad mejorada.....	8
2.2.1 Líneas promisorias.....	8
2.2.2 Variedad.....	8
2.2.3 Variedad mejorada.....	9
2.3 Descripción de la variedad y líneas promisorias.....	9
2.3.1 Variedad: Triticale 2000.....	9
2.3.2 Línea promisoría: TCL-10-001.....	10



2.3.3 Línea promisorio: TCL-10-004.....	10
2.3.4 Línea promisorio: TCL-11-006.....	10
2.3.5 Línea promisorio: TCL-10-007.....	11
2.4 Enfermedades presentes en el cultivo de triticale. ....	11
2.5 Principales Enfermedades.....	12
2.5.1 Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>Tritici</i> ).....	12
2.5.2 Roya de la hoja ( <i>Puccinia triticina</i> ).....	12
2.5.3 Roya del tallo ( <i>Puccinia graminis</i> f. sp. <i>tritici</i> ).....	12
2.5.4 Fusarium ( <i>Fusarium</i> spp.).....	12
2.5.5. Virus del enanismo ( <i>Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV</i> ).....	13
2.6 Evaluación de enfermedades .....	13
2.6.1 Severidad.....	13
2.6.2 Incidencia.....	13
2.6.3 Evaluación de nivel de Daño económico en triticale.....	13
2.7 Escala de Zadoks.....	14
2.8 Marco legal .....	16
CAPÍTULO III.....	17
MARCO METODOLÓGICO .....	17
3.1 Caracterización del área de estudio .....	17
3.1.1 Características geográficas.....	18
3.1.2 Características climáticas.....	18
3.2 Materiales y métodos.....	18
3.2.1 Materiales.....	18
3.2.2 Métodos.....	19
3.2.3 Análisis estadístico.....	19
3.2.4 factor en estudio.....	19
3.3 Diseño experimental.....	19
3.4 Características del experimento. ....	21
3.5 Características de la unidad experimental .....	21
3.6 Variables evaluadas .....	21
3.6.1. Porcentaje de emergencia.....	21
3.6.2 Días al espigamiento.....	22
3.6.2 Altura de planta.....	22

3.6.3 Número de espigas por metro cuadrado.....	22
3.6.4 Tamaño de espiga.....	22
3.6.5 Número de granos por espiga.....	22
3.6.6 Reacción a enfermedades.....	22
3.6.7 Rendimiento de grano.....	25
3.6.8 Peso de mil granos.....	25
3.6.9 Peso hectolítrico .....	25
3.6.10 Tipo de paja.....	25
3.6.11 Tipo de grano .....	26
3.6.12 Rendimiento t ha <sup>-1</sup> .....	27
3.7 Manejo específico del experimento.....	27
3.7.1 Selección del lote .....	27
3.7.2 Preparación del suelo.....	27
3.7.3 Desinfección de semilla.....	28
3.7.4. siembra.....	28
3.7.5 Fertilización .....	29
3.7.6 Control de malezas .....	30
3.7.7 Controles fitosanitarios.....	30
3.7.8 Cosecha.....	30
3.7.9 Trilla .....	31
3.7.10 Conservación y empaquetado de semilla.....	32
CAPÍTULO IV.....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Resultados obtenidos en la evaluación de las líneas promisorias frente a la variedad mejorada TRITICALE 2000 en cuanto a rendimiento y adaptabilidad .....	33
4.1.1 Porcentaje de emergencia (%)......	33
4.1.2 Días al inicio del espigamiento en líneas promisorias y variedad de triticales. ....	34
4.1.3 Tipo de paja identificado en los materiales de estudio.....	35
4.1.4 Altura de planta identificadas en las líneas y variedad de triticales (cm) .....	35
4.1.5 Número de plantas por metro cuadrado de líneas y variedad de triticales.....	37
4.1.6 Tamaño de espiga presente en las líneas y variedad de triticales evaluadas (cm).....	38
4.1.7 Número de granos por espiga de las líneas y variedad de triticales .....	39
4.2 Severidad de enfermedades.....	40

4.2.1 <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>Tritici</i> .....	40
4.2.2 <i>Puccinia triticina</i> .....	42
4.2.3 <i>Fusarium</i> ( <i>Fusarium</i> spp.) .....	42
4.2.4 Virus del enanismo ( <i>Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV</i> ) .....	43
4.3 Análisis de calidad de grano .....	45
4.3.1 Rendimiento identificado en las líneas promisorias y variedad de triticale (t ha <sup>-1</sup> ) .....	45
4.3.2 Peso Hectolítrico de líneas promisorias y variedad de triticale evaluadas (kg hl <sup>-1</sup> ) .....	46
4.3.3 Peso de mil granos identificados en las líneas promisorias y variedad de triticale .....	48
4.3.4 Tipo y color de grano observados en la evaluación de las líneas y variedad de triticale .....	49
CAPÍTULO V .....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
5.1 CONCLUSIONES .....	50
5.2 RECOMENDACIONES .....	52
REFERENCIAS .....	53
ANEXOS .....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de la granja experimental La Pradera, Chaltura. ....	17
Figura 2 Esquema del diseño experimental con sus respectivas medidas.....	20
Figura 3 Escala modificada de COBB de acuerdo con la metodología propuesta por el CIMMYT.....	23
Figura 4 Escala expresada en porcentaje de daño de fusarium ( <i>fusarium</i> spp.).....	24
Figura 5 De izquierda a derecha: tallo fuerte, tallo intermedio y tallo débil. ....	26
Figura 6 Lote seleccionado en el campus La Pradera. ....	27
Figura 7 Actividades de pre siembra como riego profundo y soltura de suelo. ....	28
Figura 8 Semillas previamente tratadas y colocadas en los surcos.....	28
Figura 9 Siembra directa de líneas promisorias y variedad de triticales. ....	29
Figura 10 Aplicación de fertilizante en la siembra de manera manual. ....	30
Figura 11 Aplicación de herbicida antes de la siembra.....	30
Figura 12 Cosecha manual. ....	31
Figura 13 Trilla mecánica y embolsado del material en estudio. ....	31
Figura 14 Almacenamiento del material en invernadero correctamente etiquetados. ....	32
Figura 15 Porcentajes de severidad causados por <i>Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)</i> distribuidas en diferentes líneas promisorias y variedad de triticales en la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación taxonómica de triticale. ....	6
Tabla 2 Historial genético de la Línea promisorio TCL-10-001. ....	10
Tabla 3 Historial genético de la Línea promisorio TCL-10-004. ....	10
Tabla 4 Historial genético de la Línea promisorio TCL-11-006. ....	11
Tabla 5 Principales características de la Línea promisorio TCL-10-007. ....	11
Tabla 6 Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo de triticale. ....	15
Tabla 7 Materiales, equipos, insumos y herramientas. ....	18
Tabla 8 Características de la unidad experimental. ....	21
Tabla 9 Escala modificada de COBB para determinar severidad en royas. ....	23
Tabla 10 Escala de estimación de daño causado por virosis. ....	24
Tabla 11 Escala de evaluación de tipo de paja en cereales. ....	25
Tabla 12 Descripción del tipo y color de grano según la escala presentada por INIAP. ....	26
Tabla 13 Parámetros fisicoquímicos y nutrientes disponibles de la zona de estudio. ....	29
Tabla 14 Porcentaje de emergencia en líneas promisorias y variedad de triticale (x <i>Triticosecale</i> ) evaluadas en la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura. ....	33
Tabla 15 Altura de planta para líneas promisorias y una variedad mejorada de triticale evaluada en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura. ....	36
Tabla 16 Promedios de número de plantas por metro cuadrado de las línea promisorio y variedad de triticale evaluadas en la granja experimental La Pradera en Chaltura, Imbabura. ....	37
Tabla 17 Tamaño de espigas identificados en la evaluación de líneas promisorias y variedad de triticale en Chaltura, Imbabura. ....	38
Tabla 18 Número de granos por espiga evaluados en líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones que presenta la granja experimental La Pradera en Chaltura, Imbabura. ....	39
Tabla 19 Porcentaje de severidad de <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>Tritici</i> en líneas promisorias y variedad de triticale evaluada en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura. ....	41
Tabla 20 Porcentaje de severidad de <i>Fusarium</i> spp. identificado en líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones presentes en la granja la Pradera, Chaltura. ....	43
Tabla 21 Análisis de variancia de Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV) ....	44
Tabla 22 Rendimiento expresados en t ha <sup>-1</sup> de las líneas promisorias y variedad de triticale evaluadas en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura. ....	46
Tabla 23 Promedios de peso hectolítrico (kg hl <sup>-1</sup> ) identificados en líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura. ....	47
Tabla 24 Peso de mil granos reportados al evaluar las líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones de la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura. ....	48

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Estado morfológico adecuado para evaluar el porcentaje de emergencia. ....	58
Anexo 2 “Z55” estado morfológico correspondiente al momento del espigamiento. ....	58
Anexo 3 Los granos pueden presentar colores rojos o blancos, ilustración guía para la toma de la variable tipo de grano, presentado por el manual de evaluación de cereales, INIAP. ....	59
Anexo 4 Análisis de suelo correspondiente al sitio de estudio en la granja experimental La Pradera, Chaltura. ....	59

# TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autor: Chalampunte Tabi Wilka Iñaky

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: [wichalampuentet@utn.edu.ec](mailto:wichalampuentet@utn.edu.ec)

[chalampuentewilka@gmail.com](mailto:chalampuentewilka@gmail.com)

## RESUMEN

El triticale (*x Triticosecale*), desarrollado experimentalmente en Alemania y Escocia en el siglo XIX, es un cereal de autofecundación que resulta del cruce entre el trigo (*Triticum* sp.) y el centeno (*Secale cereale* L.). Introducido en el Ecuador por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) alrededor de 1975. Las primeras variedades liberadas por el INIAP, como INIAP-Mana 82 e INIAP-Promesa 85, mostraron deficiencias en sus características agronómicas, lo que condujo al desarrollo de la variedad TRITICALE 2000, superior en términos agronómicos. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias y una variedad de triticale en las condiciones agroclimáticas de Chaltura, en la granja experimental La Pradera. Se estableció un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados indican que las líneas promisorias mostraron superioridad en adaptabilidad y rendimiento, especialmente la línea TCL-10-006, que destacó por su alta emergencia (mayor al 90%), días al espigamiento (60 días), calidad de paja (grado 1), altura de planta de 117 cm, tamaño de espiga de 10.70 cm y un rendimiento de 7.67 t ha<sup>-1</sup>. Además, se observó una baja incidencia de enfermedades como *Puccinia striiformis*, *Puccinia triticina*, *Fusarium* spp. y el *Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)*, con valores inferiores al 10%. En cuanto a la calidad del grano, tanto las líneas promisorias como la variedad de triticale mostraron consistencia con granos medianos, bien formados, limpios y de color rojo característico. El peso hectolítrico promedio fue cercano a 71 kg hl<sup>-1</sup>, destacando la línea TCL-10-006 con 72.72 kg hl<sup>-1</sup>. El peso de mil granos osciló entre 40 y 53.33 g. Por lo antes expuesto, se puede mencionar que todas las líneas promisorias evaluadas son aptas para su cultivo, destacando la línea TCL-10-006, bajo condiciones similares a las de la granja La Pradera, fortaleciendo la agricultura local.

**Palabras claves:** Líneas promisorias, Peso hectolitrico, comportamiento agronómico, calidad de grano, resistencia genética.

**TITLE:** Second cycle of evaluation of the agronomic performance of promising lines of triticale (x *tritico-secale*) in Chaltura-Imbabura

### **ABSTRACT**

Autor: Chalampunte Tabi Wilka Iñaky

\*Universidad Técnica del Norte

Correo: [wichalampuentet@utn.edu.ec](mailto:wichalampuentet@utn.edu.ec)

chalampuentewilka@gmail.com

Triticale (x *Tritico-secale*), developed experimentally in Germany and Scotland in the 19th century, is a self-pollinating cereal resulting from a cross between wheat (*Triticum* sp.) and rye (*Secale cereale* L.). Introduced to Ecuador by the National Institute of Agricultural Research (INIAP) around 1975, the initial varieties released by INIAP, such as INIAP-Mana 82 and INIAP-Promesa 85, showed deficiencies in their agronomic characteristics, leading to the development of the superior TRITICALE 2000 variety in agronomic terms. This study aimed to evaluate the agronomic performance of promising lines and a variety of triticale under the agroclimatic conditions of Chaltura, at La Pradera Experimental Farm. A randomized complete block design with three replications was established. The results indicate that the promising lines demonstrated superior adaptability and performance, especially TCL-10-006, which stood out for its high emergence (over 90%), days to heading (60 days), straw quality (grade 1), plant height of 117 cm, spike length of 10.70 cm, and yield of 7.67 t ha<sup>-1</sup>. Additionally, a low incidence of diseases such as *Puccinia striiformis*, *Puccinia triticina*, *Fusarium* spp., and *Barley Yellow Dwarf Virus (BYDV)* was observed, with values below 10%. Regarding grain quality, both the promising lines and the triticale variety showed consistency with medium-sized, well-formed, clean grains with a characteristic red color. The average hectoliter weight was close to 71 kg hl<sup>-1</sup>, with TCL-10-006 highlighting 72.72 kg hl<sup>-1</sup>. The thousand grain weight ranged from 40 to 53.33 g. Based on the foregoing, it can be mentioned that all promising lines evaluated are suitable for cultivation, with TCL-10-006 standing out, under conditions like those of La Pradera farm, thus strengthening local agriculture.

**Key words:** Promising lines, hectoliter weight, agronomic performance, grain quality, genetic resistance.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El triticale (x *Triticosecale*), desarrollado experimentalmente en Alemania y Escocia en el siglo XIX, es un cereal de autofecundación resultado del cruce entre el trigo (*Triticum* sp.) y el centeno (*Secale cereale* L.) (Humberto, 1979). Esta especie presenta tolerancia a bajas temperaturas, sequía, plagas y enfermedades, atributos heredados de sus progenitores (Instituto nacional de investigaciones agropecuarias [INIAP], 2009). Según Estrada (2016), el triticale es reconocido como una alternativa prometedora para incrementar la producción de cereales a nivel mundial gracias a su alto rendimiento, contribuyendo así a la seguridad alimentaria frente al crecimiento poblacional exponencial.

Según los datos recopilados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en su base de datos FAOSTAT, el triticale se cultiva mundialmente en 3 812 724 hectáreas, con una producción de 15 361 341 toneladas, siendo Polonia el principal productor (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2022). Las diversas líneas cultivadas a nivel global han experimentado mejoras significativas en adaptabilidad y producción. Estas mejoras han resultado en rendimientos promedio de aproximadamente 3.7 t ha<sup>-1</sup> en 2019 y un promedio anual de 4 t ha<sup>-1</sup> en 2022 (Axayacatl, 2021).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1976) expone que el triticale presenta un contenido de proteína que varía entre el 11.7% y 22.5% del peso total del grano, con un promedio del 17.5%. En comparación, el trigo contiene aproximadamente un 12.9%, lo que significa que el triticale posee un 4.6% más de proteína en promedio. Además, los aminoácidos esenciales, como la lisina, están presentes en el triticale en un 30% más que en el trigo. Asimismo, contiene un 56% más de almidón y un 23% más de amilasa. Estas características hacen que el triticale pueda ser considerado como un sustituto viable de los cereales tradicionales tanto en la alimentación humana como animal (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal [FEDNA], 2004).

La introducción al Ecuador de diferentes variedades de triticale, fue realizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) aproximadamente en el año 1975, con el objetivo de evaluar la adaptación y proyectarlo próximamente como un cultivo.

En la década de los 80 mediante el Programa de Cereales del INIAP, se liberaron las primeras variedades de triticale llamadas INIAP-Mana 82 e INIAP –Promesa 85, las cuales, no tuvieron una buena aceptación por parte de los agricultores. INIAP-Mana 82 debido a la livianes del grano y su arrugamiento acentuado conforme aumentaba el tiempo de almacenamiento. Así mismo, INIAP–Promesa 85 el cual tenía un prolongado ciclo vegetativo y una sorpresiva pérdida de resistencia a la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp.) (INIAP, 2000).

No obstante, dichas investigaciones fueron fundamentales para identificar germoplasma con niveles adecuados de resistencia. Este avance condujo al desarrollo de una nueva variedad llamada INIAP-triticale 2000, caracterizada por un genotipo más precoz (175-195 días). Esta variedad ha mostrado un excelente llenado de grano en ambientes subóptimos, lo cual se refleja en su alto peso hectolítrico entre 63 kg hl<sup>-1</sup> y 70 kg hl<sup>-1</sup>, superando así a las líneas probadas anteriormente (INIAP, 2000). Por lo tanto, con el fin de identificar variedades promisorias que vayan de la mano con el agricultor, INIAP se encuentra realizando investigaciones en diversas líneas de triticale en parcelas experimentales en las provincias australes de Azuay, Cañar, Loja. Estas áreas se caracterizan por una amplia diversidad en términos de condiciones climáticas y altitudinales, aspectos cruciales debido a la fuerte influencia que ejercen sobre las características agronómicas del triticale (INIAP, 2009).

En la granja experimental La Pradera en Chaltura, durante las campañas de producción de 2023 en cereales realizadas por INIAP, se llevó a cabo una primera evaluación de la producción e identificación de resistencia del triticale. Se encontró que las líneas promisorias (TCL-10-007, TCL-10-00, TCL-10-004, TCL-11-006) destacaron su adaptabilidad al entorno local con un tipo de paja resistente al acame y a enfermedades como la roya amarilla con un 1% de severidad. Además, de obtener rendimientos de 8.36 t ha<sup>-1</sup> y un peso hectolítrico de 71.58 kg hl<sup>-1</sup>.

## 1.2 Problema de investigación

En Ecuador, el triticale (*x Triticosecale*) no es un cultivo de comercialización el cual incluso hasta antes de los ochenta era desconocida por los agricultores (INIAP, 2021). Esta situación se atribuye a la a la inexistencia de políticas que apoyen el desarrollo del cultivo de triticale, generando una serie de desventajas, como la escasez de fuentes de financiamiento, bajos niveles de inversión, limitaciones de acceso a tecnología adecuada y una oferta reducida de variedades de semillas con alto potencial y calidad (Mellado et al.,2008). Resultando en un débil proceso de acopio y, consecuentemente, en dificultades para la comercialización de triticale (Meléndrez, 2022).

En el país, los cereales se cultivan principalmente en las zonas altas de la sierra (2200-3000 m s.n.m.), donde los suelos están erosionados, tienen baja fertilidad y sufren de acidez, lo que resulta en bajos rendimientos agrícolas (Rivadeneira,1995). Además, a nivel nacional, los rendimientos de cereales son inferiores, alcanzando entre 1.2 t ha<sup>-1</sup> y 1.4 t ha<sup>-1</sup> menos si las comparamos con los países vecinos (Colombia, Perú) (FAOSTAT,2019).

Ponce et al. (2021), el programa de cereales del INIAP introdujo como inicio de un plan a futuro de cultivo dos variedades de triticale, las cuales no fueron satisfactoriamente recibidas por los agricultores debido a características agronómicas deficientes, especialmente su susceptibilidad a las royas (*Puccinia striiformis* y *Puccinia triticina*). Por lo cual, se realizaron nuevas investigaciones permitiendo liberar una nueva variedad llamada INIAP-triticale 2000 con características superiores. Sin embargo, a pesar de sus múltiples ventajas respecto sus predecesores (trigo y centeno), los agricultores terminaron por elegir los cereales tradicionales (INIAP, 2000).

En términos de morfología de semilla, se conoce por parte de Varughese et al. (2016) que al realizar comparaciones con otros cereales triticale llega a tener anomalías en la formación del endospermo, así como en su pliegue el cual es profundo, además de tener una cubierta rugosa dificultando la germinación.

### **1.3 Justificación**

El triticale es un cereal recomendado para zonas con condiciones desfavorables y suelos pobres de constitución ácida, además, es cultivable hasta los 3000 m s.n.m. (Padilla et al., 2011). Según Murillo-Amador et al. (2001) afirman que el triticale ofrece alternativas viables para áreas que no han sido cultivadas (suelos vírgenes), mientras que Coletto-Martínez et al. (2016) lo consideran el cereal del futuro para ciertos ambientes.

Por otro lado, Mellado et al. (2008) mencionan que el triticale, es un cereal que posee un 20% más de lisina en comparación al trigo, por lo cual, es crucial para fortalecer la soberanía y seguridad alimentaria mediante diversas aplicaciones industriales, como la producción de pan. Cabe mencionar gracias a su contenido de lisina (3.7% en la proteína del cereal), se pueden desarrollar alternativas alimenticias para animales (Ticona, 2009). Tales como balanceados elaborados a partir de sus granos, adecuados tanto para animales poligástricos como bovinos y corderos. Además, son aptos para monogástricos con altas necesidades de fósforo, como conejos, aves y cerdos (Martini, 2015). Beilad (1994) resalta que, en Argelia y Túnez, el triticale se utiliza de diversas formas, ya sea como grano o forraje.

Debido a la escasez de datos agronómicos sobre la producción de triticale en la localidad de Chaltura, Imbabura, se busca recopilar información detallada sobre producción, rendimiento, calidad, adaptabilidad y resistencia a enfermedades de cuatro líneas promisorias de triticale. Estas líneas serán comparadas con la variedad mejorada INIAP triticale 2000, con el propósito de generar variedades adaptadas que puedan ser adoptadas por el sector agrícola en el futuro.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale en un segundo ciclo, Chaltura-Imbabura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Comparar el rendimiento de líneas promisorias con respecto a una variedad mejorada de triticale en la grana experimental “La Pradera”.
- Determinar la severidad de enfermedades en los materiales de estudio.
- Analizar los parámetros de calidad de grano de los materiales de estudio.

## **1.5 HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>.** - Las cuatro líneas promisorias de triticale no presentan diferencias significativas en el comportamiento agronómico frente a la variedad triticale 2000.

**H<sub>a</sub>.** - Al menos una línea promisorias de triticale presenta diferencia significativa en el comportamiento agronómico frente a la variedad TRITIALE 2000.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Triticale (*x Triticosecale*)

##### 2.1.1 Descripción geográfica, taxonómica, botánica, fenológica y vegetativa

El nombre de triticale apareció en la literatura por vez primera en 1935, el cual es la combinación de los nombres genéricos del trigo (*Triticum* sp.) y centeno (*Secale cereale* L.). Wittmack implantó el nombre científico *x Triticosecale* en donde la “x” hace referencia al origen híbrido y el término coloquial “triticale” fue sugerido por Tschermak (Covas, 1983).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México en 1960 se constituyó como base del mejoramiento de triticale a nivel internacional (Mellano et al., 2008). Para el año de 1969 ya se liberaban las primeras variedades comerciales de triticale a países en vías de desarrollo, continuando con las mejoras de sus características agronómicas. En Ecuador en la década de los ochenta el programa de Cereales del INIAP, liberó las primeras variedades INIAP-Maná 82, INIAP-Promesa 85 con deficiencias agronómicas y de rendimiento siendo finalmente remplazadas por INIAP triticale 2000 el cual superaba las características agronómicas de sus antecesores (INIAP, 2000).

##### 2.1.2 Clasificación Taxonómica

Denominado el primer cereal creado por el humano, es el resultado del cruzamiento genético de trigo (*Triticum* spp.) y el centeno (*Secale cereale* L.). Obteniendo características de ambas especies como la capacidad de producción, calidad de grano y rusticidad (Tabla 1) (CIMMYT, 1976).

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de triticale.*

CATEGORÍA	TAXONOMÍA
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Triticosecale</i>
Especie	<i>x Triticosecale</i>

*Nota.* El triticale es el resultado híbrido del cruce de trigo y centeno, tomado de INIAP (2000).

### **2.1.3 Distribución geográfica**

En el año 2012 el continente europeo cultivó 3.2 millones de hectáreas aproximadamente, destacando como productores principales Francia, Bielorrusia, Polonia y Alemania. En cuanto al continente americano, destacan México (8 mil hectáreas), Argentina y Chile (19 924 hectáreas) (Kalih et al., 2015).

### **2.1.4 Descripción botánica**

Proveniente de la familia Poaceas, se trata de una planta autógena, herbácea anual que posee características morfológicas y reproductivas similares al centeno y trigo. Posee un tallo con presencia de vellosidad próxima a la inflorescencia además de ser hueca, resistente al acame con nudos y entre nudos, sus hojas liguladas y pronunciadas adosadas al tallo con aurículas semi abrazadoras sin cilios. El grano es alargado, con una cubierta rugosa, su color varía entre el rojo o amarillo y con una gluma de fácil desprendimiento (Mellado et al., 2008). Presenta una raíz adventicia, fasciculada y fibrosa, y la longitud es mayor por 5 cm a la del trigo, y por 3 cm inferior a la del centeno (Bilotti, 1997).

### **2.1.5 Ciclo vegetativo**

El triticale posee un ciclo vegetativo intermedio-largo (Zavala, 1999).

- Periodo vegetativo. - Comprende siembra e inicio de encañe.
- Periodo de reproducción. - Encañe, finalización del espigado.
- Periodo de maduración. - Comprende el final del espigado hasta el momento de recolección

### **2.1.6 Etapas fenológicas**

Según Zavala (1999) menciona que las etapas fenológicas son:

- **Germinación:** La temperatura óptima es de 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C.
- **Ahijamiento:** El tallo es una caña (hueco) formada por nudo y entrenudos cada nudo tiene una yema de la cual da origen una hoja, cuando los entrenudos se alargan las hojas nacen a distinta altura en nudos sucesivos. Este híbrido ahija más si las siembras son tempranas, espaciadas y con humedad adecuada.
- **Macollado:** Inicia cuando la planta de triticale presenta de 3 a 4 hojas, en épocas de invierno la actividad vegetativa se detiene, pero con mayores temperaturas comienza a

encañar. Se observan los primeros brotes o retoños, en las yemas auxiliares se presentan las hojas, este se transforma en macollos.

- **Encañado:** Existe un crecimiento del tallo significativo debido al alargamiento de los entrenudos. La caña o tallo continúa creciendo durante el espigado hasta el final de su madurez. En esta fase la planta sufre una gran actividad fisiológica, la extracción de agua y nutrientes del suelo, especialmente nitrógeno, es elevada.
- **Espigado:** En esta etapa existe gran actividad fisiológica debido a la transpiración y extracción de humedad y diferentes elementos del suelo. Los azúcares de las hojas de la parte inferior se transportan a los granos de triticale (parte superior) que se forman mientras las hojas se van secando, el riego en esta fase es de gran importancia.
- **Maduración:** Inicia cuando las hojas inferiores ya están secas pero el resto de la planta está verde a esto se le llama maduración láctea, posteriormente se da paso a la maduración pastosa que se caracteriza por tener solo los nudos verdes (permanecen). A los 3 o 4 días de la etapa grano pastoso, el triticale alcanza su madurez completa y posteriormente la madurez de campo en la cual toda la paja está dura y quebradiza, es la etapa fenológica final.

### ***2.1.7 Adaptabilidad y resistencia del triticale al medio ambiente***

El triticale es un cultivo rústico que se adapta a condiciones desfavorables como la sequía y bajas temperaturas, además de adaptarse a suelos arenosos con lluvias moderadas. En su genética está presente la tolerancia a suelos ácidos de bajo pH y su rendimiento ha superado al trigo en condiciones de sequía (Zavala, 1999). Es decir, el triticale posee las características de resistencia y rendimiento de sus antecesores superándolos en ciertos aspectos.

## **2.2 Definición de línea promisoría, variedad y variedad mejorada**

### ***2.2.1 Líneas promisorias***

El término promisorio hace referencia a una especie vegetal con potencial para un objetivo comercial o agroindustrial. Se puede identificar un material vegetal con carácter promisorio cuando es de poco conocimiento mercantil o de poco uso a nivel local o global.

### ***2.2.2 Variedad***

Se designa como variedad vegetal cuando el material es nuevo, similar, diferenciable y estable; por consiguiente, se le otorga una denominación genérica representando a un grupo



definido con precisión y características similares. La biología usa el término variedad para determinar grupos de plantas o animales que se dividen por sus características acentuadas por la herencia (Donaire, 2006).

### **2.2.3 Variedad mejorada**

Es el conjunto de un material vegetal que a través de prácticas de mejoramiento genético alcanzan un nivel de uniformidad con características acentuadas que las hace notoriamente diferentes a sus antecesores, presentando mayor rendimiento, calidad, precocidad, resistencia a plagas o enfermedades y potencialidad de uso (Espinosa et al., 2009).

## **2.3 Descripción de la variedad y líneas promisorias**

### **2.3.1 Variedad: TRITICALE 2000**

La variedad triticales 2000 permite una densidad de siembra de 150 kg de semilla certificada por hectárea con rendimientos de 4.4 -5 t ha<sup>-1</sup> (INIAP, 2000). A continuación, se detallan las principales características:

Características de la variedad TRITICALE 2000

- a) Variedad: triticales 2000
- b) Cruza: FARAS 1\*2//BUC “S” /CHRC “S” La cruce fue realizada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)
- c) Pedigree: CITM88.135-1RES-11M-1 Y-0PAP
- d) Descripción botánica: Tiene tallos cortos y resistentes al acame. Espiga blanca barbada
- e) Características agronómicas:
  - Floración (días): 80 – 63
  - Madurez fisiológica (días): 175-195
  - Longitud de espiga (cm): 12-15
  - Longitud de espiga (cm): 12-15
  - Número de espiguillas: 22-30
  - Color de grano: Rojo
  - Rendimiento (kg hl<sup>-1</sup>): 3383 a 6030
  - Capacidad de germinación (%): 86-93
  - Peso hectolítrico (kg hl<sup>-1</sup>): 63-70
  - Peso de 1000 granos (g): 42-50
  - Capacidad de llenado de grano: Cerca del 100% de la espiga.
- f) Rango de adaptación: 2200 a 3100 m s.n.m.

- g) Densidad de siembra: 150 kg ha<sup>-1</sup>
- h) características alimentaria e industrial: Destinado su uso para alimentación humana y animal.

### 2.3.2 Línea promisorio: TCL-10-001

La tabla 2 detalla su trayectoria genética y su origen, proporcionando un marco comprensivo para entender su desarrollo y potencial agronómico.

**Tabla 2**

*Historial genético de la Línea promisorio TCL-10-001.*

Código	Línea TCL-10-001
Cruza e historial de selección	BW32-1/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/ MANATI_1/8/MERINO/JLO//REH/3/HARE_267/4/ ARDI_4/5/P^TR/CSTO//BGLT/3/RHINO_4- 1/4/HARE_7265/YOGUI_3/6/BULL_10MANATI-1 CTSS02B00149T-28Y-1M-1Y-4M-1Y-0M
Origen	41 ITYN_021/10 V-811

*Nota.* Línea promisorio seleccionada para esta investigación tomado del Programa Cereales (2022).

### 2.3.3 Línea promisorio: TCL-10-004

La línea TCL-10-004 presenta un historial de selección de semilla y cruza presentada por INIAP la cual debe ser evaluada en campo y plasmar posteriormente sus características agronómicas (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Historial genético de la Línea promisorio TCL-10-004.*

Código	Línea TCL-10-004
Cruza e historial de selección	SN64/EER/3/ERIZO_15/FAHAD/_3//POLLMER_2.1 /5/PRESTO//2*TESMO_1/MUSX 603/4/ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/SUSI_2 CTSS02B00172T-21Y-1M-1Y-4M-1Y-0M
Origen	V-813

*Nota.* Línea promisorio seleccionada para esta investigación tomado del Programa Cereales (2022).

### 2.3.4 Línea promisorio: TCL-11-006

La línea TCL-10-006 producto de la cruza genética del centeno y trigo posee un historial de selección y cruza minuciosa con el fin de mejorar características agronómicas (Tabla 4).

#### Tabla 4

*Historial genético de la Línea promisoría TCL-11-006.*

Código	Línea TCL-10-006
Cruza e historial de selección	BW32-1/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/ MANATI_1/8/MERINO/JLO//REH/3/HARE_267/4/ ARDI_4/5/PTR_CSTO//BGLT/3/RHINO_4- 1/4/HARE_7265/YOGUI_3/6/BULL_10/MANATI_1 CTSS02B00149T-28Y-1M-1Y-4M-1Y-0M
Origen	V-812

*Nota.* Línea promisoría seleccionada para esta investigación tomado del Programa Cereales (2022).

#### 2.3.5 Línea promisoría: TCL-10-007

La línea TCL-10-007 no presenta características agronómicas definidas por lo que es necesario una evaluación agronómica en campo plasmando dichas características esperando la existencia de mejoras frente a una variedad ya establecida (Tabla 5)

#### Tabla 5

*Principales características de la Línea promisoría TCL-10-007.*

Código	Línea TCL-10-007
Cruza e historial de selección	BW32-1/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5/DIS B5/3/SPHD/PVN//YOGUI_6/4/KER_3/6/BULL_10/ MANATI_1/8/MERINO/JLO//REH/3/HARE_267/4/ ARDI_4/5/PTR_CSTO//BGLT/3/RHINO_4- 1/4/HARE_7265/YOGUI_3/6/BULL_10/MANATI_1 CTSS02B00149T-28Y-1M-1Y-2M-1Y-0M
Origen	V-812

*Nota.* Línea promisoría seleccionada para esta investigación tomado del Programa Cereales (2022).

#### 2.4 Enfermedades presentes en el cultivo de triticale

Se define como enfermedad a todo aquel patógeno (microorganismos o virus) que altera el correcto funcionamiento de la planta impidiendo la absorción y el desarrollo de varias de sus funciones (síntesis y utilización de los alimentos, nutrientes minerales, agua) ocasionando una coloración y apariencia diferente a una planta sana de la misma variedad, además de reducir su producción (González, 1976).

En Ecuador, particularmente en los cultivos de cereales, las enfermedades con mayor importancia son las diferentes royas existentes como: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia triticina*) y roya del tallo (*Puccinia graminis* Pers.), distinguidas por ser un patógeno policíclico con facilidad de mutación. Otras enfermedades importantes que recalcar son: Fusarium (*Fusarium* sp.), virus del enanismo de la cebada (BYDV), tizón

(*Helminthosporium* sp.), escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*), septoriosis (*Septoria tritici* Roberge) y carbón (*Ustilago* spp.) (Ponce et al., 2019).

## **2.5 Principales Enfermedades**

### **2.5.1 *Roya amarilla* (*Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici*)**

Un hongo es la causa de la roya amarilla o lineal, que produce pústulas de color amarillo anaranjado que aparecen como líneas paralelas en las hojas (*Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici*). Aunque se han alcanzado altos niveles de resistencia en el triticale, inicialmente este patógeno provocó infecciones graves en algunos de sus antecesores (Galdames, 2018).

Sintomatológicamente consiste en una reducción fotosintética debido a la presencia de pústulas causando una pérdida considerable de agua a través de la epidermis afectada en la planta. Una de las características principales de los hongos es su mecanismo de dispersión. En Ecuador se identificó a *Puccinia striiformis* en 1920 (Agrios, 2004).

### **2.5.2 *Roya de la hoja* (*Puccinia triticina*)**

Es una de las enfermedades con mayor variabilidad y frecuencia en el cultivo de triticale, afectando a variedades y líneas por igual, con sintomatologías de presencia de pústulas rojizas anaranjadas, subepidérmicas, distribuidas por el haz de la hoja hasta alcanzar las espigas y espiguillas, son favorecidas en su desarrollo si se encuentran a temperaturas de 15 a 22°C (Schierembeck, 2015).

### **2.5.3 *Roya del tallo* (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*)**

Este tipo de hongo se desarrolla a temperaturas de 15 a 35°C entre 10-15 días, presentando como sintomatología inicial pecas en el tallo para seguidamente formar pústulas rojas o naranjas ovaladas, además, puede existir una rotura en el tejido de la planta (Brach, 2014).

### **2.5.4 *Fusarium* (*Fusarium* spp.)**

*Fusarium* es una enfermedad que se da cuando la planta se encuentra en el estadio antesis, proliferando en un clima húmedo (varios días seguidos). Esta enfermedad presenta sintomatologías como blanqueamiento prematuro en las espigas y espiguillas infectadas. A medida que la enfermedad avanza se puede observar cómo los granos de la planta carecen de forma y peso con un notable color rosáceo. Puede llegar a afectar componentes de las espigas como las partes florales, glumas y raquis (Ponce et al., 2019).

### **2.5.5. Virus del enanismo (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*)**

BYDV prolifera en climas cálidos y temperaturas de 15 a 20 °C extendiéndose por las hojas y raíces presentando síntomas como: pérdida de color de las hojas de manera creciente desde el ápice y márgenes hasta llegar a la base de la hoja (Ponce et al., 2019).

## **2.6 Evaluación de enfermedades**

### **2.6.1 Severidad**

La evaluación de la severidad de una enfermedad es esencial para determinar el grado de afectación en el cultivo, estimando visualmente el porcentaje de área foliar afectada en cada planta. Este parámetro proporciona información detallada sobre el impacto y la extensión de la enfermedad, permitiendo estudiar su progresión y patrones de dispersión. Debido a su naturaleza visual y al uso de métodos de cálculo directos, no se requiere de entrenamiento especializado por parte del evaluador (Martínez y Gómez, 2018).

Según González et al. (2020), la determinación de la severidad se realiza seleccionando muestras aleatorias del cultivo, donde se estima visualmente el porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad. Este resultado se expresa como un porcentaje de área foliar afectada (S) sobre el área total evaluada (A). La fórmula utilizada es:

$$S (\%) = AF/AT \times 100$$

### **2.6.2 Incidencia**

Se evalúa en cada individuo la presencia o ausencia de la enfermedad mas no niveles de ésta. Resulta útil este parámetro de evaluación en un cultivo para estudiar la velocidad y patrón de avance de las enfermedades. No se requiere de entrenamiento especial por parte del evaluador ya que es un parámetro objetivo de cálculo sencillo (Lavilla y Ivancovich, 2016).

Según Ponce et al. (2019) para la determinación de la incidencia se toma una muestra aleatoria del lote y se verifica a simple vista la presencia o ausencia de la enfermedad, el resultado será una porción de plantas enfermas (pe) sobre el número total de plantas evaluadas (pt). Se utiliza la siguiente fórmula:

$$I (\%) = pe/pt \times 100$$

### **2.6.3 Evaluación de nivel de Daño económico en triticales**

El nivel de daño económico en el cultivo de triticales es crucial para determinar cuándo las medidas de control de plagas o enfermedades deben aplicarse para prevenir pérdidas

significativas en la producción y rentabilidad. Se define como el punto en el que los costos esperados de control de la plaga o enfermedad son igualados por los beneficios económicos adicionales que se obtendrán al reducir el daño causado. Este concepto es fundamental para la toma de decisiones agronómicas y la gestión integrada de plagas (Martínez y Gómez, 2018).

La fórmula básica para calcular el nivel de daño económico (NDE) se expresa como:

- $NDE = ((\text{Costo de control}) / (\text{Valor del cultivo})) \times \text{Pérdida esperada por la plaga o enfermedad.}$

## **2.7 Escala de Zadoks**

Describe los estados morfológicos externos de cultivos de cereal (desarrollo y crecimiento). En la tabla 6 se puede observar que la escala tiene 10 fases principales numeradas de 0 a 90 que describen el cultivo (Rawson y Gómez, 2001).

**Tabla 6***Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo de triticale.*

<b>ESCALA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0	<b>GERMINACIÓN</b>
7	Emergencia del coleóptilo
9	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	<b>CRECIMIENTO DE LA PLANTA</b>
11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	<b>MACOLLAJE</b>
21	Un tallo principal y macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos
30	<b>ELONGACIÓN DEL TALLO</b>
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	<b>PREEMERGENCIA FLORAL</b>
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	<b>EMERGENCIA DE LA INFLORESCENCIA</b>
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	<b>ANTESIS</b>
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis complete
70	<b>GRANO LECHOSO</b>
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	<b>GRANO PASTOSO</b>
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	<b>MADUREZ</b>
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

## **2.8 Marco legal**

La presente investigación se enmarca en los parámetros establecidos por las leyes y artículos vigentes en Ecuador, particularmente la Constitución reafirmada en 2021. El Artículo 281 de la Constitución establece la soberanía alimentaria como un objetivo estratégico y una obligación del Estado para asegurar que todas las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de manera sostenible. Este mandato refuerza el compromiso del Estado ecuatoriano de fortalecer la producción, pesca y transformación agroalimentaria, especialmente en pequeñas y medianas unidades productivas.

En concordancia con estas directrices, el Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025, conocido como "Creación de Oportunidades", enfatiza en su Objetivo 3 el fomento de la productividad y competitividad en los sectores agrícolas, industriales, acuícolas y pesqueros bajo el prisma de la economía circular. Este enfoque no solo busca mejorar la producción y competitividad en los sectores agropecuarios, sino también facilitar el acceso a infraestructura, insumos y tecnologías modernas que fortalezcan la seguridad y soberanía alimentaria para satisfacer la creciente demanda nacional.

Además, la Asamblea Nacional de Ecuador, a través de la Ley Orgánica del Régimen Alimentario, promueve los derechos del buen vivir al establecer políticas para fortalecer la agrobiodiversidad. Esta ley se enfoca en la creación de bancos de semillas, la protección de cultivos mediante el respeto a los conocimientos tradicionales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles como la asociación de cultivos y la conservación de especies.

La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, en su Artículo 1, tiene como propósito proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en cuanto a recursos fitogenéticos para la alimentación y agricultura. Esta legislación garantiza el acceso libre y continuo a semillas de calidad y variedad, promoviendo la investigación científica y regulando modelos de agricultura sustentable para asegurar la producción agrícola a largo plazo.

Estos esfuerzos están alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, específicamente con el ODS 2 (Hambre Cero), el ODS 12 (Producción y Consumo Responsables) y el ODS 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres), reflejando el compromiso de Ecuador hacia un desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria global.



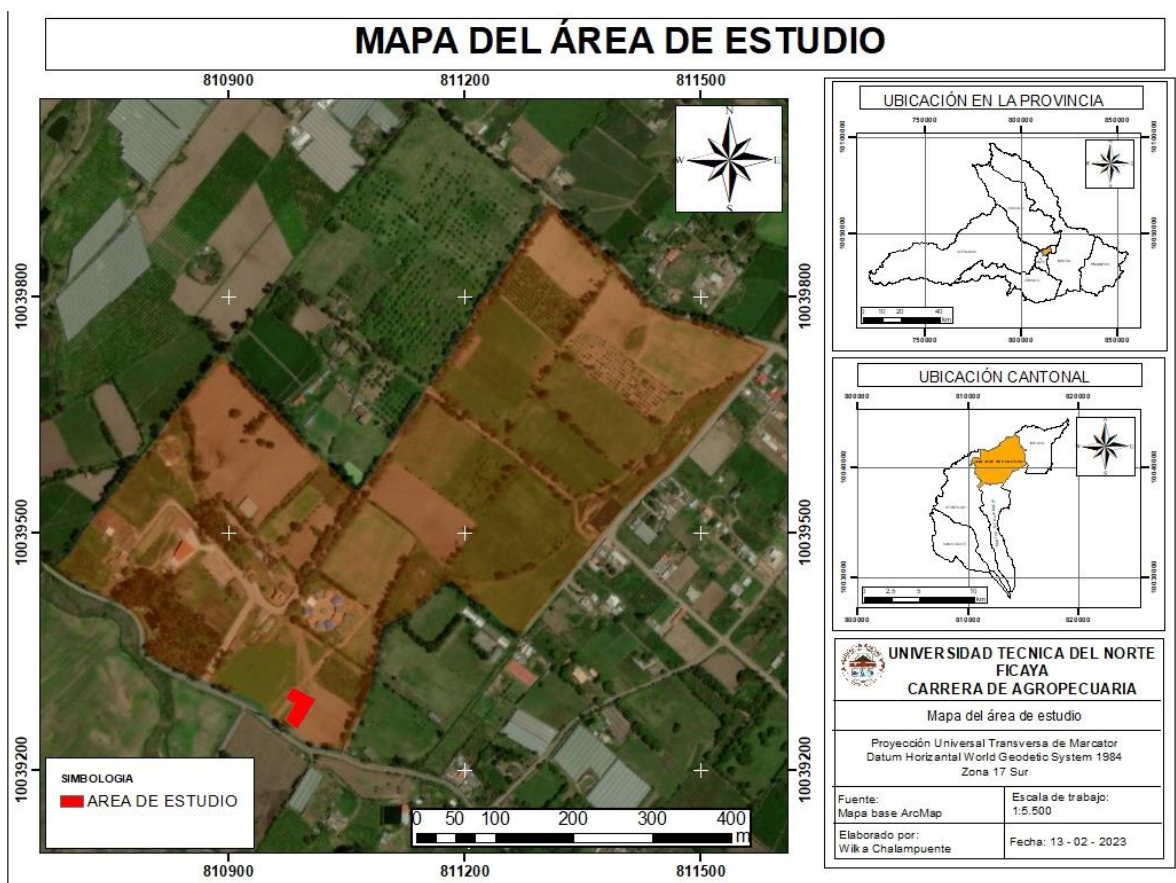
# CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

## 3.1 Caracterización del área de estudio

El presente estudio se realizó 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 de la granja experimental La Pradera, Chaltura.*



El área de estudio se seleccionó debido a las condiciones climáticas que presenta tomando en cuenta que el triticale expresa diferentes características agronómicas según el lugar en el que se lo cultive.

### 3.1.1 Características geográficas

- Altitud: 2243 m s.n.m.
- Latitud: 78° 06'32'' Oeste
- Longitud: 00° 21'53'' Norte (MAGAP, 2002).

### 3.1.2 Características climáticas

- Precipitación: 745.40 mm/año
- Humedad relativa: 75%
- Temperatura promedio: 17.7 °C (MAGAP, 2002).

## 3.2 Materiales y métodos

La evaluación del cultivo y determinación del comportamiento de las líneas promisorias de Tríticale frente a una variedad, fue bajo una metodología comparativa, la cual consiste en hacer comparaciones sistemáticas entre variables, que permitan determinar relaciones en términos matemáticos. Además de estar basados en el manual N° 111 de Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales, publicado INIAP en el 2019, apoyados en la escala de Zadoks.

### 3.2.1 Materiales

En la tabla 7 se describe los instrumentos e insumos que se utilizaron para cumplir con los objetivos propuestos de la investigación.

**Tabla 7**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Libreta de campo	Cámara	Semillas de 4 líneas promisorias y 1 variedad de triticales.	Azadón
Lápiz	Computador	Amonio cuaternario	HOz
Fundas de tela		Fludioxonil	Cinta métrica
		Sulfomag	Trilladora mecánica
		18-46-0	Balanza para el peso hectolítrico
		Metsulfurón-metil	

### **3.2.2 Métodos**

La investigación realizada fue de carácter experimental, donde se evaluaron cuatro líneas y una variedad de triticale bajo las condiciones agroecológicas específicas de Chaltura. Se utilizó una metodología comparativa para determinar cuál de estas líneas muestra mayor adaptabilidad en dicha zona. Los datos recolectados durante el experimento fueron registrados y analizados utilizando el software InfoStat vr.2022.

### **3.2.3 Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico se utilizó el software InfoStat versión 2022 con un análisis de varianza (ADEVA) con pruebas de media LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ), para aquellos datos que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Por otro lado, para aquellas variables evaluadas bajo escalas, se realizó los análisis directamente basados en las tablas descriptoras.

### **3.2.4 Factor en estudio**

Factor 1: Líneas promisorias de triticale

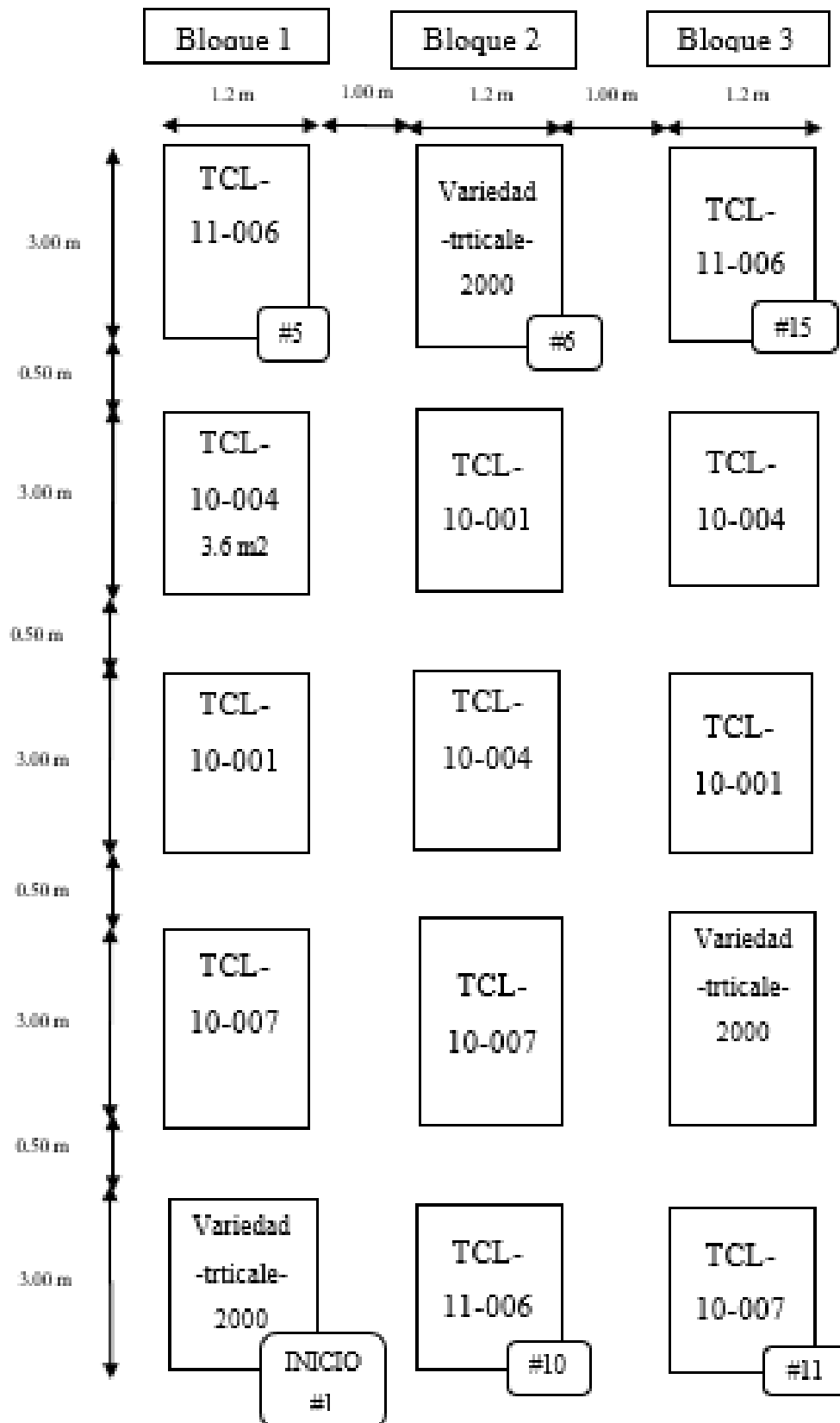
- TRITICALE 2000
- TCL-10-001
- TCL-10-004
- TCL-10-007
- TCL-11-006

## **3.3 Diseño experimental**

Se implementó en el presente experimento un diseño en bloques completos al azar (DBCA), con un factor en estudio (líneas promisorias y variedad) en tres repeticiones (15 unidades experimentales). Este diseño permitió una evaluación precisa del comportamiento agronómico de cada línea y variedad en las condiciones específicas de la granja experimental La Pradera en Chaltura (Figura 2).

**Figura 2**

*Esquema del diseño experimental con sus respectivas medidas.*



### 3.4 Características del experimento

Para el desarrollo del estudio se muestran a continuación las dimensiones y características del experimento.

- Factor en estudio: 4 líneas promisorias y 1 variedad de triticale
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 89.25 m<sup>2</sup>
- Distancia entre bloques: 1 m
- Distancia entre unidad experimental: 0.5 m

### 3.5 Características de la unidad experimental

En la tabla 8, se describen las características principales de la unidad experimental utilizada para evaluar el cultivo de triticale. Se detallan la parcela neta y bruta, la densidad de siembra por unidad experimental, así como la distancia entre surcos. Estos parámetros son fundamentales para comprender el diseño y la disposición del campo de cultivo en el contexto específico de la investigación.

**Tabla 8**

*Características de la unidad experimental.*

Datos	Medidas
Parcela neta	3.6 m <sup>2</sup>
Parcela bruta	5.95 m <sup>2</sup>
Densidad de siembra por unidad experimental	65 g
Distancia entre surcos	0.15 m

### 3.6 Variables evaluadas

#### 3.6.1. Porcentaje de emergencia

Se evaluó visualmente el porcentaje de emergencia de las plantas de acuerdo con la escala de Zadoks (Z12 o Z13), la cual describe estados morfológicos externos del cultivo, específicamente cuando el cultivo tiene 2 o 3 hojas desarrolladas. Los resultados se expresaron en tres categorías: buena, para un porcentaje de emergencia entre el 81% y el 100% de plantas germinadas; regular, para un rango de entre el 60% y el 80%; y malo, para menos del 60% de plantas germinadas (Ponce et al., 2019). Para más detalles sobre la etapa de evaluación, consulte el anexo 1.

### ***3.6.2 Días al espigamiento***

Se realizó mediante el conteo del número de días desde la siembra hasta que el 50% de espigas de la parcela sean visibles. Se realizaron lecturas continuas (diarias) ya que los materiales de estudio florecieron en diferentes días. Se registró este parámetro según la escala de Zadoks en Z 55 (Ponce, et al., 2019). Para más detalles sobre la etapa de evaluación, consulte el anexo 2.

### ***3.6.2 Altura de planta***

Esta medida fue tomada empleando un flexómetro y midiendo desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga. La variable se expresó en centímetros. La evaluación se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial, es decir, a la cosecha que según la escala de Zadoks corresponde a Z 91: Cariopse duro (Ponce et al., 2019).

### ***3.6.3 Número de espigas por metro cuadrado***

En el caso del número de espigas efectivas se seleccionaron 20 plantas al azar de los surcos centrales de cada unidad experimental, contabilizando las espigas que presentaron granos formados (Ponce, et al., 2019).

### ***3.6.4 Tamaño de espiga***

Este parámetro se determinó midiendo desde la base de la espiga hasta el extremo de esta, sin incluir las aristas. Se tomó al azar 10 espigas para posteriormente con la ayuda de una regla medirlas expresando los datos en centímetros. La evaluación se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial (cosecha) (Ponce, et al., 2019). La etapa de desarrollo del cultivo, en la que se registró este parámetro fue la escala de Zadoks correspondiente a Z 92, misma que muestra una cariósida dura (Ponce et al., 2019).

### ***3.6.5 Número de granos por espiga***

Se tomaron al azar 10 espigas para contabilizar el número de granos manualmente de cada una de ellas, esto se realizó según la escala de Zadoks correspondiente a Z 92 cariósida dura, este parámetro permitió estimar la productividad del cultivo (Ponce et al., 2019).

### ***3.6.6 Reacción a enfermedades***

Se evaluó la severidad de las enfermedades en las plantas con la ayuda de la escala modificada de Cobb (Tabla 9), para cuantificar la presencia y el daño causado por la roya

amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia triticina*), roya del tallo (*Puccinia graminis*) (Figura 3) (Ponce et al., 2019).

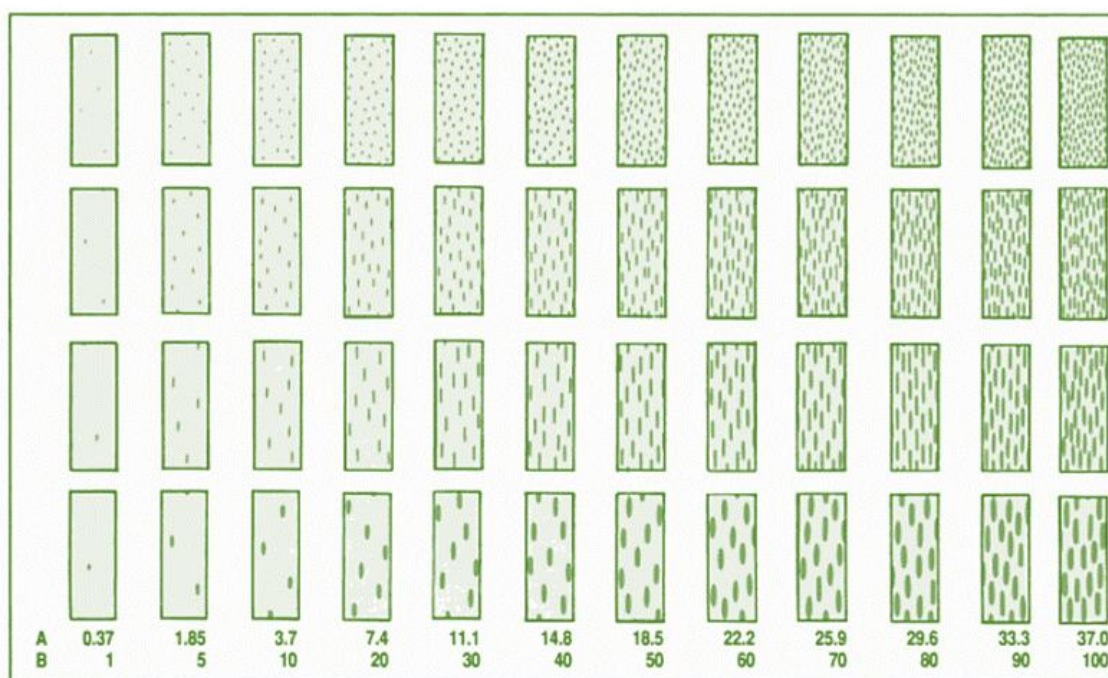
**Tabla 9**

*Escala modificada de COBB para determinar severidad en royas.*

REACCIÓN	SÍNTOMAS Y SIGNOS
5/0	Sin infección visible
10R	Resistente; clorosis o necrosis visible, no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20MR	Moderadamente resistente; uredias rodeadas ya sea por área clorótica o necrótica.
40MR	Intermedias; uredias de tamaño variable, alguna clorosis, necrosis o ambas.
60MS	Moderadamente susceptible; Uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeado por áreas cloróticas.
100S	Susceptible; uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis. No hay necrosis.

**Figura 3**

*Escala modificada de COBB de acuerdo con la metodología propuesta por el CIMMYT.*

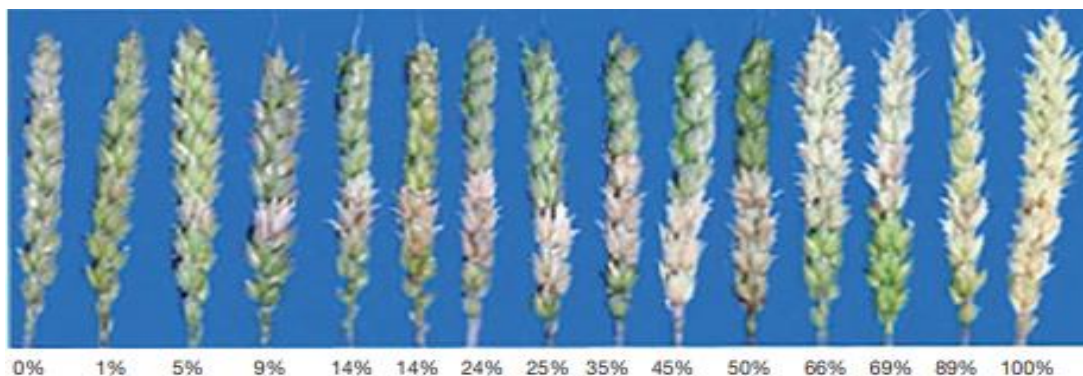


Fuente: CIMMYT (2007).

En cuanto a la evaluación de fusarium (*Fusarium* spp.) se tomó en cuenta la escala presentada por Stack y MacMullen (1995) (Figura 4).

**Figura 4**

*Escala expresada en porcentaje de daño de fusarium (fusarium spp.).*



Fuente: CIMMYT (2007).

Para la evaluación del virus del enanismo (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*) se tomó en cuenta la escala descrita por Schaller y Qualset (1980) la cual se observa en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Escala de estimación de daño causado por virosis.*

Grado	Significado
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.

(Schaller y Qualset, 1980).



### 3.6.7 Rendimiento de grano

Antes de realizar esta medida, se limpió el grano y se redujo su humedad a un 13%, representándola como  $t\ ha^{-1}$  (Ponce et al., 2019). Para ello se pesó en su totalidad la producción de cada unidad experimental.

### 3.6.8 Peso de mil granos

Consiste en el peso que alcanzan 1000 granos seleccionados al azar; mientras mayor es el peso, mayor es el rendimiento potencial del cultivo. Para la toma de datos en esta variable se usó una balanza electrónica, expresando los datos en gramos (Ponce, et al., 2019).

### 3.6.9 Peso hectolítrico

Para la toma de esta medida se utilizó una balanza para peso hectolítrico. Se realizaron tres mediciones al azar para evitar errores y obtener un promedio. Este peso fue estimado en kilogramos por hectolítro ( $kg\ hl^{-1}$ ) (Ponce et al., 2019).

### 3.6.10 Tipo de paja

Su evaluación se basó principalmente en el criterio técnico y las condiciones predominantes durante el desarrollo del cultivo. Se utilizó una escala numérica del 1 al 3, adaptada específicamente para reflejar diferentes etapas de crecimiento del cultivo (Tabla 11). En particular, se registró este parámetro durante la etapa Z 91 según la escala de Zadoks, que caracteriza la presencia de carióspsides duras (difíciles de dividir) (Figura 5).

**Tabla 11**

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

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

*Nota.* Variable tomada visualmente, tomado de Ponce et al., (2019).

## Figura 5

De izquierda a derecha: tallo fuerte, tallo intermedio y tallo débil.



Fuente: tomado de Ponce et al., (2019).

### 3.6.11 Tipo de grano

Es la calificación que recibe el grano de acuerdo con su color, forma, tamaño, uniformidad o daño. Se evaluó una vez que el grano estuvo totalmente seco mediante la escala propuestas por el Programa de Cereales del INIAP (Tabla 12). Para más detalles sobre la coloración del grano (Anexo 3).

**Tabla 12**

*Descripción del tipo y color de grano según la escala presentada por INIAP.*

<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de grano	
1	Grano grueso, grande, bien formado, limpio
2	Grano mediano, bien formado, limpio
3	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado
Color de grano	
B	Blanco
R	Rojo

*Nota.* Parámetro evaluable de manera visual, tomado de Ponce et al. (2019).

### **3.6.12 Rendimiento $t\ ha^{-1}$**

Se pesó la totalidad de los granos limpios y con una humedad del 13% de cada unidad experimental e identificándolos con su respectivo código expresándolos en  $t\ ha^{-1}$ .

## **3.7 Manejo específico del experimento**

### **3.7.1 Selección del lote**

Se seleccionó el lote considerando que cumpliera con las condiciones agronómicas adecuadas y no presentara una pendiente superior a 5 grados (Figura 6), conforme a lo recomendado por Garófalo et al. (2011).

### **Figura 6**

*Lote seleccionado en el campus La Pradera.*



### **3.7.2 Preparación del suelo**

Para la preparación del suelo, se inició con la aplicación de un herbicida (Paraquat) para eliminar los pequeños brotes de maleza, seguido de una pasada de motocultor y un riego profundo, dejando el suelo listo para la siembra. (Figura 7).

## Figura 7

*Actividades de pre siembra como riego profundo y soltura de suelo.*



### 3.7.3 Desinfección de semilla

Se desinfectaron las semillas con Fludioxonilo a una dosis de 2 cm por cada 3 kg de semilla (Figura 8). Posteriormente, se secaron para prevenir la presencia de enfermedades como carbonos (*Ustilago tritici*), hongos (*Septoria nodorum*) y algunas especies de Fusarium (*Fusarium* sp.), que suelen transmitirse a través de las semillas.

## Figura 8

*Semillas previamente tratadas y colocadas en los surcos.*



### 3.7.4. Siembra

La siembra se llevó a cabo de manera manual, utilizando 65 gramos de semilla por unidad experimental y un distanciamiento entre surcos de 0.15 metros (Figura 9).

## Figura 9

*Siembra directa de líneas promisorias y variedad de triticale.*



### 3.7.5 Fertilización

Con el fin de obtener un mejor entendimiento del sitio experimental, se llevó a cabo un análisis de suelo que proporcionó datos detallados sobre el contenido nutricional, acidez y relaciones del suelo. Estos resultados se presentan en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Parámetros fisicoquímicos y nutrientes disponibles de la zona de estudio.*

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
pH del suelo	7.31 pH
Materia orgánica (%)	1.73 %
Nitrógeno total (ppm)	67.31%
Fósforo disponible (ppm)	20.45 %
Potasio disponible (meq/100g)	0.37 %
Calcio (meq/100g)	10.57 %
Magnesio (meq/100g)	3.66%
Azufre (ppm)	8.64%
Hierro (ppm)	65.0%
Manganeso (ppm)	10.5%
Zinc (ppm)	2.0%
Cobre (ppm)	7.6%
Boro (ppm)	0.59%
Ca/Mg	2.89
Mg/k	9.76
Ca+Mg/k	37.96
Σ Bases (meq/100g)	14.61

Para el ensayo se aplicó como fertilización inicial: 90 gramos de 15-30-15+EM a la siembra (Figura 10) y como fertilización complementaria: 36 gramos de urea al macollamiento, guiados por la escala de Zadoks (Tabla 6).

### **Figura 10**

*Aplicación de fertilizante en la siembra de manera manual.*



#### **3.7.6 Control de malezas**

Al inicio del macollamiento y previo a la fertilización complementaria se realizó una aplicación de metsulfurón-metil un herbicida para malezas de hoja ancha dosificada a 30 gramos por hectárea (Figura 11).

### **Figura 11**

*Aplicación de herbicida antes de la siembra.*



#### **3.7.7 Controles fitosanitarios**

En ningún momento se realizó la aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades, debido a que se desea evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades en las condiciones ambientales que presenta el campus La Pradera.

#### **3.7.8 Cosecha**

Llegado a su madurez el cultivo, se cosechó con la ayuda de una hoz, colocando el material en sacos, con sus respectivas etiquetas de identificación (Figura 12).

## Figura 12

*Cosecha manual.*



### 3.7.9 Trilla

Mediante una trilladora mecánica para experimentos (Figura 13), se realizó la trilla de los cereales para posteriormente ubicarlos en bolsas de tela en un lugar fresco y respectivamente etiquetados con información del ensayo.

## Figura 13

*Trilla mecánica y embolsado del material en estudio.*



### ***3.7.10 Conservación y empaquetado de semilla***

Finalizada las actividades de cosecha y trilla, se llevó al grano a una humedad del 13% finalizando con una limpieza y empackado en fundas de tela para su respectivo almacenamiento (Figura 14).

#### **Figura 14**

*Almacenamiento del material en invernadero correctamente etiquetados.*





## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente trabajo investigativo se realizó un segundo ciclo de evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale (x *triticosecale*) en Chaltura-Imbabura provenientes de INIAP. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación.

### 4.1 Resultados obtenidos en la evaluación de las líneas promisorias frente a la variedad mejorada TRITICALE 2000 en cuanto a rendimiento y adaptabilidad

#### 4.1.1 Porcentaje de emergencia (%)

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) para la variable porcentaje de emergencia reporta que no existió diferencia significativa entre los materiales en estudio ( $gl=8$ ;  $F=1.17$ ;  $p=0.3936$ ), es decir, la emergencia en todos los materiales oscila entre los 91 y 95 días aproximadamente (Tabla 14).

**Tabla 14**

*Porcentaje de emergencia en líneas promisorias y variedad de triticale (x *Triticosecale*) evaluadas en la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	95.00± 0.00
TCL-10-004	93.33± 1.67
TCL-10-007	95.00± 0.00
TCL-11-006	93.33± 1.67
TRITICALE 2000	91.67± 1.67

En la tabla 14 presenta un promedio general de 93.66% destacando las líneas TCL-10-007 y TCL-10-001 con un promedio de 95%. Seguidas de las líneas TCL-11-006 y TCL-10-004 con un promedio de 93.33%, es decir existe una diferencia del 2%. Además, la variedad TRITICALE 2000 con un promedio de 91.67%, el cual es un porcentaje positivo ya que se encuentra en el rango de emergencia mencionado por INIAP (2000), que va de 85-93% y es considerada la variedad con mayor precocidad en el Ecuador, hasta el momento. Según Ponce et al. (2020) una emergencia buena si oscila entre un rango 81 - 100% por lo tanto, según los

datos obtenidos en la presente investigación se considera una “buena” emergencia debido a que las líneas promisorias y la variedad se encuentran dentro del rango establecido (93.66%).

Los datos presentados en esta investigación concuerdan con el ensayo realizado en la evaluación agronómica de líneas promisorias y variedad de triticale de INIAP, bajo condiciones agroecológicas del campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Debido a que expone rangos de emergencia entre 90-100% con un promedio total de 92.67% de las diferentes líneas promisorias de triticale obteniendo una buena adaptación a la zona de estudio (Lozada, 2022).

Cabe recalcar que debido al óptimo porcentaje obtenido en la evaluación se considera que las líneas promisorias y variedad, se adaptan a las condiciones de Chaltura-Imbabura. Los diferentes porcentajes de emergencia son debido a condiciones intrínsecas de la semilla. Así lo menciona De La Cuadra (1992) exponiendo que los factores que condicionan a la germinación son externas como el clima, manejo agronómico e intrínsecas como genética de la planta, fisiología de la planta y calidad del suelo. De igual manera, López et al. (2016) mencionan la calidad fisiológica exponiendo que es un conjunto de mecanismo internos de la semilla determinantes para la capacidad germinativa y de emergencia.

#### ***4.1.2 Días al inicio del espigamiento en líneas promisorias y variedad de triticale***

En la variable días al espigamiento no se realizó un análisis estadístico debido a que las líneas promisorias de triticale y la variedad espigaron en conjunto a los 60 días. Según INIAP (2000) la variedad TRITICALE 2000 presenta un rango de 60-83 días al espigamiento, por lo que mediante los datos presentados la variedad y líneas promisorias se posicionan como materiales precoces.

De este modo, Barrera (2023) en el estudio de evaluación del comportamiento agronómico de 4 líneas promisorias de triticale desarrolladas por el INIAP bajo condiciones agroecológicas de Querochaca, reporta un período de 84 a 88 días hasta el inicio del espigamiento. Estos datos revelan una precocidad menor en comparación con los materiales evaluados en la presente investigación. Por lo que, estas diferencias en los materiales de estudio se atribuyen a factores externos, donde las condiciones ambientales de la zona, según menciona INIAP (2000) cumplen un papel importante en esta variable. Además, Meléndrez (2022) atribuye estas disparidades a las características varietales específicas de cada cultivar y a la interacción genotipo-ambiente, especialmente por las horas de luz.

#### ***4.1.3 Tipo de paja identificado en los materiales de estudio***

En la presente variable no se realizó ningún tipo de análisis estadístico debido a que el 100% de los materiales evaluados presentaron una sola característica como es un tallo fuerte. Es decir, según la escala que se utilizó para su evaluación (Tabla 11) representa la escala 1, tallo grueso, erecto y flexible, que soporta el viento y el acame. En este sentido, se afirma que los resultados obtenidos son positivos en las diferentes líneas promisorias y la variedad TRITICALE 2000.

Cabe recalcar que este resultado favorable se atribuye a la introducción de genes de enanismo en cereales de grano pequeño, como mencionan Varughese et al. (1986), quienes además indican que esta característica mejora el índice de cosecha. De la misma manera, Miranda et al. (2016) en su investigación de desarrollo radical y rendimiento en trigo, cebada y triticale, confieren esta resistencia al acame a la introducción de genes a la planta asociando esta resistencia al rendimiento positivo.

Además, Meléndrez (2022) en su proyecto de investigación sobre valoración productiva de cinco accesiones de triticale, expone que el 100% de las accesiones evaluadas son resistentes al acame haciendo referencia al carácter genético como responsable. Por otro lado, INIAP (2000) menciona la rigidez de los tallos de triticale, aludiendo la inexistente probabilidad de acame específicamente por parte de la variedad TRITICALE 2000. Por lo tanto, debido a la similitud de resultados de esta investigación con los diferentes autores se puede llegar a una concordancia y mencionar que tanto las líneas promisorias como la variedad poseen tallos fuertes resistentes al acame.

#### ***4.1.4 Altura de planta identificadas en las líneas y variedad de triticale (cm)***

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura de planta reporta que, si existió diferencia significativa entre los materiales de estudio, es decir, la altura de planta en todos los materiales de estudio es estadísticamente diferente ( $gl=8$ ;  $F=33.23$ ;  $p<0.0001$ ) (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Altura de planta para líneas promisorias y una variedad mejorada de triticale evaluada en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	105.33±0.33 d
TCL-10-004	117.33±1.45 a
TCL-10-007	110.00±0.58 c
TCL-11-006	117.00±1.15 ab
TRITICALE 2000	114.33±0.33 b

*Nota.* Las líneas promisorias con letras similares indican que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ellas, mientras que aquellas con letras diferentes muestran diferencias significativas.

En la tabla 15 se puede observar que de acuerdo con la prueba LSD Fisher, las líneas promisorias TCL-10-004 y TCL-11-006 presentan un tamaño de planta de 117 cm aproximadamente, comparado con la variedad mejorada, son 3 cm más altas; la línea que presentó menor tamaño fue TCL-10-001 con 12 cm menos que las líneas antes mencionadas. Por otra parte, INIAP (2000) menciona el rango establecido para altura de planta en triticale de 90-120 cm, por lo cual los resultados presentados en esta investigación en las líneas promisorias y variedad de triticale se ajustan a los rangos expuestos por INIAP.

Por otro lado, Ticona (2009) presenta en la investigación de producción de forraje y semilla de triticale (*x triticosecale*) bajo riego y seco en Bolivia promedios en altura de planta de 2.04, 1.84 y 1.83 metros. Estas alturas se consideran excesivamente elevadas, lo cual incrementa notablemente la susceptibilidad al acame como menciona Monar (2007) citado por Pilataxi (2013). Además, se ha reportado una relación directa entre la altura de la planta y las características varietales, recomendándose alturas intermedias menores a 100 cm." (Ponce et al., 2019). Por lo tanto, se discrepa los resultados de Llanque (2004), debido a que la finalidad de un programa de mejoramiento es localizar aquellas plantas con mayor resistencia a factores abióticos adversos y con alto rendimiento como expone Cajamarca y Montenegro (2015).

En el proyecto investigativo de Valoración productiva de cinco accesiones de triticale (*x Triticosecale*) en Bolívar, Meléndrez (2022) reporta una altura promedio de planta de 123.23 cm, destacando que la accesión T4-TCL-10-004 alcanzó una altura máxima de 140.43 cm. Estos datos no coinciden con el rango de altura presentados en la presente investigación (112.7 cm) y tampoco por lo propuesto por el programa de cereales INIAP para el triticale (90-120

cm). Por lo tanto, Saltos (2011) menciona que diversas causas podrían influir en este fenómeno, como los factores varietales específicos de cada cultivar y la interacción genotipo-ambiente.

#### **4.1.5 Número de plantas por metro cuadrado de líneas y variedad de triticales**

El análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de plantas por metro cuadrado indica que no hay diferencias significativas entre los materiales evaluados ( $gl=8$ ;  $F=0.93$ ;  $p=0.4941$ ). Esto sugiere que el número de plantas por metro cuadrado es estadísticamente homogéneo entre los diferentes materiales estudiados de triticales (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Promedios de número de plantas por metro cuadrado de las líneas promisorias y variedad de triticales evaluadas en la granja experimental La Pradera en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E.E.</b>
TCL-10-001	112.33± 16.51
TCL-10-004	120.00± 14.57
TCL-10-007	105.67±9.84
TCL-11-006	97.13± 15.62
TRITICALE 2000	97.00± 14.93

*Nota.* El error estándar nos proporciona una estimación de la variabilidad de la media muestral debido a que se tomó múltiples muestras del material evaluado (E.E.).

En la tabla 16 se observa que las líneas promisorias y la variedad exhiben un promedio general de 106.4 plantas por metro cuadrado. La línea promisorias TCL-10-004 presenta un promedio de 120 plantas por metro cuadrado, mientras que la variedad TRITICALE 2000 y la línea TCL-11-006 muestran un promedio de 97 plantas por metro cuadrado. Lo cual, representa una diferencia de 23 plantas menos en comparación con TCL-10-004. Así, se constata que tres líneas promisorias (TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-10-007) superan las 100 plantas por metro cuadrado, mientras que la línea promisorias TCL-11-006 y la variedad TRITICALE 2000 registran cifras inferiores a las 100 plantas por metro cuadrado.

Por otro lado, López et al. (2020) en su investigación sobre variedades de triticales en el valle de Mexicali, presentan un rango de 284-450 plantas por metro cuadrado en su primer ciclo de evaluación, y de 268-376 plantas en el segundo ciclo. Además, Paccapelo et al. (2017) reportaron valores de 235-314 plantas por metro cuadrado. Estos resultados indican discrepancias significativas con respecto a los datos obtenidos en la presente investigación, que podrían atribuirse a diferencias en el ambiente y la heredabilidad genética (INIAP 2020). Así

mismo, Meléndrez (2022) atribuye esta variación en el número de espigas por metro cuadrado a factores genéticos, emergencia de plantas, un adecuado macollamiento, manejo de malezas, precipitaciones y disponibilidad de nutrientes.

#### **4.1.6 Tamaño de espiga presente en las líneas y variedad de triticales evaluadas (cm)**

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) para la variable tamaño de espiga reportan que si existió diferencia significativa entre los materiales de estudio ( $gl=143$ ;  $F=7.13$ ;  $p<0.0001$ ), es decir, el tamaño de espiga en todos los materiales de estudio es estadísticamente diferente (Tabla 17).

**Tabla 17**

*Tamaño de espigas identificados en la evaluación de líneas promisorias y variedad de triticales en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	10.23±0.21 ab
TCL-10-004	10.07±0.21 ab
TCL-10-007	10.70±0.18 a
TCL-11-006	9.37± 0.19 c
TRITICALE 2000	10.63±0.21 a

*Nota.* Las líneas promisorias con letras similares indican similitud estadística, mientras que aquellas con letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas. Además, se encuentran ordenadas alfabéticamente en función de la magnitud de las medias.

De acuerdo con la tabla 17 se observa que mediante la prueba no paramétrica LSD Fisher ( $\text{Alfa}=0.05$ ), las líneas promisorias TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-10-007 y variedad TRITICALE 2000 presentan un tamaño de espiga de 10 cm aproximadamente; la línea TCL-11-006 presentó 1 cm menos que las líneas antes mencionadas. En términos generales los materiales en estudio presentan un promedio general de 10.2 cm.

Por otro lado, Cajamarca (2015) evaluó el tamaño de espiga de triticales en la ciudad de Ambato, obteniendo medidas que oscilaron entre 12.03 cm y 12.68 cm. De manera similar, en el estudio realizado por Velasco et al. (2020) en el valle de Mexicali, se llevaron a cabo dos ciclos de evaluación en 10 variedades de triticales, registrando valores de tamaño de espiga de 10.4 cm a 12.9 cm en la primera evaluación y de 9.5 cm a 11.5 cm en la segunda evaluación.

Así también, Mendoza et al. (2014), en México, reportaron medidas de tamaño de espiga para triticale de 16.6 cm y 17.5 cm.

Por su parte, INIAP (2000) establece un rango estimado de 12-15 cm para el tamaño de espiga de la variedad TRITICALE 2000. Sin embargo, las líneas promisorias y la variedad estudiadas en la presente investigación no se ajustan a estos parámetros ni a los resultados descritos en párrafos anteriores. Según los datos presentados en esta investigación, esta variabilidad puede atribuirse a factores ambientales, como menciona Coronel (1989) citado por Janet (2011) quien indica que el tamaño de la espiga está influenciado directamente por características hereditarias específicas de cada línea promisoría o variedad, adaptándose al ambiente en el que se desarrollan.

#### ***4.1.7 Número de granos por espiga de las líneas y variedad de triticale***

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de granos por espiga de las líneas y variedad de triticale reporta que si existió diferencia significativa entre los materiales de estudio ( $gl=143$ ;  $F=5.80$ ;  $p<0.0002$ ), es decir, el número de granos por espiga en todos los materiales de estudio es diferente estadísticamente (Tabla 18).

#### **Tabla 18**

*Número de granos por espiga evaluados en líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones que presenta la granja experimental La Pradera en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	73.93± 1.58 a
TCL-10-004	64.43± 1.32 c
TCL-10-007	69.50± 1.46 b
TCL-11-006	70.67± 1.51 ab
TRITICALE 2000	70.17± 1.21 ab

*Nota.* Las letras (a, ab, c) indican diferencias estadísticas entre las medias de las líneas promisorias y la variedad TRITICALE 2000 en cuanto al tamaño de espigas, ordenadas alfabéticamente según la magnitud de las medias.

La Tabla 18 revela las diferencias numéricas entre los materiales de estudio, donde la línea promisoría TCL-10-001 destacó con un promedio de 73 granos por espiga. En comparación con la variedad TRITICALE 2000, esta línea (TCL-10-001) mostró una diferencia de 3 granos más por espiga. Por otro lado, la línea TCL-10-004 registró uno de los menores promedios, con 9 granos menos por espiga en comparación con TCL-10-001. En

términos generales, las líneas promisorias y la variedad de triticales evaluadas en este estudio presentaron un promedio de 69 granos por espiga.

Según INIAP (2000) la variedad TRITICALE 2000 presenta un rango de 63-90 granos por espiga. Por lo tanto, los resultados obtenidos en esta investigación indican que las líneas promisorias evaluadas y la variedad de triticales se encuentran dentro de este rango establecido para la variable número de granos por espiga. En contraste, Ferrari (2016) reporta valores de 39.73 a 53.45 granos por espiga en su estudio sobre triticales. No obstante, Velasco (2020) al evaluar diez variedades en el valle de Mexicali, obtiene un promedio de 56 granos por espiga. Por lo cual, estos valores son inferiores tanto a los encontrados en el presente estudio como a los establecidos por INIAP.

En ese sentido, la variabilidad en el número de granos por espiga observada en diversas investigaciones antes mencionadas se atribuye a los distintos factores climáticos de cada región de estudio (Ponce et al., 2019). Según Villena (2023) las condiciones de temperatura durante el periodo de espigamiento influyen directamente en el llenado de la espiga. Así mismo, Anderson et al. (1995) citado por Ponce-Molina et al. (2022) señalan que altos niveles de estrés hídrico afectan negativamente la formación adecuada del polen, lo que resulta en una reducción del número de granos por espiga y, por consiguiente, en su rendimiento. Estas afirmaciones coinciden con las observaciones de Del Blanco et al. (2001) quienes indican que el número de granos por espiga está condicionado por los factores ambientales a los que el cultivo se enfrenta durante su desarrollo y por sus características genotípicas. Cabe mencionar que Valdés et al. (2017) exponen que el rendimiento del cultivo tiende a asociarse más al número de granos por espiga que por cambios en el peso del grano.

## **4.2 Severidad de enfermedades**

### **4.2.1 *Roya amarilla (Puccinia striiformis f. sp. Tritici)***

Los resultados del análisis de varianza (ADEVA) para la variable porcentaje de severidad de *Puccinia striiformis* (PS) indican que los valores medios de severidad para las líneas promisorias y la variedad TRITICALE 2000 muestran una tendencia similar ( $gl=8$ ;  $F=1.75$ ;  $p=0.2319$ ). Esto sugiere que no existen diferencias significativas en el porcentaje de severidad entre los diferentes materiales evaluados (Tabla 19).



**Tabla 19**

*Porcentaje de severidad de Puccinia striiformis f. sp. Tritici en líneas promisorias y variedad de triticale evaluada en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E.E.</b>
TCL-10-001	5.00± 0.00
TCL-10-004	8.33± 1.67
TCL-10-007	5.00± 0.00
TCL-11-006	6.67± 1.67
TRITICALE 2000	6.67± 1.67

*Nota:* Los valores presentados en la tabla corresponden a promedios calculados según una escala porcentual del 1 al 100 (Figura 3).

Basado en los datos de la tabla 19 proporcionada, se evidencia que la línea promisorio TCL-10-004 registra un porcentaje de severidad del 8.33% para *Puccinia striiformis*, mientras que la variedad TRITICALE 2000 presenta un 6.67%. En comparación, esto representa una diferencia de 1.66% menos para la variedad TRITICALE 2000 frente a la línea promisorio ya mencionada y 1.67% más, si comparamos la variedad con la línea promisorio TCL-10-007.

En este contexto y utilizando la escala proporcionada por el CIMMYT (Tabla 9) para medir la severidad de *Puccinia striiformis*, las líneas promisorias y la variedad se sitúan en el rango inferior de la escala (5-10%), lo que indica una incidencia mínima y controlable del desarrollo de *Puccinia striiformis*.

Así, Barrera (2023), en su estudio de evaluación de líneas promisorias de triticale en Ambato, reporta una severidad de *Puccinia striiformis* en el rango de 5-10%, según la escala del CIMMYT, confirmando la presencia, pero no el desarrollo significativo del patógeno, lo cual coincide con los hallazgos de la presente investigación. Además, se respalda esta observación con los datos de INIAP (2000), quienes destacan el alto nivel de resistencia de la variedad TRITICALE 2000 frente a *Puccinia striiformis*. Asimismo, estudios previos como los de Ticona (2009) y Guerrero (1999) documentan la alta tolerancia del triticale a diversos tipos de royas, lo que ayuda a evitar pérdidas significativas de rendimiento. Como lo corroboró Robles (1990) al señalar que las enfermedades del centeno, como la roya, no limitan el rendimiento del triticale.

Es así que, la presencia de *Puccinia striiformis* en el triticale se lo atribuye a factores climáticos como la precipitación abundante y días largos calurosos, así como la presencia de neblinas, según señalan Formento y Kuttel (2022), enfatizando en que las condiciones, que incluyen lluvias persistentes, formación de rocío sobre las hojas y altas temperaturas, favorecen el desarrollo de la roya. Por otro lado, Varughese (1986) sugiere que la resistencia observada en el triticale es principalmente de naturaleza genética, derivada de los progenitores del cultivo, lo que contribuye significativamente a su capacidad para resistir enfermedades.

#### **4.2.2 *Roya de la hoja (Puccinia triticina)***

En la presente variable, no se realizó un análisis estadístico debido a que el 100% de las líneas promisorias y la variedad exhibieron un porcentaje de severidad del 5%. Este valor se clasifica según la escala establecida por el CIMMYT (Tabla 9) como el nivel más bajo de severidad, indicando una presencia mínima del patógeno sin evidencia de desarrollo activo.

Según Barrera (2023) en la investigación de evaluación de cuatro líneas promisorias de triticale reporta una mínima presencia de *Puccinia triticina* únicamente en la línea TCL-11-006 mientras que, en las demás líneas evaluadas no se evidencio su presencia. Asimismo, Niks y Dekens (1987) reportan en la investigación de estudio histológico sobre la infección de roya de la hoja en sesenta cultivares de triticale una alta resistencia a enfermedades, considerándolo como no hospedante de *Puccinia triticina*.

En este contexto, los resultados obtenidos en la presente investigación coinciden con los hallazgos de los autores mencionados, ya que se observa una presencia mínima de *Puccinia triticina* en las líneas promisorias y variedad de triticale. Esta situación podría atribuirse a factores climáticos específicos de la región. Conforme a lo señalado por Formento y Kuttel (2022), quienes destacan que las condiciones de lluvia abundante y días calurosos prolongados favorecen la presencia y desarrollo de la roya de la hoja. Estos factores climáticos podrían explicar las variaciones observadas en los estudios de resistencia del triticale a *Puccinia triticina*.

#### **4.2.3 *Fusarium (Fusarium spp.)***

Los resultados del Análisis de varianza (ADEVA) para la variable porcentaje de severidad de *Fusarium (Fusarium spp)* reporta que no existe diferencia significativa entre los materiales de estudio ( $gl=8$ ;  $F=0.50$ ;  $p=0.7373$ ), es decir, el porcentaje de severidad oscila entre un 1% y 2.33% destacando la uniformidad en la respuesta del triticale frente a *Fusarium spp*.

**Tabla 20**

*Porcentaje de severidad de fusarium spp. identificado en líneas promisorias y variedad de triticales bajo las condiciones presentes en la granja la Pradera, Chaltura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E.E.</b>
TCL-10-001	1.00± 0.00
TCL-10-004	2.33± 1.33
TCL-10-007	2.33± 1.33
TCL-11-006	1.00± 0.00
TRITICALE 2000	2.33± 1.33

*Nota:* Los valores presentados en la tabla corresponden a promedios calculados mediante una escala porcentual del 0 al 100 (Figura 4).

En la tabla 20 se evidencia una similitud en el porcentaje de severidad de *Fusarium* spp. entre ciertas líneas promisorias y la variedad de triticales. Las líneas TCL-10-004, TCL-10-007 y TRITICALE 2000 exhiben una severidad del 2.33%. Por otro lado, las líneas TCL-10-001 y TCL-11-006 muestran una severidad del 1%, con una diferencia de 1.33% respecto a las líneas promisorias antes mencionadas. Estos datos aluden a una presencia mínima de *fusarium* spp. en el cereal (1% y 2%) según la escala presentada por Stack y MacMullen (Figura 4). Además, Pereyra y Acosta (2014) reportan que la presencia de *fusarium* se debe a factores climáticos.

Por otro lado, Lozada (2022) reporta datos de la investigación realizada en varias líneas promisorias de triticales en Cotopaxi, indicando un promedio de severidad para *fusarium* del 14% debido a las condiciones climáticas. Sin embargo, los datos de porcentaje de severidad expresados anteriormente en esta investigación difieren del autor, ya que existe la presencia de *fusarium*, pero con valores de severidad significativamente menores. Por lo tanto, estas discrepancias en los reportes se atribuyen a los factores climáticos mencionados por Martínez (2014), quien sostiene que las regiones con alta humedad y temperaturas moderadas a altas son propensas a la infección, afectando especialmente durante las etapas de floración y llenado de grano.

#### **4.2.4 Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)**

El análisis cualitativo de los datos de contingencia (Tabla 21) revela que no se observa una asociación significativa ( $\chi^2=0,2519$ ) entre las líneas promisorias y la variedad mejorada

(Tabla 21) en términos de la escala de severidad del BYDV (Tabla 10) según lo definido por Schaller y Qualset (1980).

**Tabla 21**

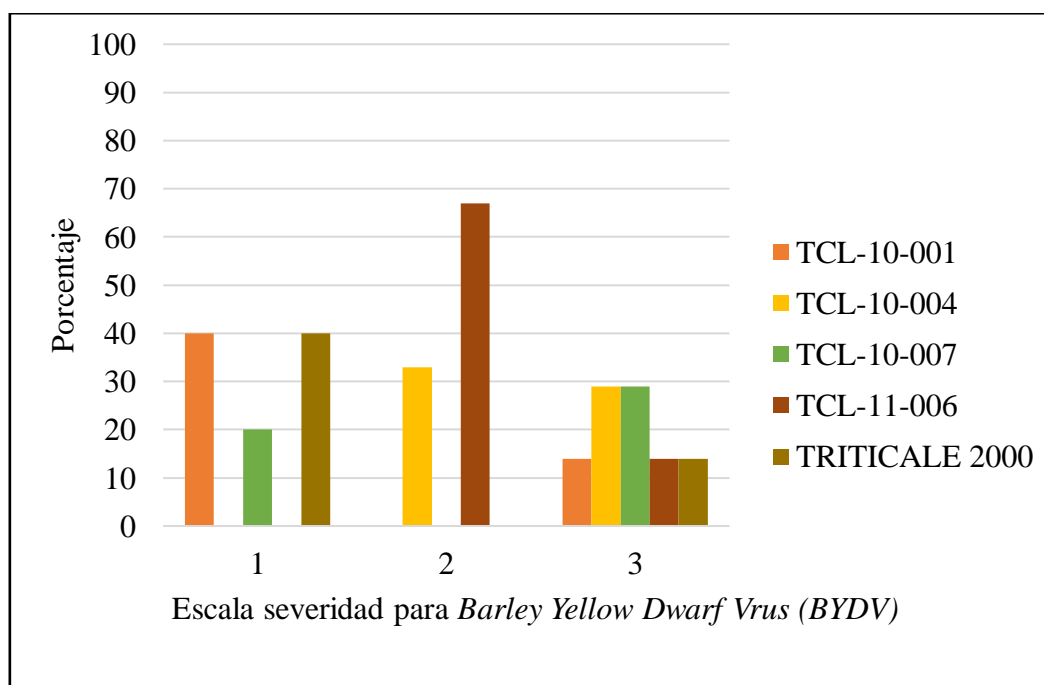
*Análisis de variancia de Barley Yellow Dwarf Vrus (BYDV).*

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	10.19	8	0.2519
Chi Cuadrado MV-G2	12.22	8	0.1418
Coef.Conting.Cramer	0.48		
Coef.Conting.Pearson	0.64		

La presente variable se evaluó mediante la escala descrita por (Schaller y Qualset,1980) (Tabla 10) en la cual el cultivo expreso los menores grados de la escala como se observa en la figura 15.

**Figura 15**

*Porcentajes de severidad causados por Barley Yellow Dwarf Vrus (BYDV) distribuidas en diferentes líneas promisorias y variedad de triticale en la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura.*



En la figura 15 se observa la distribución de severidad causada por *Barley Yellow Dwarf Vrus (BYDV)*, evidenciando que, en todas las líneas promisorias y variedad de triticale se

registró una severidad de grado 3 caracterizada por clorosis de intensidad moderada a baja, sin evidencia de enanismo. No obstante, tanto la línea promisorio TCL-10-001 como la variedad TRITICALE 2000 expusieron que la mayor parte del cultivo (40%) presencia una severidad de grado 1 indicativo de un cultivo vigoroso, pero con trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas.

En la investigación realizada por Lozada (2022) sobre líneas promisorias y variedad de triticales en Cotopaxi, se detectó la presencia del virus del enanismo (BYDV) con valores de 1 a 4 en los materiales de estudio, según la escala de severidad descrita por Schaller y Qualset (1-9). De manera similar, Barrera (2023) en el estudio de líneas promisorias y la variedad de triticales en condiciones agroecológicas de Querochaca, empleó la misma escala de Schaller y Qualset, reportando grados de 1 y 2 para sus materiales de estudio. En este contexto, los datos recopilados por los autores mencionados coinciden al mostrar una presencia mínima de síntomas atribuidos al virus del enanismo en el marco de la presente investigación.

La aparición del Virus del enanismo (BYDV) se la atribuye a la presencia de áfidos como los pulgones (González et al., 2012). Según ITACyL (2020) la presencia del virus se debe a la transmisión salival de vectores, pero no a través de la inoculación mecánica, semilla o el suelo.

### **4.3 Análisis de calidad de grano**

#### ***4.3.1 Rendimiento identificado en las líneas promisorias y variedad de triticales ( $t\ ha^{-1}$ )***

Los resultados del Análisis de Varianza (ADEVA) para la variable rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) indican que no hay diferencias significativas entre los materiales de estudio ( $gl=8$ ;  $F=1.22$ ;  $p=0.3759$ ). Esto implica que el rendimiento promedio se encuentra en un rango aproximado de 6 a 7  $t\ ha^{-1}$  (Tabla 22).

**Tabla 22**

*Rendimiento expresados en t ha<sup>-1</sup> de las líneas promisorias y variedad de triticale evaluadas en la campaña de producción 2023, Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	6.62±0.03
TCL-10-004	6.44±0.38
TCL-10-007	7.28±0.37
TCL-11-006	7.67±0.47
TRITICALE 2000	7.13±0.72

En la Tabla 22, se observa que según la prueba LSD de Fisher, el rendimiento promedio general es de 7.02 t ha<sup>-1</sup>. Las líneas promisorias TCL-10-007, TCL-11-006 y la variedad TRITICALE 2000 muestran un rendimiento cercano a las 7 t ha<sup>-1</sup>, mientras que las líneas TCL-10-004 y TCL-10-001 presentan aproximadamente 1 t ha<sup>-1</sup> menos en comparación con las mencionadas anteriormente. Estos resultados contrastan con los rendimientos reportados por INIAP (2000) para la variedad TRITICALE 2000, los cuales varían entre 3 y 6 t ha<sup>-1</sup>, mostrando una diferencia significativa respecto a los datos obtenidos en este estudio.

Por otra parte, Meléndrez (2022) reporta rendimientos de 6 t ha<sup>-1</sup> a 8 t ha<sup>-1</sup> para líneas promisorias de triticale en la provincia de Bolívar, cifras similares con las líneas evaluadas en este estudio. Asimismo, Paccapelo et al. (2017) observaron rendimientos de 4.4 t ha<sup>-1</sup> en cultivares testigo de triticale en Argentina, mientras que Goyal et al. (2011), al evaluar veinte genotipos de triticale en Canadá, registraron rendimientos de 5.6 t ha<sup>-1</sup>. Estas variaciones en los rendimientos, como mencionan Paccapelo et al. (2017), son atribuibles al genotipo y al ambiente específico en el que se cultiva el triticale. Además, López (2020) destaca que la variabilidad de temperatura durante todo el ciclo del cultivo tiene un impacto significativo en el rendimiento.

Además, Solís et al. (2004) también señalan que el rendimiento de grano en triticale está influenciado por la producción de espigas por unidad de superficie, el número de espiguillas por espiga, el peso de los granos por espiga y la cantidad de granos por espiga.

#### **4.3.2 Peso Hectolítrico de líneas promisorias y variedad de triticale evaluadas (kg hl<sup>-1</sup>)**

Los resultados del Análisis de varianza (ADEVA) para la variable Peso Hectolitrico kg hl<sup>-1</sup> revela que no existe diferencia significativa entre los materiales de estudio (gl=8; F=1.52;

p=0.2840), es decir, peso hectolítrico se mantuvo estadísticamente similar, con valores aproximados de 70, 71 y 72 kg hl<sup>-1</sup> (Tabla 23).

**Tabla 23**

*Promedios de peso hectolítrico (kg hl<sup>-1</sup>) identificados en líneas promisorias y variedad de triticales bajo las condiciones la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E. E.</b>
TCL-10-001	70.87±0.24
TCL-10-004	71.92±0.64
TCL-10-007	71.68±0.65
TCL-11-006	72.72±0.63
TRITICALE 2000	72.57±0.73

*Nota.* Se presentan los promedios de peso hectolítrico (kg hl<sup>-1</sup>) junto con el error estándar (E. E.) para las líneas promisorias y variedad de triticales.

En la tabla 23, según el análisis de la prueba LSD de Fisher con un nivel de significancia alfa=0.05, se observa que las líneas promisorias exhiben similitudes estadísticas. Tanto la línea promisoría TCL-11-006 como la variedad TRITICALE 2000 presentan un peso hectolítrico de aproximadamente 72 kg hl<sup>-1</sup>. En contraste, las líneas TCL-10-007 y TCL-10-004 muestran un peso hectolítrico 1 kg hl<sup>-1</sup> menor que las mencionadas anteriormente. Por otro lado, la línea TCL-10-001 registra un peso hectolítrico 1 kg hl<sup>-1</sup> inferior a la línea promisoría TCL-10-004 y 2 kg hl<sup>-1</sup> menos que la línea promisoría TCL-11-006 y la variedad TRITICALE 2000. A pesar de estas variaciones, el promedio general del peso hectolítrico para todas las líneas y la variedad de triticales es de aproximadamente 71.95 kg hl<sup>-1</sup>.

Ochoa (2007) en la Ciudad de México, en la investigación de análisis de rendimientos de diferentes cultivos abarcó varios cereales, incluido el triticales, en el cual se reportaron valores de 75 kg hl<sup>-1</sup>, los cuales difieren de los obtenidos en esta investigación. Por otro lado, el Instituto Técnico y de Gestión Agrícola (ITGA, 2004), al evaluar nueve variedades de triticales en España, expuso valores entre 65 y 73 kg hl<sup>-1</sup>, los cuales se ajustan con los resultados obtenidos en la presente investigación. Es relevante mencionar que INIAP (2000) reporta valores para el triticales de 63 a 70 kg hl<sup>-1</sup>, lo cual contrasta con los datos obtenidos en este ensayo, donde se registró un promedio en peso hectolítrico de 71.95 kg hl<sup>-1</sup>.

Esta variabilidad en los rendimientos observada en diferentes investigaciones se atribuye a diversos factores bióticos, como plagas y enfermedades, y abióticos, tales como las condiciones climáticas, disponibilidad de nutrientes, agua y pH, como señala Janeta (2011). Estos elementos ambientales y el momento de la cosecha tienen un impacto directo en el peso hectolítrico del triticale (INIAP 2000). Además, Paccapelo et al. (2017) destacan que el grano del triticale suele ser arrugado, lo cual representa una desventaja en términos de calidad del grano y contribuye a la disminución del peso hectolítrico.

#### **4.3.3 Peso de mil granos identificados en las líneas promisorias y variedad de triticale**

El análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso de mil granos revela que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ( $gl=8$ ;  $F=2.00$ ;  $p=0.1875$ ). Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre estos materiales ( $gl=8$ ;  $F=2.00$ ;  $p=0.1875$ ), reflejando una homogeneidad estadística en el peso de mil granos evaluado.

**Tabla 24**

*Peso de mil granos reportados al evaluar las líneas promisorias y variedad de triticale bajo las condiciones de la granja La Pradera en Chaltura, Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media± E.E.</b>
TCL-10-001	40.00± 0.00
TCL-10-004	53.33± 6.67
TCL-10-007	46.67± 6.67
TCL-11-006	40.00± 0.00
TRITICALE 2000	40.00± 0.00

Según los datos obtenidos (Tabla 24), se observa una homogeneidad en el peso de mil granos entre las líneas promisorias TCL-10-001, TCL-11-006 y la variedad TRITICALE 2000, con un promedio de 40 g, diferenciándose en 13.33 g respecto a la línea TCL-10-004, que registró 53.33 g. Asimismo, la línea TCL-10-007 mostró una disminución de 7.33 g en comparación con la anteriormente mencionada. Por otro lado, tanto las líneas promisorias como la variedad presentan un promedio general de 44 g.

Ramírez (2023) mediante su investigación sobre la composición nutricional de granos de triticale en Guanajuato, México, determinó un peso promedio de mil granos de 45.85 gramos, ajustándose a los hallazgos del presente estudio. En contraste, Lozada (2022), al



evaluar múltiples líneas promisorias de triticale en Cotopaxi, reportó un promedio de 55.80 gramos, evidenciando valores superiores. Esta variación en el peso de los granos entre distintas regiones de estudio se atribuye a factores ambientales y a la genética de las semillas, como lo señalan Giunta et al. (2017), subrayando que el peso del grano está fuertemente influenciado por la interacción genotipo-ambiente.

#### ***4.3.4 Tipo y color de grano observados en la evaluación de las líneas y variedad de triticale***

No se llevó a cabo un análisis estadístico de la variable tipo y color de grano, dado que el 100% de los granos emergentes de las líneas promisorias y la variedad de triticale presentaron, según la escala descriptora (Tabla 12), granos de tamaño mediano, bien formados y limpios, clasificados con el número 2, los cuales además presentan una coloración 'rojo'. Es así como, Varughese et al. (2016) destacan que el triticale comparte en gran medida la forma y tamaño del trigo. Asimismo, Mellado (2005), caracteriza el grano de triticale con un color café claro (rojo) y una forma alargada (elíptica), con mayor similitud al centeno. Por lo tanto, los datos obtenidos en esta investigación coinciden con los hallazgos de estos autores, confirmando una coloración café claro o rojizo y una forma alargada. Por otro lado, INIAP (2000) expone que las características de tipo y color de grano están principalmente influenciadas por factores genéticos, lo que sugiere una similitud con sus progenitores (trigo y centeno).

Así también, la morfología del grano guarda una estrecha relación con el peso hectolítrico y, por ende, con el rendimiento (Ponce et al.,2019). Según Olán et al. (2018) los granos de forma redonda y pequeños tienden a exhibir un peso hectolítrico superior en comparación con los granos grandes y alargados. En contraposición, Godiño y Hugo (2000), en su investigación sobre tecnología de almacenamiento de granos, sugieren que los granos grandes y alargados suelen presentar un rendimiento y peso hectolítrico más elevados.

Los resultados de este estudio mostraron un peso hectolítrico superior ( $72.92 \text{ kg hl}^{-1}$ ) en los granos grandes y alargados, respaldando los hallazgos de Godiño y Hugo (2000) y cuestionando las conclusiones de Olán et al. (2018).

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Realizado los análisis para cada línea promisorias y variedad de triticale. Como conclusión se reporta que:

- Todas las líneas promisorias de triticale evaluadas mostraron características agronómicas superiores a las de la variedad mejorada (TRITICALE 2000) bajo las condiciones agroclimáticas de Chaltura. Destaca especialmente la línea promisorias TCL-10-006, que alcanzó un porcentaje de emergencia superior al 90% y una rápida etapa de espigamiento a los 60 días, indicando un material precoz. Esta línea presenta tallos erectos de grado 1, robustos frente al viento y al acame, con una altura óptima de 117 cm para el cultivo. Aunque su tamaño de espiga de 9.37 cm es el menor entre los materiales evaluados, no afectó negativamente las características de rendimiento de esta línea promisorias
- Las líneas promisorias y la variedad de triticale mostraron potencialidad y homogeneidad en cuanto a la calidad del grano; respecto a la característica de tipo y color de grano, todos los materiales evaluados presentaron granos de tamaño mediano, bien formados, limpios y semillas de color rojizo. Esta coloración de triticale puede conferir ventajas en la resistencia a ciertos patógenos, ya que se ha observado que algunos pigmentos naturales presentes en las semillas pueden actuar como agentes de defensa contra enfermedades.
- Tanto las líneas promisorias como la variedad de triticale presentaron una severidad mínima frente a *Puccinia striiformis*, *Puccinia triticina*, *Fusarium* spp. y el Virus del enanismo (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*), con valores reportados inferiores al 10%. Específicamente, la severidad de *Puccinia striiformis* se mantuvo en un nivel bajo del 5% en todas las líneas promisorias y variedad de triticale, indicando posibles atributos de resistencia genética que podrían reducir la dependencia de tratamientos fitosanitarios.
- En cuanto al rendimiento la línea promisorias TCL-10-006 obtuvo 7.67 t ha<sup>-1</sup>, lo cual representa un incremento de 0.54 t ha<sup>-1</sup> en comparación con la variedad TRITICALE

2000. En términos de peso hectolítrico, las líneas promisorias y la variedad de triticales exhibieron valores promedios cercanos a 71 kg hl<sup>-1</sup>. Destaca especialmente la línea TCL-10-006 con un peso hectolítrico de 72.72 kg hl<sup>-1</sup>, indicativo de un estándar de calidad comparable al de la variedad TRITICALE 2000 y fundamental para la capacidad de almacenamiento del grano. Además, el peso de mil granos mostró una homogeneidad entre las líneas promisorias y la variedad TRITICALE 2000, con valores que oscilaron entre 40 y 53.33 g. Esta consistencia en el peso de mil granos es crucial para la estimación de la productividad potencial y la densidad de siembra en los cultivos de triticales.

- De manera general los resultados indican que las líneas promisorias de triticales poseen características de adaptabilidad, rendimiento, severidad a enfermedades y calidad de grano que son competitivas y comparables con la variedad mejorada TRITICALE 2000. Estos hallazgos respaldan la idoneidad de las líneas promisorias para ser consideradas en programas de mejora genética y en la implementación de prácticas agronómicas que busquen optimizar la calidad del grano en condiciones similares a las de la grana experimental La Pradera en Chaltura-Imbabura.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- A pesar de las características favorables observadas en la calidad del grano de las líneas promisorias, se recomienda explorar técnicas agronómicas adicionales que puedan optimizar aún más este aspecto. Investigaciones futuras podrían enfocarse en prácticas como el manejo del suelo, fertilización específica o métodos de manejo post-cosecha.
- Se recomienda realizar estudios adicionales para validar el desempeño de las líneas promisorias de triticales en diversas condiciones agroecológicas. Esto incluiría investigaciones en otras ubicaciones geográficas o variaciones en prácticas de manejo agronómico, con el fin de evaluar su adaptabilidad y consistencia fuera de Chaltura-Imbabura.
- Para validar la viabilidad económica y el rendimiento a mayor escala, se aconseja realizar pruebas de campo con tecnificación en la optimización del manejo agronómico. Estos estudios proporcionarán información relevante sobre la rentabilidad y el potencial impacto en la economía local y nacional.
- Dado el potencial de las líneas promisorias para mostrar resistencia o tolerancia a enfermedades como *Puccinia striiformis* y *Fusarium* spp., se sugiere investigar los fundamentos genéticos (procesos biológicos y genéticos específicos que están involucrados en la capacidad de las plantas para resistir o tolerar enfermedades) de esta resistencia. Este enfoque podría facilitar el desarrollo de variedades más robustas y resistentes a enfermedades.

## REFERENCIAS

- Agrios, G. (2004). Fitopatología. 2da Edición. *Limusa. México, DF* 635p.
- Barrera Villena, M. A. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de 4 líneas promisorias de triticale (x Triticosecale Wittmack) generado por el INIAP, bajo condiciones agroecológicas de Querochaca* [ tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9467>
- Bilotti, L. G. (1997). *Evaluación de triticale, trigo y centeno como sustratos para la producción de aflatoxinas* [Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires.] Repositorio UBA. [http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n3164\\_Bilotti](http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n3164_Bilotti)
- Brach, A. (2014). Roya del tallo en trigo. *Voces y Ecos*, 33, 24–26. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta\\_vye\\_nro33\\_roya\\_del\\_tallo\\_en\\_trigo\\_sorprendidos\\_e.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_vye_nro33_roya_del_tallo_en_trigo_sorprendidos_e.pdf)
- Belaid, A. 1994. Nutritive and Economic Value of Triticale as a Feed Grain for Poultry. *CIMMYT Economics Working Paper*, 94-01. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/900/43782.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cajamarca, G. B., y Montenegro, I. S. (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (Hordeum vulgare L.) Bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos, en áreas vulnerables de la sierra sur ecuatoriana* [ Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca] Repocitorio UDC. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23473>
- Covas, G. (1983). Triticale: Un promisorio cereal sintético. *Año Del Centenario de La Iniciación de Los Estudios de Agronomía y de Veterinaria En La Argentina*, 14, <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/29369>
- De la Cuadra, C. (1992). *Germinación, latencia y dormición de las semillas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf)
- Del Blanco, I. A., Rajaram, S., & Kronstad, W. E. (2001). Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Science*, 41(3), 670-676. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.413670x>
- Donaire, G., Bainotti, C., Reartes, F., Salines, J., Fraschina, J., Alberione, E., y Conde, B. (2016). *Evaluación de cultivares y líneas de triticale en la E.E.A. Marcos Juárez durante el año 2015. trigo Actualización*, 75-79. [Evaluación de cultivares y líneas de triticale en la EEA Marcos Juárez durante el año PDF Descargar libre \(docplayer.es\)](#)
- De Noni, G., y Trujillo, (1986). Degradación del suelo en el Ecuador. *Cultura*, 24, 383-394.
- Espinosa, A., Tadeo, M., Turrent, A., y Gómez, N. (2009). El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz. *Ciencias*, 92(092). <https://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/view/14839>
- FAOSTAT. (2019). Statistics Database. <https://www.fao.org/faostat/en/#dat>
- Ferrari, E. D. (2016). *Análisis de parámetros genéticos en caracteres morfoagronómicos en Triticale (x Triticosecale W.)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Pampa]. Repositorio UNLPam. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/784>

- Formento, A. N., y Kuttel, W. D. (2022). *Comportamiento de cultivares comerciales de avena a la roya de la hoja (Puccinia coronata) en el año 2021 en INTA EEA Paraná*. Serie Extensión INTA Paraná No 87, 64–68. [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11520/INTA\\_CREntreRi os\\_EEAParana\\_Formento\\_AN\\_Comportamiento\\_cultivares\\_comerciales\\_avena\\_roya\\_hoja.pdf?sequence=1&isAllo](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11520/INTA_CREntreRi os_EEAParana_Formento_AN_Comportamiento_cultivares_comerciales_avena_roya_hoja.pdf?sequence=1&isAllo)
- FAO. (2022). Statistics Database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Goyal, A., Beres, B. L., Randhawa, H. S., Navabi, A., Salmon, D. F., & Eudes, F. (2011). Yield stability analysis of broadly adaptive triticale germplasm in southern and central Alberta, Canada, for industrial end-use suitability. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(1), 125-135. <https://doi.org/10.4141/CJPS10063>
- González, L. C. (1976). *Introducción a la fitopatología* (No. 29). Bib. Orton IICA/CATIE.
- García Ramírez, A., Rodríguez Pérez, G., Reynaga Franco, F. D. J., & Cervantes Ortiz, F. (2023). Composición nutricional en granos de triticales (X. Triticosecale Wittmack) y usos alimentarios. *Biotecnia*, 25(2), 44-51. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i2.1892>
- Giunta, F., Motzo, R., Viridis, A., & Cabiglieria, A. (2017). The effects of forage removal on biomass and grain yield of intermediate and spring triticales. *Field Crops Research*, 200, 47-57. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.10.002>
- Guerrero García, A. (1999). *Cultivos herbáceos extensivos*. Ediciones Mundi-Prensa. [Cultivos herbáceos extensivos. - GUERRERO GARCÍA, ANDRÉS - Google Libros](https://books.google.com/books?id=GUERRERO_GARCÍA,_ANDRÉS)
- Galdames, G. (2018). Enfermedades Parasitarias del Triticale en Chile. *Triticale en el sur de Chile*, 47-58. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6719>
- Hugo, W., y Godiño, M. (2000). *Tecnología de almacenamiento de granos de trigo*. In *INIA La Estanzuela*. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentoscompartidos/15630011107104808.pdf%0A>
- INIAP. (2000). *Información técnica de la variedad INIAP-Triticale 2000*. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3278>
- ITACyL. (2020). Principales Cereales De Invierno. <https://www.lgseeds.es/media/VIRUS-DEL-ENANISMO-DEL-TRIGO.pdf>
- Ivancovich, A. J., & Lavilla, M. (2016). *Propuestas de escalas para la evaluación a campo y en laboratorio del tizón foliar y la mancha púrpura de la semilla, causadas por Cercospora kikuchii en soja*. EEA Pergamino, INTA, 1-7. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/666>
- Janet Londo, P. V. (2011). *Evaluación Agronómica de cinco materiales promisorios de Trigo (Triticum vulgare L.) en dos localidades de la provincia de Chimborazo y una en la provincia de Bolívar* [Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/784>
- Kalih, R., Maurer, H. P., & Miedaner, T. (2015). Genetic architecture of fusarium head blight resistance in four winter triticale populations. *Phytopathology*, 105(3), 334– 341. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-14-0124-R>

- López, J., Torres, N., Saldivar, R., Reyes, I., & Argüello, B. (2016). Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas. *Centro de Investigación En Iquímica Aplicada (CIBQ)*, 129–140. <http://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/334>
- Lozada, B. (2022). *evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias y la variedad de triticale (x triticosecale wittmack) del iniap bajo las condiciones agroecológicas del campus salache utc 2021-2022* [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/66/browse?type=author&order=ASC&rpp=40&value=Lozada+Hidalgo%2C+Betzy+Mishell>
- Miranda, L. E., López, C., Benítez, I., y Mejía, J. A. (2016). Desarrollo radical y rendimiento en diferentes variedades de trigo, cebada y triticale bajo condiciones limitantes de humedad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 393-407.
- Meléndrez, J. (2022). *valoración productiva de cinco accesiones de triticale (xtriticosecale), provenientes del programa nacional de cereales-iniap, en la localidad de naguán provincia bolívar*. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]. Repositorio digital UEB. <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4242>
- Mellado, M., Madariaga, R., y Matus, I. (2005). Aguacero-INIA, nuevo cultivar de triticale de primavera para Chile. *Agricultura Técnica*, 65(1), 90-95.
- Mendoza Elos, M., Sámano Rodríguez, S., Cervantes Ortiz, F., Andrio Enríquez, E., Rangel Lucio, J. A., Rivera Reyes, J. G., ... y Moreno Martínez, E. (2014). *Evaluación de la fertilización integral en la producción de semilla de triticale (X Triticum secale Wittmack)*. *Phyton (Buenos Aires)*, 83(1), 93-100. <a306fa398b6f0f68d8619971f2cb25a2adfd.pdf> ([semanticscholar.org](https://www.semanticscholar.org))
- Murillo-Amador, B., Escobar, A., Fraga-Mancillas, H., y Pargas-Lara, R. (2001). *Rendimiento de grano y forraje de líneas de triticale y centeno en Baja California Sur, México*. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 24(2), 145-145. <https://doi.org/10.35196/rfm.2001.2.145>
- Martínez, J. M. C., García, T. D. J. B., y Otero, M. R. V. (2017). Historias de plantas (III): la historia del Centeno. *La agricultura y la ganadería extremeñas*, (2016), 263-278. <2016-14-historias-de-plantas-iii-la-historia-del.pdf> ([unex.es](http://unex.es))
- Merchancano Rosero, J. D., Bolaños Alomía, A. M., Arcila González, M. B., y Rodríguez Unigarro, P. (1998). Obonuco triticale 98: nueva especie forrajera en Nariño. Editorial Corpoica. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/15931>.
- Martini, E. (2015) *Triticale (Triticum aestivum)*. *Alternativas de usos en nutrición humana y animal* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Córdoba]. Repositorio digital UNC. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/2585/Martini%20Esteban%20Mauricio%20-Triticale%20Alternativas%20de%20uso%20en%20la%20alimentacion%20animal%200y%20humana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mellado, C. Z., Matus, M T., y Mandariaga, R.B. (2018) *Antecedentes del triticale en chile y otros países*. Trama Impresores S.A. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_verdeos\\_invierno/127-Triticale.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/127-Triticale.pdf)

- Miralles, D. J., González F.G., Abeledo L.G., Serrago R.A., Alzueta I., y García G.A. (2012) *Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo*. (36 p.). Buenos Aires – Argentina: Editorial Orientación Grafica. <http://hdl.handle.net/11336/137280>
- Niks, R. E., & Dekens, R. G. (1987). *Histological studies on the infection of triticale, wheat and rye by Puccinia recondita f. sp. tritici and P. recondita f. sp. recondita*. *Euphytica*, 36, 275-285. <https://doi.org/10.1007/BF00041532>
- Olán, M. D. L. O., Espitia Rangel, E., López Sánchez, H., Villaseñor Mir, H. E., Peña Bautista, R. J., y Herrera Hernández, J. (2012). *Calidad física de grano de trigos harineros (Triticum aestivum L.) mexicanos de temporal*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(2), 271-283. <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342012000200005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000200005&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2007-0934.
- Pilataxi Cañarejo, S. A. (2013). *Evaluación de siete variedades de trigo (Triticum aestivum L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 3220 m s.n.m. Olmedo Cayambe-2012* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana] Repositorio UPS. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6052>
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña Cruz, D. F., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020). *La Cebada (Hordeum vulgare L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra Ecuatoriana*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587>
- Paccapelo, H., Ferreira, V., Picca, A., Ferrari, E., Domínguez, R., Grassi, E., ... y Castillo, E. (2017). *Triticale (x Triticosecale Wittmack): Rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de la Argentina*. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 33(1),45-58. <https://doi.org/10.4067/s0719-38902017005000201>
- Ponce, L., Noroña, P., Campaña Cruz, D. F., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., y Cruz, E. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales* (Manual No. 111). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Padilla, E. G., Gallegos, P. B., Rivera, S. F., Morteo, M. A. G., González, H. S., Viramontes, U. F., y Chairez, F. G. (2011). *Producción de forrajes con grano pequeño*. Coordinación General de Ganadería. <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/procForrCP.pdf>
- Robles, S. R. (1978). *Producción de granos y forrajes* (5ª ed.). México D.F.: Editorial Limusa. <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=>
- Rivadeneira, M. (2005). *Inventario Tecnológico del Programa de cereales. Rubro Trigo (Triticum aestivum L.)* Ouito, EC, INAP, 27-39. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5975>
- Schierenbeck, M. (2015). *Roya de la hoja y mancha amarilla en trigo: Principales efectos sobre componentes ecofisiológicos involucrados en la generación de biomasa y rendimiento* [Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52727>
- Solís-Moya, E., Hernández-Martínez, M., Borodanenko, A., Aguilar-Acuña, J. L., & Grajeda-Cabrera, Ó. A. (2004). *Duración de la etapa reproductiva y el rendimiento de*

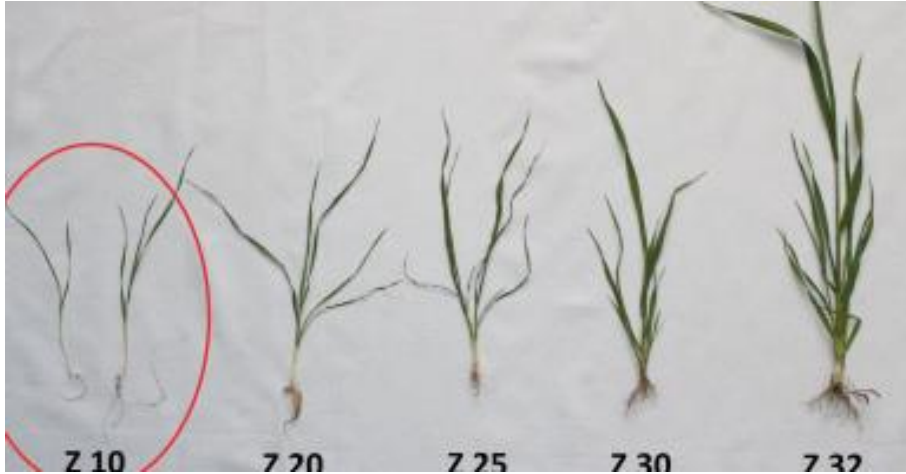


- Saltos, E. (2011). *Introducción y evaluación agronómica de seis cultivares y dos líneas promisorias de trigo (Triticum vulgare L), en tres localidades de la provincia de Bolívar* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESPC. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/790/1/13T0712.pdf>
- Ticona Quispe, D. J. (2009). *Producción de forraje y semilla de triticale (X. tritico-secale) bajo riego y seco, en tres épocas de siembra en la comunidad de Calasaya, provincia Los Andes La Paz-Bolivia* [ tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés] Repositorio UMSA. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/9670>
- Varughese, G., Barker, T. & Saari, E. (1986). *Triticale*. CIMMYT.
- Velasco López, J. L., Soto Ortiz, R., Ail Catzim, C. E., Grimaldo Juárez, O., Avilés Marín, S. M., & Lozano del Río, A. J. (2020). *Rendimiento de biomasa y grano en variedades de triticale en el valle de Mexicali*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(5), 1097-1109. [Rendimiento de biomasa y grano en variedades de triticale en el valle de Mexicali - Dialnet \(unirioja.es\)](https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.73)
- Valdés Valdés, C., Estrada Campuzano, G., Martínez Rueda, C. G., & Domínguez López, A. (2017). *Rendimiento de grano en trigo modificado por cambios en la fuente durante el llenado de grano*. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(1), 79-90. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.73>.
- Zavala, D. (1999). *Producción comercial de semilla de Triticale (Exaploide) en la Comarca Lagunera* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Biblioteca UAAAN. <https://biblioteca.uaaan.mx/cgi-bin/koha/opac-ISBDdetail.pl?biblionumber=60557>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Estado morfológico adecuado para evaluar el porcentaje de emergencia.*



### Anexo 2

*“Z55” estado morfológico correspondiente al momento del espigamiento.*



### **Anexo 3**

*Los granos pueden presentar colores rojos o blancos, ilustración guía para la toma de la variable tipo de grano, presentado por el manual de evaluación de cereales, INIAP.*



## Anexo 4

Análisis de suelo correspondiente al sitio de estudio en la granja experimental La Pradera, Chaltura.

MC-LASPA-2201-01

	<b>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</b> <b>ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA</b> <b>LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS PLANTAS Y AGUAS</b> Panamericana Sur Km. 1. S/N Cutuglagua. Tífs. (02) 3007284 / (02)2504240 Mail: laboratorio.dsa@iniap.gob.ec	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 23-0078

**NOMBRE DEL CLIENTE:** Cevallos Recalde Anderson Martin  
**PETICIONARIO:** Cevallos Recalde Anderson Martin  
**EMPRESA/INSTITUCIÓN:** Cevallos Recalde Anderson Martin  
**DIRECCIÓN:** Imbabura

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 24/02/2023  
**HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:** 9:02  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 27/02/2023  
**FECHA DE EMISIÓN:** 08/03/2023  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** 53

Análisis	Ph	N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ Bases	MO	CO.*		Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
		ppm	A	ppm	A	ppm	B	ppm	B	meq/100g	M	meq/100g	A	meq/100g	A	ppm	B	ppm	A	ppm	A	ppm	M	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural								
23-0475	7,31	P	N	67,31	A	20,45	A	8,64	B	0,59	B	0,37	M	10,57	A	3,66	A	2,0	B	7,6	A	65	A	10,5	M	2,89	9,76	37,96	14,61	1,73	M							Muestra 1

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E. *	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	meq/100g	ppm	ppm		

OBSERVACIONES:

\* Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGÍA USADA	
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado
S, B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado
	B = Curcumina

INTERPRETACION		
pH		Elemento
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	AI = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

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

METODOLOGÍA USADA	
C.E. =	Pasta Saturada
M.O. =	Dicromato de Potasion
Al+H =	Titulación NaOH

INTERPRETACION		
Al+H, Al y Na	C.E.	M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino
T = Tóxico		M. = Medio
		A. = Alto

