

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS  
PROMISORIAS DE TRITICALE (*x Triticosecale*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL  
“LA PRADERA”, CHALTURA- IMBABURA**

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

**AUTORA:**

Andrea Lizbeth Morán Morán

**DIRECTORA:**

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**Ibarra, 2024**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE AGROPECUARIA

## “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRITICALE (*x Triticosecale*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL “LA PRADERA”, CHALTURA- IMBABURA”

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Doris Salomé Chalampunte, PhD.  
**DIRECTOR**

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Miguel Alejandro Gómez, M.Sc.  
**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
\_\_\_\_\_  
FIRMA



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

#### I. 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:	1005123912		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Morán Morán Andrea Lizbeth		
DIRECCIÓN:	Ibarra- San Antonio- Tanguarín		
EMAIL:	<a href="mailto:almoranm@utn.edu.ec">almoranm@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0991989134

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale ( <i>x Triticosecale</i> ) en la Granja Experimental "La Pradera", Chaltura- Imbabura.
AUTOR (ES):	Morán Morán Andrea Lizbeth
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	22/ 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 22 días del mes de julio de 2024

EL AUTOR:

  
Andrea Morán

---

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrea Lizbeth Morán Morán, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 22 días del mes de julio de 2024

  
Ing. Doris Chalampunte, PhD.  
DIRECTORA DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 22 días del mes de julio del 2024

**Andrea Lizbeth Morán Morán:** Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale (*x Triticosecale*) en la Granja Experimental "La Pradera", Chaltura-Imbabura

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 22 días del mes de julio del 2024. 64 páginas.

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

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de Triticale (*x Triticosecale*) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura

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

.....  


Ing. Doris Chalampunte, PhD.  
**Directora de Trabajo de Grado**

.....  


Andrea Lizbeth Morán Morán  
**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a Dios por haberme dado su bendición en toda la trayectoria de mi preparación académica, por ser mi guía en todo este camino y mi sustento en las adversidades, así también por permitirme tener alegrías y triunfos.*

*A mi madre, Zoila Morán, por haber sembrado en mí el principio de responsabilidad y superación, brindarme sus consejos y darme su apoyo incondicional, que fueron de gran ayuda para superar las barreras en mi vida y en el desarrollo de mi investigación*

*A mi esposo e hijo, Kevin y Jaden, que son el pilar fundamental en mi vida, por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles y compartir conmigo sus alegrías*

*A mis hermanos y familiares que siempre me apoyaron y animaron en esta etapa, por acompañarme en cada proceso de mi vida y el cariño brindado*

*También doy un especial agradecimiento a mi directora Ing. Doris Chalampunte PhD., a mi asesor Ing. Miguel Alejandro Gómez, M.Sc. y a los técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina en especial a los técnicos que estuvieron al frente de la presente investigación Ing. Luis Ponce, Ing. Javier Noroña e Ing. Javier Garofalo, que me brindaron su ayuda y conocimientos a lo largo de este proceso e hicieron posibles que la investigación se la llevara a cabo con éxito.*

*Andrea Morán*

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo principalmente a Dios, a mi madre y abuelito, quienes son parte fundamental en mi vida, e inculcaron en mí buenos valores, sobre todo, siempre me impulsaron a seguir adelante y nunca rendirme hasta alcanzar los objetivos que tenga para mi vida.

A mi compañero de vida e hijo por ser ese motor para seguir adelante, que en las adversidades siempre me han dado palabras de ánimo, por estar junto a mí, por sus consejos y por la ayuda mutua en esta etapa.

Dedico este trabajo a cada una de las personas que han estado siempre conmigo ya que cada una de ellas son y serán parte fundamental e importante en mi vida

Andrea Morán

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
RESUMEN .....	XIII
ABSTRACT .....	XIV
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 o preguntas directrices .....	5
CAPÍTULO II .....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Generalidades .....	6
2.1.1 Descripción del triticale (x <i>Triticosecale</i> ) .....	6
2.1.1.1 Taxonomía .....	6
2.1.2 Características botánicas .....	6
2.2 Fases fenológicas .....	7
2.3 Requerimiento edafoclimático del cultivo .....	8
2.4 Manejo del cultivo .....	9
2.4.1 Preparación del suelo .....	9
2.4.2 Siembra .....	9
2.4.3 Fertilización .....	9
2.4.4 Manejo de arvenses .....	9
2.4.5 Cosecha .....	9
2.4.6 Almacenado .....	10
2.5 Enfermedades .....	10
2.5.1 Roya parda ( <i>Puccinia triticina</i> E.) .....	10
2.5.2 Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> f. sp.) .....	10
2.5.3 Septoria de la hoja ( <i>Septoria tritici</i> ) .....	11
2.5.4 Pie negro ( <i>Gaeumannomyces graminis tritici</i> ) .....	11
2.6 Líneas promisorias .....	11



2.7 Variedad mejorada .....	12
2.8 Marco Legal .....	13
CAPÍTULO III .....	15
MARCO METODOLÓGICO .....	15
3.1 Caracterización del área de estudio .....	15
3.1.1. Ubicación geográfica.....	15
3.2 Materiales .....	16
3.3 Métodos .....	16
3.3.1 Factor en estudio .....	16
3.3.2 Diseño experimental.....	17
3.3.2.1. Características del experimento.....	18
3.3.2.2 Características de la unidad experimental .....	18
3.4 Variables a evaluarse.....	19
3.4.1 Emergencia.....	19
3.4.2 Vigor de la planta .....	19
3.4.3 Hábito de crecimiento .....	20
3.4.4 Días al espigamiento .....	20
3.4.5 Altura de planta .....	21
3.4.6 Tipo de paja.....	22
3.4.7 Número de granos por espiga.....	22
3.4.8 Reacción a enfermedades .....	23
3.4.8.1 Royas.....	23
3.4.8.2 Fusarium ( <i>Fusarium</i> spp.) .....	24
3.4.9 Virus del enanismo.....	25
3.4.10 Rendimiento de grano .....	25
3.4.11 Peso de mil granos.....	26
3.4.11 Tipo y color de grano .....	26
3.4.12 Peso hectolítrico .....	27
3.5 Manejo del experimento.....	27
3.5.1 Selección del lote .....	27
3.5.2 Desinfección de semilla.....	28
3.5.3 Preparación del suelo.....	28
3.5.4 Siembra.....	28
3.5.5 Fertilización.....	29
3.5.6 Control de malezas .....	29
3.5.7 Controles fitosanitarios .....	30
3.5.8 Cosecha .....	30
3.5.9 Trilla.....	30
3.5.10 Beneficio de la semilla .....	31
CAPÍTULO IV .....	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1 Variables cualitativas .....	32
4.1.1 Vigor de la planta .....	32
4.1.2 Hábito de crecimiento .....	33

4.1.3 Tipo de paja.....	34
4.2 Variables cuantitativas .....	35
4.2.1 Días al espigamiento .....	35
4.2.2 Altura de la planta .....	36
4.2.3 Tamaño de espiga.....	38
4.2.4 Número de granos por espiga.....	38
2.3 Enfermedades .....	39
2.3.1 Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV).....	39
2.3.2 Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> f.sp.).....	41
4.4 Variables Pos-cosecha.....	42
4.4.1 Rendimiento por hectárea.....	42
4.4.2 Peso específico .....	43
4.4.3 Peso de mil granos.....	43
4.4.4 Tipo y color de grano .....	44
CAPÍTULO V .....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	46
5.1 CONCLUSIONES .....	46
5.2 RECOMENDACIONES .....	46
REFERENCIAS .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Pedigree de líneas promisorias de triticales</i> .....	12
Tabla 2 <i>Caracterización del área de estudio en la Granja Experimental La Pradera</i> .....	16
Tabla 3 <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas</i> .....	16
Tabla 4 <i>Características de la unidad experimental</i> .....	18
Tabla 5 <i>Análisis de varianza del experimento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de triticales en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura</i> .....	19
Tabla 6 <i>Escala de evaluación de emergencia</i> .....	19
Tabla 7 <i>Escala de valoración del vigor de la planta</i> .....	20
Tabla 8 <i>Escala de evaluación de hábito de crecimiento</i> .....	20
Tabla 9 <i>Escala de evaluación de tipo de paja en cereales</i> .....	22
Tabla 10 <i>Escala para determinar el tipo de reacción en royas</i> .....	24
Tabla 11 <i>Escala para determinar el grado de daño</i> .....	25
Tabla 12 <i>Escala de evaluación de tipo de grano del triticales</i> .....	27
Tabla 13 <i>Caracteres cualitativos sin relación significativa, evaluadas en el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de triticales en la granja experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura</i> .....	32
Tabla 14 <i>Caracteres cuantitativos de la evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas y una variedad mejorada de triticales</i> .....	35
Tabla 15 <i>Número de granos por espiga en los materiales en estudio de triticales, en la granja experimental La Pradera</i> .....	39
Tabla 16 <i>Rendimiento <math>t\ ha^{-1}</math> de triticales en la granja experimental La Pradera</i> .....	42
Tabla 17 <i>Peso específico <math>kg\ hl^{-1}</math> en los materiales en estudio de triticales en Chaltura-Imbabura</i> .....	43
Tabla 18 <i>Peso de mil granos (g) en los materiales en estudio de triticales en Chaltura-Imbabura</i> .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Afecciones causadas en las hojas de triticale.....	10
Figura 2 Afecciones causadas por <i>P. striiformis</i> .....	10
Figura 3 Afecciones causadas por <i>Septoria tritici</i> .....	11
Figura 4 Afecciones causadas por en las raíces.....	11
Figura 5 Mapa de ubicación del área de estudio en la Granja Experimental La Pradera.....	15
Figura 6 Esquema del diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones.....	17
Figura 7 Momento ideal para la toma de días a la floración .....	21
Figura 8 Toma de la altura de la planta en campo .....	21
Figura 9 Conteo manual de granos por espiga .....	22
Figura 10 Escala de severidad para roya en hoja.....	23
Figura 11 Escala de severidad para roya en tallo .....	23
Figura 12 Escala de severidad en roya amarillo o líneal .....	24
Figura 13 Escala de porcentaje de daño.....	24
Figura 14 Peso de mil granos (g) en los materiales en estudio de triticale en Chaltura- Imbabura.....	26
Figura 15 Toma de peso de mil granos .....	26
Figura 16 Toma del peso específico $\text{kg hl}^{-1}$ .....	27
Figura 17 Escuadra y delimitación de las parcelas .....	28
Figura 18 Siembra con la maquina experimental .....	29
Figura 19 Aplicación de nitrógeno en las parcelas.....	29
Figura 20 Cosecha manual.....	30
Figura 21 Trilla de grano.....	30
Figura 22 Vigor de las cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada del triticale en la granja experimental La pradera, Chaltura-Imbabura.....	33
Figura 23 Hábito de crecimiento en las líneas y una variedad mejorada de triticale, en Chaltura- Imbabura .....	34
Figura 24 Días al espigamiento en la variedad mejorada y líneas promisorias en la granja experimental La Pradera .....	36
Figura 25 Altura de la planta en las accesiones en estudio en Chaltura-Imbabura.....	37
Figura 26 Tamaño de espiga en la variedad mejorada y líneas promisorias de triticale en Chaltura-Imbabura .....	38
Figura 27 Incidencia del BYDV en los materiales en estudio de triticale en Chaltura .....	40
Figura 28 Tipo de reacción de Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis</i> f.) en la variedad y líneas promisorias de triticale en Chaltura-Imbabura.....	41

**TÍTULO:** Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de triticale (*x Triticosecale*) en la Granja Experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura

Andrea Lizbeth Morán

\*Universidad Técnica del Norte

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

## RESUMEN

El triticale (*x Triticosecale*) es un híbrido que resulta de la cruce de trigo (*Triticum Aestivum L.* sp) con centeno (*Secale cereale L.*), ya que posee gran tolerancia a las heladas y sequías, así como también es resistente a enfermedades y puede ser cultivada en suelos no aptos para el trigo, ya que representa las mejores características de sus progenitores. La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica del Norte en el campus “La Pradera”, con colaboración del INIAP del Departamento de Cereales, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico, la resistencia a enfermedades y plagas, así también el rendimiento y calidad de grano en las 4 líneas promisorias y una variedad de triticale. Para esto se realizó con un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones (15 unidades experimentales) evaluando un total de 15 variables. Los resultados que se obtuvieron en la investigación presentan que la línea TCL-10-004 presentó mayor adaptabilidad con un tipo de paja resistente al acama y soporta los vientos, así también fue la línea más precoz con 54 días al espigamiento, por otro lado, las líneas TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-11-006, TCL-10-007 y la variedad TRITICALE-2000 presentaron tolerancia a la roya amarillo presentando el 1% de severidad y al *Barley Yellow Dwarf Virus* presente en escala 3-4 amarillamiento moderado en los materiales sin embargo esto no se observó reducción al macollamiento o enanismo. En la variable rendimiento se puede observar que la línea TCL-11-006 con 8.36 t ha<sup>-1</sup>, en el peso hectolitrico presentó 71.58 kg hl<sup>-1</sup> por lo tanto podemos decir con los resultados que se obtuvieron las líneas y la variedad de triticale podrían ser usadas bajo las condiciones de Chaltura.

**Palabras claves:** Comportamiento agronómico, tolerancia, precoz, peso hectolítrico, rendimiento

**TITLE:** Evaluation of the agronomic behavior of promising lines of triticale (*x Triticosecale*) in the Experimental Farm “La Pradera”, Chaltura-Imbabura

Andrea Lizbeth Morán

\*Universidad Técnica del Norte

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

## **ABSTRACT**

Triticale (*x Triticosecale*) is a hybrid that results from crossing wheat (*Triticum Aestivum L.*) with rye (*Secale cereale L.*), since it has great tolerance to frost and drought, as well as being resistant to diseases and can be cultivated in soils not suitable for wheat, since it represents the best characteristics of its parents. The present research was carried out at the Universidad Técnica del Norte on the “La Pradera” campus, with collaboration from the INIAP of the Cereals Department, with the objective of evaluating the agronomic behavior, resistance to diseases and pests, as well as the yield and quality of grain in the 4 promising lines and a variety of triticale. For this, a completely randomized block design was carried out with three repetitions (15 experimental units) evaluating a total of 15 variables. The results obtained in the research show that the TCL-10-004 line presented greater adaptability with a type of straw that is resistant to lodging and withstands winds, and it was also the earliest line with 54 days to heading. On the other hand, the lines TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-11-006, TCL-10-007 and the variety TRITICALE-2000 showed tolerance to yellow rust presenting 1% severity and to Barley Yellow Dwarf Virus present. On a scale 3-4, moderate yellowing in the materials, however, no reduction to tillering or dwarfing was observed. In the yield variable it can be observed that the TCL-11-006 line with 8.36 t ha<sup>-1</sup>, in the hectoliter weight presented 71.58 kg hl<sup>-1</sup> therefore we can say with the results that the lines and the variety of triticale were obtained could be used under Chaltura conditions.

**Keywords:** Agronomic behavior, tolerance, early, test weight, yield.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El triticale (*x Triticosecale*) es un híbrido que resulta de la cruce de trigo (*Triticum* spp.) con centeno (*Secale cereale* L.), a partir de 1969 se liberan en varios países las primeras variedades comerciales, las cuales poco a poco ha ido ocupando un espacio importante en los sistemas agropecuarios actuales, esta especie tiene un buen valor nutricional en 1968 Tohver et al. (2005), realizaron los análisis de triticale en el laboratorio de calidad de proteínas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), bajo la dirección de Villegas, indicaron contenidos de proteína que variaron de 11.7% a 22.5% del peso total del grano, con un nivel promedio de 17.5%, el triticale tiene tolerancia a las heladas y sequías, así como también es resistente a enfermedades y puede ser cultivada en suelos no aptos para el trigo, ya que representa las mejores características de sus progenitores (CIMMYT, 1996).

Los principales productores de triticale en el mundo en el año 2004 fueron Polonia, Alemania y Francia con 3 349 932, 3 277 000, 1 842 000 toneladas respectivamente, seguidos de otros países como Australia, la República Checa, Suecia, Austria, Dinamarca, entre otros de la región de europea, mientras que en Ecuador se reporta una producción de 4.4 t (Coutiño, 2008).

En cuanto a la producción en el 2020 Polonia se registró como el principal productor de triticale con 6 079 980 t representando el 39.6% de la producción mundial, con una superficie cultivada de 1 388 970 hectáreas en ese año no existe registro de producción en Ecuador (Axayacatl, 2021).

Después de más de 100 años de investigación en esta especie artificial, los avances han sido muy grandes, ya que se han mejorado muchas características agronómicas de la planta, entre ellas (Mellardo et al., 2006), la rusticidad aportada por el centeno, disminución de la altura de planta debido a la introducción de genes de enanismo, mayor rendimiento de grano y mejor llenado del grano aportados por el trigo, aspecto muy importante dado que los primeros triticales, tenían un grano muy arrugado y un surco ventral profundo, lo que se traducía en un pobre rendimiento de grano, bajo peso hectolitro que varía de 58 y 72 kg hl<sup>-1</sup> a diferencia del trigo que es de 80 kg hl<sup>-1</sup> y un nivel de extracción de harina muy inferior al del trigo (INIAP, 1980).

Ya que el triticales posee características que varían según la línea, entre ellas tienen un grano bien desarrollado, bastante similar al del trigo y una planta de buen tipo agronómico considerando su altura, resistencia a la tendadura y amplia adaptación (Chambi, 2005).

En Ecuador no existe el cultivo comercial de triticales, en los 80, con el Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se liberaron las primeras variedades de triticales, INIAP-Promesa 85 y INIAP-Mana 82 la cual no tuvo una buena aceptación por los agricultores, debido a que el grano era liviano (62-69 kg hl<sup>-1</sup>). Por otro lado, la variedad Promesa 85 tenía un prologado ciclo vegetativo (190-220 días) y una baja resistencia a roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp.) (INIAP, 1980).

Sin embargo, las investigaciones han seguido desde entonces, logrando identificar germoplasma con niveles adecuados de resistencia, de esta manera surgió una nueva variedad INIAP-Triticales 2000, la cual tiene mejores características agronómicas, es un genotipo más precoz su ciclo va de 175 a 195 días, tiene un grano lleno, y refleja un mejor puntaje de peso hectolítrico de 63 a 70 kg hl<sup>-1</sup> y un mejor rendimiento de grano promedio de 4.4 t ha<sup>-1</sup> (INIAP, 2000).



## 1.2 Problema de investigación

Actualmente en el mundo el cultivo de triticale, no es tan difundido y aún se desconoce el comportamiento agronómico en algunas zonas, por otra parte, el triticale suele tener una formación anormal del endospermo, la semilla madura del triticale a menudo tiene una cubierta rugosa, un pliegue profundo y carece de brillo por lo cual no es tan aceptada por el agricultor, el grano presenta un bajo peso hectolitro que varía de 58 y 72 kg hl<sup>-1</sup> a diferencia del trigo que es de 80 kg hl<sup>-1</sup> (CIMMYT, 1974).

En el Ecuador no existen variedades mejoradas de triticale, las primeras variedades mejoradas liberadas, datan de los años 80, INIAP

-Mana 1982 e INIAP-Promesa 1986, variedades que a través del tiempo se volvieron susceptibles a las principales enfermedades del cultivo, las royas (*Puccinia striiformis* f. sp., y *Puccinia triticina* E.). La última variedad mejorada de triticale fue INIAP-Triticale 2000, que como su nombre lo indica fue liberada en el año 2000, sin embargo, un año después de su liberación se volvió susceptible a la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp.) y fue retirado del mercado (INIAP, 2000). Por otro lado, el triticale en la actualidad es usado para la alimentación de animales, por el desconocimiento del productor en el uso de los derivados de este producto para la alimentación del ser humano.

### 1.3 Justificación

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, aún se encuentra probando nuevas líneas de triticale, en diferentes zonas del país, con la finalidad de generar variedades promisorias, que sean de mayor aceptación para los agricultores y este grano pueda ser comercializado para el consumo de los seres humanos ya que tiene un gran porcentaje de proteína de 17.5%. Por otro lado, se busca seguir mejorando este cereal ya que las características agronómicas son fuertemente influenciadas por las condiciones climáticas (Varughese et al., 1987).

Anualmente, el Programa de Cereales evalúa alrededor 3000 a 5000 nuevos materiales mejorados de trigo (*Triticum aestivum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), avena (*Avena sativa* L.) y triticale, con el objetivo de escoger el mejor germoplasma que se adapte a las principales zonas de producción, y que tengan rendimientos de  $\geq 3 \text{ t ha}^{-1}$ , resistentes a las principales enfermedades (royas, virus, fusarium, escaldadura, carbón) y con características de calidad (Ponce et al., 2022).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), envía al Programa de Mejoramiento de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) material mejorado con resistencia a enfermedades y de alto rendimiento, es así que al momento se cuenta con 4 líneas promisorias con características deseables (productividad, resistencia y calidad) que proviene de los ensayos 41 ITYN, 42 ITYN, los cuales están siendo evaluando en ensayos de validación con el objetivo de seleccionar una línea élite que será liberada en los próximos años como futura variedad para la Sierra ecuatoriana (Ponce et al., 2022).

## **1.4 Objetivos**

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

Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de Triticale (*x Triticosecale*) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura-Imbabura

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Comparar las características agromorfológicas de cuatro líneas promisorias con respecto a una variedad mejorada de Triticale en la Granja Experimental La Pradera
- Determinar la severidad de enfermedades en los materiales en estudio.
- Analizar el rendimiento y los parámetros de calidad de grano de los materiales en estudio

## **1.5 Hipótesis o preguntas directrices**

### **Hipótesis**

**No.** - Las cuatro líneas promisorias de triticale, no presentan diferencias significativas en el comportamiento agronómico.

**Na.** - Al menos una línea de triticale presenta diferencia significativa en el comportamiento agronómico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades

##### *2.1.1 Descripción del triticale (x Triticosecale)*

Vino (2020) menciona que el triticale es una planta anfiploide anual, resultante de la duplicación de cromosoma híbrido, el triticale es más alto y vigoroso que el trigo, de igual manera las hojas son más gruesas, más grandes y de mayor longitud, la lígula es pronunciada y sedimentada, las aurículas son de tamaño mediano, semiabrazadoras y sin pelos o cilios (Vega y Vega, 1990).

##### **2.1.1.1 Taxonomía**

Según Ticona (2006), de acuerdo a las características de cereal Gleason (1998), menciona que botánicamente el triticale corresponde a:

Reino	Plantae
División	Magnoliophytaz
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Triticeae
Género	Triticosecale

##### *2.1.2 Características botánicas*

Según Chambi (2005), la avena, cebada y triticale, tienen características similares.

- a) **Raíz.** - Presenta una raíz adventicia, fasciculada y fibrosa, y la longitud es mayor a la del trigo, en comparación con el centeno es inferior (Cerdán, 2005).
- b) **Tallo.** - Posee un tallo erecto, con una longitud de 90 a 155 cm, tiene resistencia a tendeduras y huecos, presenta macollos, en menores a el trigo, este se erige de unas raíces fasciculadas al igual que sus progenitores (Ticona, 2009).
- c) **Hojas.** - Presenta hojas gruesas, grandes y con mayor longitud que las del trigo, con un color verde azulado, posee las aurículas semiabrazadoras y sin pelos (cilios), la lígula es semidentada y pronunciada (Valdivia, 2017).
- d) **Inflorescencia.** - Es una espiga semicompacta que puede medir de 10 a 14 cm, es de color amarillo o blanco, con barbas y a la madurez se curva.

## 1.2 Fases fenológicas

Durante el ciclo vegetativo de las plantas se presentan diferentes fases de desarrollo, sufren continuas transformaciones de peso, forma y estructura (Bilotti, 1999).

En el ciclo vegetativo del triticale se distinguen tres estadios como:

- **Período vegetativo.** - Comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado, en este periodo se desarrollan los órganos de asimilación tales como raíces, tallos y hojas.
- **Período de reproducción.** - Inicia desde el encañado hasta el final del espigado, es decir, comprende la fase de la floración, fecundación y maduración de las semillas.
- **Periodo de maduración.** - Este periodo inicia desde el final del espigado hasta el momento de la recolección.

### ➤ **Emergencia**

En esta fase aparecen los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo con una o dos hojas (Prescott et al., 2012).

### ➤ **Macollamiento**

Aparecen los primeros brotes o retoños, en las yemas auxiliares se presentan las hojas, este se transforma en macollos (Valdivia, 2017).

### ➤ **Encañado**

Consiste en la emergencia sobre la superficie, en la parte más alta presentando el primer nudo a 2 o 3 cm del suelo (Flores et al., 1998).

### ➤ **Embuchamiento**

Se presenta la espiga evidente envuelto dentro de la hoja superior formando la llamada hoja bandera (Zamora et al., 2002).

### ➤ **Espigado (panojamiento) o Prefloración**

Es cuando el 50% de las plantas tienen panoja (espiga) completamente libres de la última hoja envolventes y sobre salen la planta (Velasco et al., 2020).

➤ **Floración**

Implica la aparición de la antera más allá de las espigas, las florcillas se abren y las anteras liberan el polen, esto sucede después de que la fertilización ha sucedido dentro (Velasco et al., 2020).

➤ **Grano lechoso**

Cuando los granos son aplastados liberan un líquido de color blanco (Velasco et al., 2020).

➤ **Grano pastoso**

Se presenta cuando el contenido del ovario se solidifica, y el grano puede ser aplastado con los dedos y adquieren cierta maleabilidad (Kuhnem et al., 2020).

➤ **Madurez fisiológica**

Cuando el grano ha perdido el agua y la planta presenta un pedúnculo de color amarillo (Valdivia, 2017).

### **1.3 Requerimiento edafoclimático del cultivo**

Los factores climáticos desempeñan un papel importante dentro del desarrollo del cultivo.

➤ **Temperatura**

La temperatura adecuada varía entre 15-31 °C, aunque también puede soportar bajas temperaturas de -10 °C y la máxima temperatura de 33 °C.

➤ **Precipitación**

Los cereales requieren precipitaciones entre 600- 800 mm al año, pero suele adaptarse a zonas que registran una precipitación entre 300- 400 mm al año.

➤ **Fotoperiodo**

En la época vegetativa y de floración los cereales requieren más de 12 horas de luz por día, si las horas de luz no son las adecuadas la época de floración tiende a tardarse.

➤ **Suelo**

Para obtener una buena cosecha, es necesario que el suelo tenga una capa cultivable de por lo menos 20 cm de profundidad y una textura media a pesada y de buena estructura que permitan un buen drenaje, obteniéndose los mejores rendimientos en suelos livianos-limosos o arenosos.

También es importante la acidez con un pH de 7 a 8,5 y en materia orgánica es de acuerdo a las necesidades del suelo Parsons (2005) citado por (Ticona, 2009)

## **2.4 Manejo del cultivo**

### ***2.4.1 Preparación del suelo***

Se realiza un pase de arado a una profundidad de 30 cm, para que la raíz tenga una mejor penetración en el suelo y dos pasadas de rastra para mejorar el establecimiento del cultivo, esta preparación se la debe realizar con un mes de anticipación (INIAP, 2014).

### ***2.4.2 Siembra***

La siembra se la realiza en épocas de lluvia ya que la humedad nos ayudara a tener un mejor porcentaje de germinación, teniendo en cuenta que la siembra se la puede realizar a choro continuo, en surcos de entre 15-20 cm de distancia, con una densidad de siembra de 180 kg/ha

### ***2.4.3 Fertilización***

La fertilización media recomendada es de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 20 kg ha<sup>-1</sup> de S, que se cubre con 150 kg ha<sup>-1</sup> de 11 kg ha<sup>-1</sup> de N, 52 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20 kg ha<sup>-1</sup> y 50 kg ha<sup>-1</sup> de sulphomag aplicados a la siembra y al macollamiento se complementa con 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea (INIAP, 2009).

### ***2.4.4 Manejo de arvenses***

La aplicación se la realiza en la etapa de macollamiento, con herbicida selectivo, para malezas de hoja ancha, aplicando metsulfurón-metil en dosificación de 10 g ha<sup>-1</sup> (Garófalo et al., 2011).

### ***2.4.5 Cosecha***

Se debe realizar cuando la planta haya alcanzado su madurez comercial, por lo general se lo realiza de manera manual con la ayuda de una hoz, una vez cortada la espiga se procede a formar gavillas. Para la trilla se pone en parvas y se procede a realizar la trilla ya sea de manera manual o mecánica (Kuhnem et al., 2020).

### 2.4.6 Almacenado

Se realiza la limpieza del grano y se procede a secar hasta que el grano presente 13% de humedad para luego ser almacenado en fundas de tela con su respectiva identificación.

## 2.5 Enfermedades

Las enfermedades más frecuentes en el cultivo son:

### 2.5.1 *Roya parda* (*Puccinia triticina* E.)

Se presenta como manchas rojas, dispersas en las hojas basales, en una fase avanzada se libera polvo de color naranja y se multiplican las pústulas, aparición de las mimos en las hojas superiores, presentado un periodo crítico en la fase de espigado a maduración como se muestra en la figura 1 (Prescott et al., 2012).

#### Figura 1

*Afecciones causadas en las hojas de triticale*



Fuente: Prescott et al. (2012)

### 2.5.2 *Roya amarilla* (*Puccinia striiformis* f. sp.)

Se presenta en tres fases, la primera, presenta rayas cloróticas en hojas dirección de los nervios, en la fase de multiplicación, las manchas cloróticas presentan pequeñas pústulas de color amarillo o anaranjado, que liberan polvo que se dispersa por el aire. y en la fase avanzada se observa pústulas negras en el envés de las hojas (teliosoros) como se presenta en la figura 2 (Prescott et al., 2012).

#### Figura 2

*Afecciones causadas por P. striiformis*



Fuente: Prescott et al., (2012)



### 2.5.3 *Septoria de la hoja* (*Septoria tritici*)

En la figura 3 se puede observar la como se presenta manchas cloróticas de forma ovalada, alargada o irregular en las hojas basales, cuando esta enfermedad avanza, se puede observar manchas pardas, irregulares, con halo amarillo, con puntitos negros en líneas paralelas y al final los picnidios liberan esporas que infectan las hojas superiores (Prescott et al., 2012).

#### **Figura 3**

*Afecciones causadas por Septoria tritici*



Fuente: Prescott et al., (2012)

### 2.5.4 *Pie negro* (*Gaemannomyces graminis tritici*)

Los síntomas que se observan con crecimiento desigual, rodales amarillentos poco desarrollados, la espiga blanca en rodales, en la base del tallo se observa un color negro brillante, en el caso de las raíces son cortas, poco desarrolladas y necrosadas figura 4 (Prescott et al., 2012).

#### **Figura 4**

*Afecciones causadas por en las raíces*



Fuente: Prescott et al. (2012)

## 2.6 Líneas promisorias

Se define como una especie vegetal que podría tener un gran potencial agrícola, pero aún no es tan conocida comercialmente a nivel local o global, en el INIAP en la actualidad se cuenta con 4 líneas

promisorias la cuales presentan buenas características agronómicas. En la tabla 1 se muestra los códigos y pedigree de cada línea promisorias de triticale.

**Tabla 1**  
*Pedigree de líneas promisorias de triticale*

<b>Código</b>	<b>Pedigree</b>
TCL-10-001	BW321/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5DISB5/3/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_10MANATI-1 CTSS02B00149T-28Y-1M-1Y-4M-1Y-0M
TCL-10-004	SN64/EER/3/ERIZO_15/FAHAD/_3//POLLMER_2.1/5/PRESTO//2*TESMO_1/MUS X 603/4/ARDI_1/TOPO1419//ERIZO_9/3/SUSI_2 CTSS02B00172T-21Y-1M-1Y-4M-1Y-0M
TCL-10-007	BW321/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5/DISB5/3/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
TCL-11-006	BW32-1/CENT.SARDEV/7/LIRON_2/5/DI 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_41/4/HARE_7265/YOGUI_3/6/BULL_10/ MANATI_1 CTSS02B00149T-28Y-1M-1Y-2M-1Y-0M

Nota: Para el pedigree se toma en cuenta las cruces e historia que tiene cada línea

## 2.7 Variedad mejorada

Se conoce a la variedad que ha pasado por un proceso de selección y que procede de estudios de mejoramiento genético, que buscan tener una variedad que se adapte a las condiciones edafoclimáticas que se requiere, así también que tenga mejores rendimientos y resistencia a plagas

y enfermedades, el INIAP cuenta con una variedad conocida con TRITICALE-2000, la cual cuenta con un pedigree CITM88.135-1RES-11M-Y-0PAP, esta variedad cuenta con excelentes condiciones agronómicas según los estudios realizados, la misma que en un futuro será liberada para la producción y comercialización.

El CIMMYT conjuntamente con el INIAP, a través de los años de conocimiento con el programa de Cereales, han hecho énfasis en la innovación, evaluación e identificación de germoplasma que cuenten con características agronómicas excelentes para poder liberar la variedad que presente dichos requerimientos.

## **2.8 Marco Legal**

La investigación se llevó a cabo en base de los parámetros de las leyes y artículos que rigen en el Ecuador, como lo declara la constitución reafirmada en el 2021, la cual manifiesta en el Art. 281, “La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente”, en cual a su vez resalta que el estado ecuatoriano debe impulsar la producción, pesca, y transformar la agroalimentaria de pequeñas y medianas unidades productivas.

Por otro lado, en el plan de desarrollo del 2021-2025 “Creación de oportunidades”, menciona en el objetivo 3: “Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícolas, industrial acuícola y pesquero, bajo el enfoque de economía circular”, en la que implica mejorar la producción y competitividad en los sectores agropecuarios, de esta manera también se incentiva al acceso a infraestructura, insumos y tecnologías modernas que a su vez impulsan la seguridad y soberanía alimentaria para satisfacer la demanda.

Por otro lado, la Asamblea Nacional del Ecuador en la ley Orgánica del Régimen Alimentario, regula los derechos del buen vivir, en el cual se establece políticas para fortalecer la agrobiodiversidad a través de bancos de semillas, protección de cultivos respetando los conocimientos tradicionales y ancestrales como la asociación de cultivos, la investigación y la conservación de especies.

En la ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable, en el Art. 1 menciona que la ley busca “proteger, revitalizar, multiplicar y dinamizar la agrobiodiversidad en lo relativo a los recursos fitogenéticos para la alimentación y agricultura, de esta manera asegura

la producción y acceso libre y permanente a semillas de calidad y variedad, mediante el fomento e investigación científica y la regulación de modelos de agricultura sustentable”.

# CAPÍTULO III

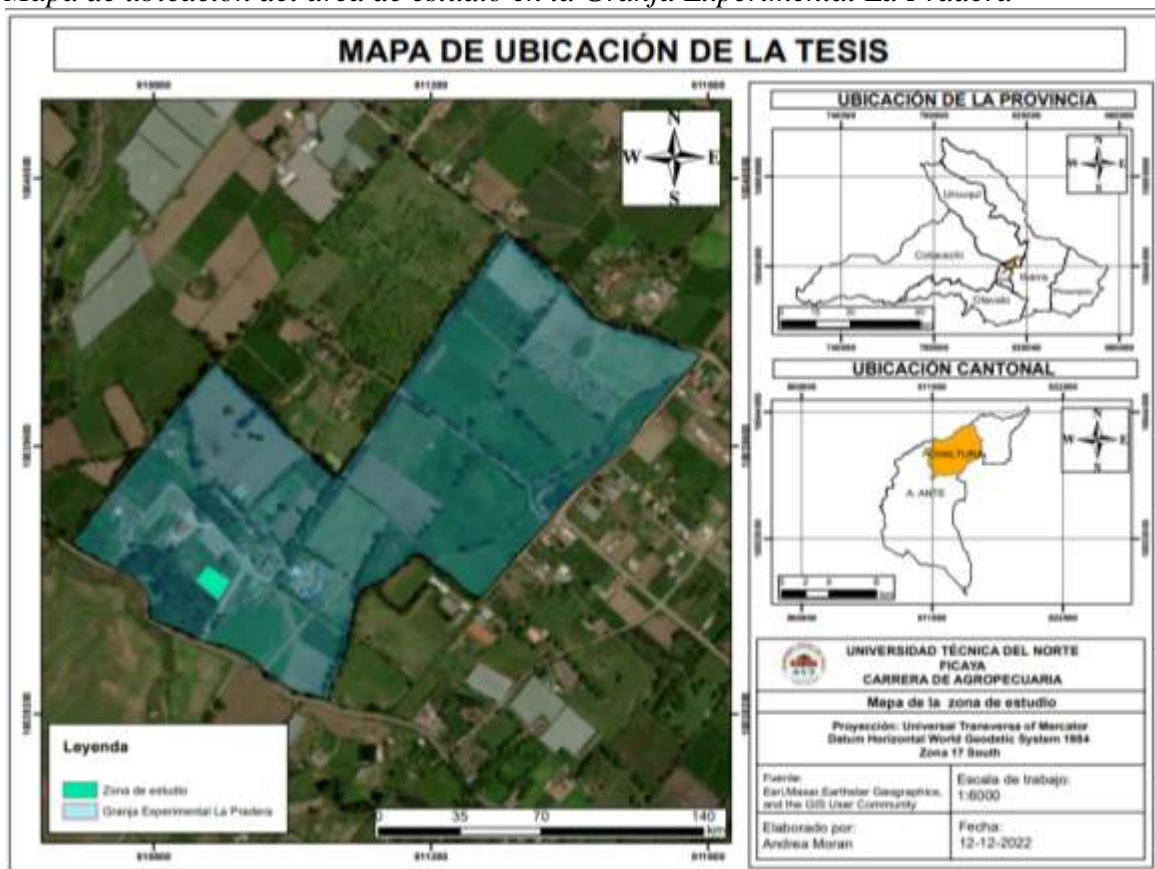
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la parroquia San José de Chaltura en el cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura como se muestra en la figura 5.

**Figura 5**

*Mapa de ubicación del área de estudio en la Granja Experimental La Pradera*



#### 3.1.1. Ubicación geográfica

En la tabla 2 se menciona todos los datos característicos de la zona y su ubicación geográfica, los cuales se describen a continuación.

**Tabla 2***Caracterización del área de estudio en la Granja Experimental La Pradera*

<b>Ubicación del área de estudio</b>	<b>Descripción</b>
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Lugar	Granja Experimental "La Pradera"
Altitud	2 163 m.s.n.m
Latitud	0° 21' 21" Norte
Longitud	78° 12' 26" Oeste

### 3.2 Materiales

En la tabla 3 se describe los instrumentos e insumos que se utilizaron para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación.

**Tabla 3***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	Fludioxonilo (Celest)	Hoz
Fundas de tela		Sulfomag 18-46-0	Cinta métrica
Letreros		metsulfurón-metil	Trilladora mecánica
			Balanza para el peso hectolítrico

### 3.3 Métodos

La presente investigación fue de tipo experimental, en la cual se evaluaron 4 líneas y 1 variedad de triticales, bajo condiciones agroecológicas de Chaltura se aplicó una metodología comparativa para conocer la línea que mayor adaptabilidad tiene en esta zona.

Se recolecto los datos obtenidos del experimento y fueron ingresados en INFOSTAT.

#### 3.3.1 Factor en estudio

Factor 1: Líneas promisorias de triticales

- Triticale 2000
- TCL-10-001

- TCL-10-004
- TCL-10-007
- TCL-11-006

### 3.3.2 *Diseño experimental*

Para el presente experimento se establecerá un diseño en bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones como se presenta en la figura 6.

**Figura 6**

*Esquema del diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones*



### 3.3.2.1. Características del experimento

Para el desarrollo del estudio se muestran a continuación las variables del experimento.

- Factor en estudio: 4 líneas promisorias y 1 variedad de triticale
- Bloques: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total del ensayo: 86.4 m<sup>2</sup>
- Distancia entre bloques: 1 m
- Distancia entre unidad experimental: 0.20 m

### 3.3.2.2 Características de la unidad experimental

En la tabla 4 se describe las peculiaridades de la unidad experimental establecidas para el desarrollo de la investigación.

**Tabla 4**

*Características de la unidad experimental*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Área de la unidad experimental	3.6 m <sup>2</sup>
Largo de parcela	1.2 m
Ancho de la parcela	3 m
Densidad de siembra por U. E	18.05 g m <sup>-2</sup>
Distancia entre surco	0.15 m

### 3.3.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa INFOSTAT versión 2020 presentando un análisis de varianza (ADEVA) como se muestra en la tabla 5, en el cual se realizaron pruebas de hipótesis secuencial como LSD-Fisher 5% y las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y Chi Cuadrado Pearson para los datos obtenidos en los resultados de la investigación.



**Tabla 5**

*Análisis de varianza del experimento de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de triticale en la granja experimental La Pradera, Chaltura, Imbabura.*

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

### 3.4 Variables a evaluarse

Las variables para la siguiente investigación se realizaron en base a las sugerencias del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP (2019).

#### 3.4.1 Emergencia

Se evaluó visualmente, expresándolo como bueno, regular y malo, con sus respectivos porcentajes, como se muestra en la tabla 6, este parámetro se evaluó en la etapa de desarrollo Z 12 o Z 13 según la escala de Zadoks (2 o 3 hojas desarrolladas) (Ponce et al., 2019).

**Tabla 6**

*Escala de evaluación de emergencia*

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

#### 3.4.2 Vigor de la planta

Este parámetro se evaluó visualmente, comparando el desarrollo de las plantas de la parcela, para ello se empleó una escala que se muestra a continuación en la tabla 7 (Ponce et al., 2019). Esta variable se tomó en la etapa de desarrollo Z12 a Z15 (cuatro a cinco hojas).

**Tabla 7***Escala de valoración del vigor de la planta*

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

### ***3.4.3 Hábito de crecimiento***

Para esta variable se evaluó 15 plantas seleccionadas al azar en la parcela neta cuando el cultivo estaba en las etapas Z 20 - Z 29 en macollamiento, para ello se tomará en cuenta la siguiente escala que se muestra en la tabla 8.

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

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

### ***3.4.4 Días al espigamiento***

Se evaluó de manera visual, tomando en cuenta el número de días desde la siembra hasta que el 50% de espigas de la parcela este emergida (figura 7). Se realizó lecturas continuas debido a que los materiales espigaron en diferentes días, según la escala de Zadoks es la Z 55, mitad de la inflorescencia emergida (Ponce et al., 2019).

### **Figura 7**

*Momento ideal para la toma de días a la floración*



#### **3.4.5 Altura de planta**

Se tomaron 15 plantas al azar y se realizara la medición desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga en centímetros, empleando una cinta métrica (figura 8), la evaluación se la realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial, a la cosecha, según la escala de Zadoks es la Z 91 cariopse duro (Ponce et al., 2019).

### **Figura 8**

*Toma de la altura de la planta en campo*



### 3.4.6 Tipo de paja

Se evaluó de acuerdo al criterio y de las condiciones existentes durante el desarrollo del cultivo, en la etapa Z 91 cariopse duro. Para la evaluación se tomó en cuenta la siguiente escala (tabla 9) (Ponce et al., 2019).

**Tabla 9**

*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.

### 3.4.7 Número de granos por espiga

Se tomó al azar 15 espigas y se realizó el conteo de granos manualmente y se estimó un promedio, esto se realizó cuando el cultivo ha alcanzado la madurez, es decir que esta de cosecha, según la escala de Zadoks es la Z 92 cariósida duro (figura 9) (Ponce et al., 2019).

**Figura 9**

*Conteo manual de granos por espiga*



### 3.4.8 Reacción a enfermedades

Se evaluó la severidad de las enfermedades en las plantas con la ayuda de la escala modificada de Cobb, para cuantificar la presencia y el daño causado por las royas (Ponce et al., 2019).

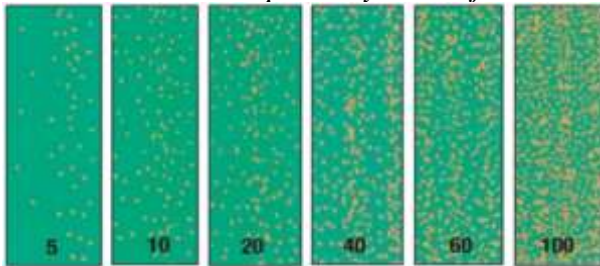
La evaluación de enfermedades se la realizó en dos estados de desarrollo fenológico, la primera en la Z37 y Z39, y la segunda en la Z55 y Z59.

#### 3.4.8.1 Royas.

Para cuantificar la presencia y daño causado por las royas en porcentaje de tejido dañado de la planta, empleamos la escala modificada de Cobb como se muestra en la figura 10 la escala para el porcentaje de roya en hojas, roya en tallo (figura 11) y figura 12, roya amarilla.

**Figura 10**

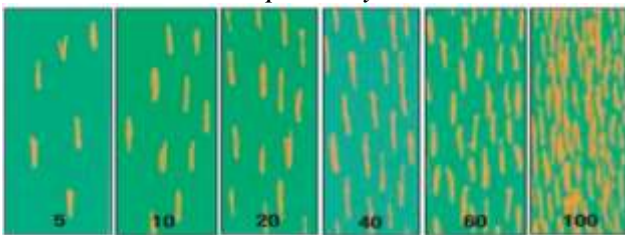
*Escala de severidad para roya en hoja*



Fuente: CIMMYT (2007)

**Figura 11**

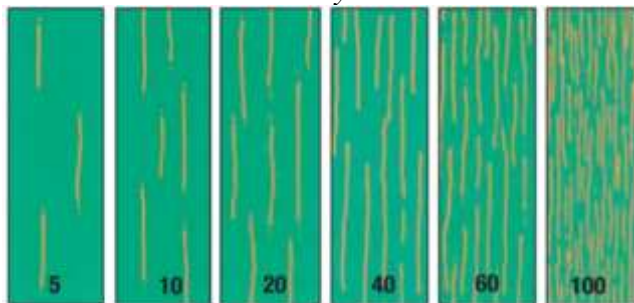
*Escala de severidad para roya en tallo*



Fuente: CIMMYT (2007)

### Figura 12

Escala de severidad en roya amarillo o lineal



Fuente: CIMMYT (2007)

Para determinar el tipo de reacción a royas se usa la siguiente escala (tabla10).

### Tabla 10

Escala para determinar el tipo de reacción en royas

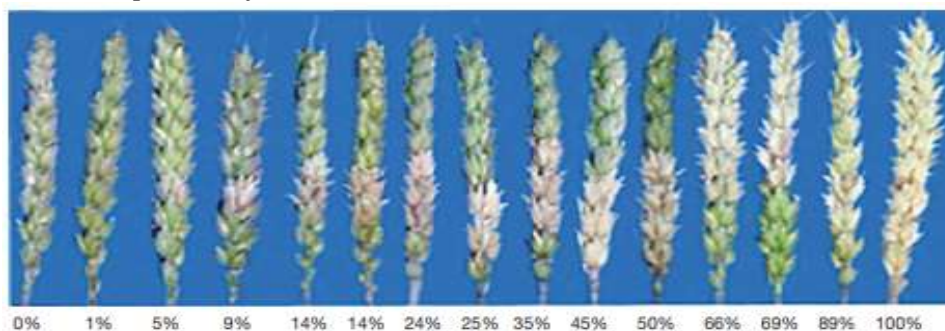
Reacción	Descripción
0	Ningún síntoma visible en la planta
R	Clorosis o necrosis visibles sin presencia de uredias.
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas o necróticas.
M	Uredias de variados tamaños, algunos con clorosis, necrosis o los dos
MS	Uredias de tamaño medio posiblemente rodeados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

#### 3.4.8.2 Fusarium (*Fusarium* spp.)

Para determinar el daño causado se expresó en porcentaje como se presenta a continuación en la figura 13 (Ponce et al., 2019).

### Figura 13

Escala de porcentaje de daño



Fuente: Schaller y Ma cullen, (1995).

### 3.4.9 Virus del enanismo

Se realizó de forma visual y se utilizó la escala descrita por Schaller y Qualset (1980) en la tabla 11, para determinar el grado de daño causado por el BYDV.

**Tabla 11**

*Escala para determinar el grado de daño*

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

### 3.4.10 Rendimiento de grano

Antes de realizar esta medida, se procedió a limpiar el grano, limpio como se muestra en la figura 14 a y realizó el secado hasta tener el 13% de humedad, y se la representó g/parcela (Ponce et al., 2019). Para ello debemos pesar la totalidad de la producción de cada unidad experimental como se visualiza en la figura 14 b, los cuales fueron transformados a  $\text{kg ha}^{-1}$  y  $\text{t ha}^{-1}$  de esta manera se puede tener un estimado del rendimiento por hectárea.

### **Figura 14**

*Limpieza del grano(a) y toma del rendimiento de la parcela (b)*



**Nota:** Para la limpieza del grano se usa un limpiador de grano estacionario.

#### ***3.4.11 Peso de mil granos***

Con la ayuda de un contador electrónico de semillas, se realizó el conteo de 1000 semillas para cada muestra y se realizó la toma de peso en una balanza electrónica en gramos (figura 15).

### **Figura 15**

*Toma de peso de mil granos*



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

Para la variable se realizó con la calificación de acuerdo a la forma, tamaño, color, uniformidad o daño (tabla 12), se realizó la evaluación cuando el grano estuvo completamente seco, con la escala propuesta el INIAP.



**Tabla 12**

*Escala de evaluación de tipo de grano del triticale*

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

### **3.4.12 Peso hectolítrico**

Para la toma de la variable se utilizó una balanza de peso específico, del programa de cereales de la Estación Experimental INIAP-Santa Catalina, en el cual se colocó el grano en la tolva cónica que permitió llenar un contenedor cilíndrico de 1 litro, con una regla se procedió a nivelar el borde superior de los granos y se procedió a pesar (figura 16), obteniendo el peso específico en  $\text{kg hl}^{-1}$

**Figura 16**

*Toma del peso específico  $\text{kg hl}^{-1}$*



## **3.5 Manejo del experimento**

### **3.5.1 Selección del lote**

Se seleccionó el área para la siembra del cultivo, el cual no ha sido sembrado antes ningún cereal, el lote seleccionado no tenía una pendiente mayor al 5%.

### 3.5.2 Desinfección de semilla

La semilla proviene del INIAP del departamento de cereales, en el cual realizaron la desinfección de la semilla con Fludioxonilo (Celest) con una dosificación de  $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$  de semilla, una vez desinfectada se procede a secarla, esta desinfección se realiza con la finalidad de reducir la dispersión de enfermedades como *carbones*, *septoria* y algunas especies de *Fusarium* sp., que son transmitidas por la semilla.

### 3.5.3 Preparación del suelo

Para la preparación se realizó una pasada de arado y dos de rastra para favorecer la germinación y facilitar el establecimiento del cultivo, esta preparación se la realizó con 2 meses de anticipación. Para la siembra se realizó una escuadra en el suelo con el fin de delimitar las parcelas de manera correcta (figura 17).

#### Figura 17

*Escuadra y delimitación de las parcelas*



### 3.5.4 Siembra

Con la ayuda de una sembradora experimental con calibración de siembra para  $150 \text{ kg h}^{-1}$  de semilla.

## Figura 18

### *Siembra con la maquina experimental*



Nota: El tapado de la semilla se lo realizó de forma manual

### **3.5.5 Fertilización**

Para la fertilización se utilizó 80 kg de Nitrógeno, 60kg de fósforo ( $P_2O_5$ ), 50 kg de Potasio ( $K_2O$ ) y 20 kg de Azufre (S), 1 kg de Magnesio (MgO), 1 kg de Boro (B) y 4 kg de Calcio (Ca).

La primera aplicación se la realizó al momento de la siembra se aplicó 15-30-15+EM (elementos menores), aportando de esta manera el 20% de nitrógeno y 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. La segunda aplicación se la realizó en la etapa de macollamiento el 80% restante del nitrógeno (54g por parcela).

## Figura 19

### *Aplicación de nitrógeno en las parcelas*



Nota: Se aplicó 54g por cada unidad experimental de  $3.6m^2$

### **3.5.6 Control de malezas**

Se realizó una aplicación de herbicida específico para malezas de hoja ancha, metsulfurón-metil en la etapa del macollamiento en la etapa de Zadoks (Z 20), en dosis recomendada.

### ***3.5.7 Controles fitosanitarios***

No se aplicará agroquímicos de control de enfermedades, ya que en el ensayo se evaluará la incidencia y severidad.

### ***3.5.8 Cosecha***

Una vez que el cultivo ha llegado a su madurez, se realizó la cosecha de forma manual con la ayuda de una hoz (figura 20).

#### **Figura 20**

*Cosecha manual*



### ***3.5.9 Trilla***

Esto se realizó de forma mecánica con una trilladora para experimentos y luego almacena el grano trillado en fundas de tela con su respectiva etiqueta de especificación del ensayo (figura 21).

#### **Figura 21**

*Trilla de grano*



### ***3.5.10 Beneficio de la semilla***

Una vez que se realizó la cosecha y la trilla, se procedió al secado de la semilla hasta obtener el 13% de humedad en el grano. También se realizó, una limpieza del grano y finalmente se colocó en fundas de tela para el almacenamiento.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de 4 líneas promisorias y una variedad mejorada de triticale (x *Triticosecale*) bajo las condiciones agroclimáticas de Chaltura, en donde se evaluaron variables agronómicas y morfológicas en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

#### 4.1 Variables cualitativas

En la Tabla 13 se puede visualizar los respectivos valores de p-Valor de tres variables cualitativas relacionadas con el vigor, hábito de crecimiento, variables que no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto a los materiales evaluados, en cuanto a la variable tipo de paja, no se realizó análisis estadístico ya que presentaron resultados homogéneos en las líneas.

**Tabla 13**

*Caracteres cualitativos sin relación significativa, evaluadas en el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de triticale en la granja experimental “La Pradera”, Chaltura-Imbabura*

Variable	Chi <sup>2</sup>	Coef. de Cra mmer	Coef. de Pearson	p-Valor
Vigor de la planta	15.05	0.58	0.71	0.0582
Hábito de crecimiento	9.00	0.55	0.61	0.0611
Tipo de paja	-	-	-	-

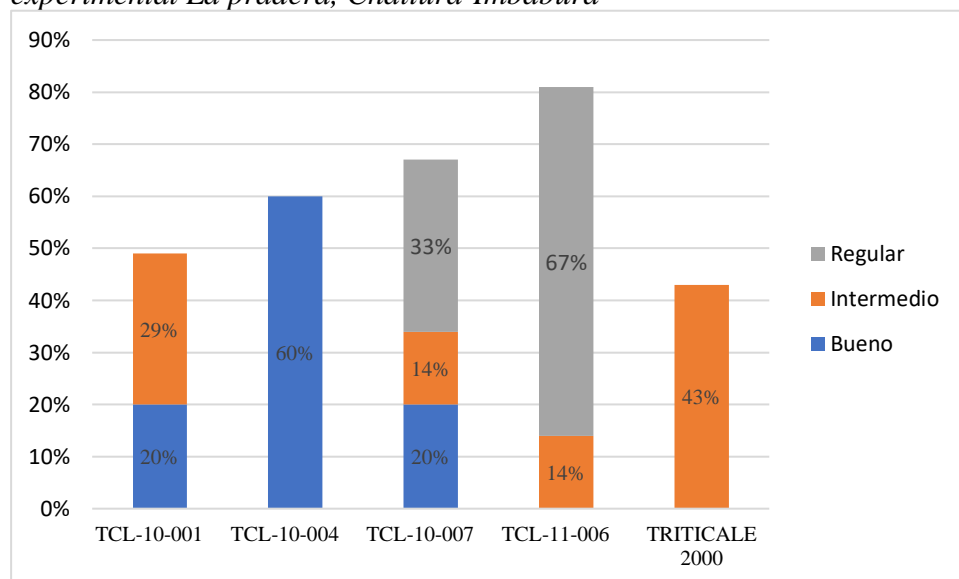
##### 4.1.1 Vigor de la planta

Los análisis de la tabla de contingencia de los datos cualitativos indican que no existe relación (gl=8;  $\chi^2=0.0582$ ) entre las líneas evaluadas y el vigor de la planta.

En la figura 22 en las líneas en estudio se observó que TCL-10-004 se presenta en la escala 1 (plantas bien desarrolladas con hojas grandes) el 60% de las muestras en estudio. En la escala 2 (intermedia) con un 43% de las muestras en estudio de la variedad TRITICALE-2000 y 67% de las muestras de la línea TCL-11-006 se presentaron en escala 3 (plantas y hojas medianamente desarrolladas).

## Figura 22

Vigor de las cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada del triticale en la granja experimental La pradera, Chaltura-Imbabura



Melendrez (2022), realizó un estudio en las mismas líneas y variedad de triticale, bajo condiciones agroecológicas de la provincia de Bolívar a una altitud 2 652 m.s.n.m, en la cual tuvo como resultado que la línea TCL-10-004 presentó un vigor bueno lo cual concuerda con los datos presentados en esta investigación, sin embargo en cuanto a la línea TCL-11-006 se pudo observar que el vigor está en escala 2 (plantas y hojas con un desarrollo medio) y en la presente investigación se presenta en escala 3, esto varía debido a que las condiciones ambientales antes de la toma de la variable fueron adversas en el campus de Chaltura. Wang et al. (2010), destaca que el triticale tiene vigor bueno, al igual que el crecimiento vegetativo, biomasa y tolerancia a condiciones adversas como escasez de agua y malas condiciones del suelo.

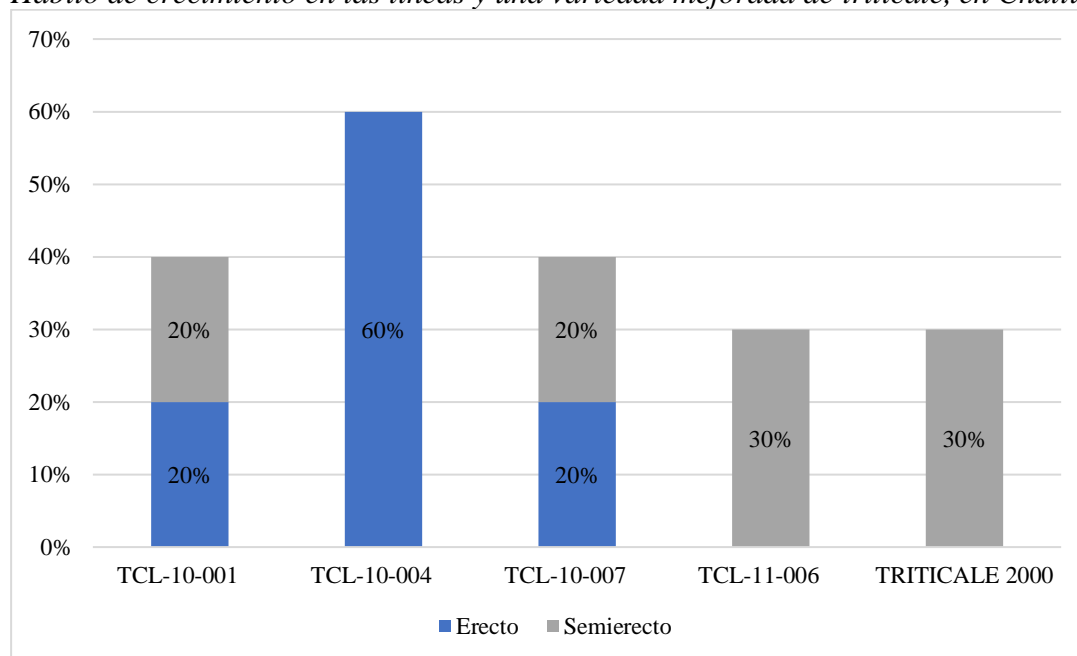
### 4.1.2 Hábito de crecimiento

Los datos de la tabla de contingencia indican que no existe relación ( $g=4$ ;  $\chi^2=0.0611$ ) entre la variable y las líneas evaluadas.

Los resultados obtenidos para la variable hábito de crecimiento la línea TCL-10-004 presentó el 60% de sus materiales en escala 1 (hojas dispuestas verticalmente hacia arriba) en cuanto a la escala 2 (hojas dispuestas diagonalmente ( $45^\circ$ )). TRITICALE-2000 y TCL-11-006 presentaron el 30% de sus materiales en la escala antes mencionada (figura 23).

**Figura 23**

*Hábito de crecimiento en las líneas y una variedad mejorada de triticale, en Chaltura-Imbabura*



Lozada (2022), en su investigación menciona que el 1.8% de sus líneas evaluadas presentaron un crecimiento erecto, la línea TCL-10-004 al igual que la presente investigación presentó un hábito erecto. Por otro lado, Melendrez (2022), en su investigación tuvo un resultado del 100% de sus líneas con crecimiento erecto.

Con el resultado antes expuesto podemos decir que el triticale presenta un crecimiento erecto y semierecto en los pisos altitudinales de los cantones Latacunga, Guaranda y Antonio Ante a 2 750, 2 652 y 2 163 m.s.n.m, respectivamente. Ponce et al. (2019), mencionan que los factores que influyen en esta variable son la temperatura, precipitación, fotoperiodo y nutrientes de suelo, por otro lado, las características de la planta también están ligados con la genética del germoplasma.

#### **4.1.3 Tipo de paja**

Para la presente variable tipo de paja no se realizó análisis estadístico ya el 100% de los materiales estudiados presentaron un resultado homogéneo en escala 1, es decir son materiales que presentan tallos fuertes, gruesos, erectos y flexibles resistentes a acames y soportan el viento, Parámetros que menciona Ponce et al. (2019), que están ligado con la altura de la planta y tamaño de espiga, de igual manera, la evaluación realizada en el cantón Guaranda por Melendrez (2022), menciona que el 100% de las accesiones de triticale se presentaron un tallo fuerte representado en escala 1.



En la investigación de Lozada (2022), se evidenció que el 1.6% de los materiales en estudio presentaron un tipo de paja en escala 1, presentándose la línea promisorio TCL-10-001 y la variedad Triticale-2000 y las líneas TCL-10-004, TCL-10-007 y TCL-11-006 presentaron tallos no muy gruesos erectos que soportan los vientos y acames parcialmente.

Como se observó en los estudios antes mencionados realizado en Guaranda y Chaltura se puede ver que no hubo ninguna variación en cuanto a los resultados, ya que las zonas andinas presentan condiciones climáticas favorables para el desarrollo del triticales y a su vez porque esta característica está ligado al material genético evaluado.

## 4.2 Variables cuantitativas

En la tabla 14 se presentan los valores estadísticos respectivos en cuanto a la evaluación de las variables cuantitativas.

**Tabla 14**

*Caracteres cuantitativos de la evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas y una variedad mejorada de triticales*

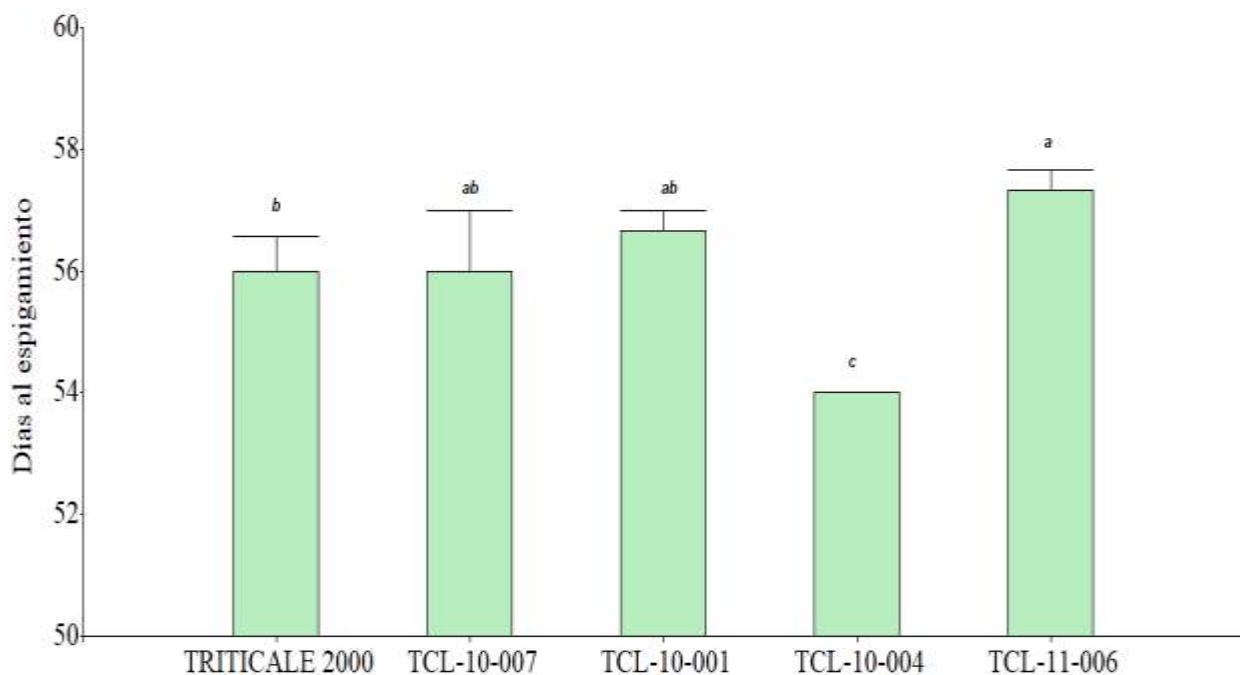
<b>Variables</b>	<b>Medias</b>	<b>p-Valor</b>
Días al espigamiento	56.00	0.0257
Altura de planta (cm)	115.75	<0.0001
Tamaño de espiga (cm)	9.18	0.0413
Número de granos	70.88	0.1973

### 4.2.1 Días al espigamiento

Los resultados del análisis de varianza nos indica que si existe diferencia significativa para la variable días al espigamiento ( $F= 5$ ;  $p=0.0257$ ), como se presenta en la figura 24 se observó que la línea TCL-10-004, TCL-10-001, TCL-10-007 y TRITICALE 2000 poseen similitud estadística, no obstante, numéricamente diferentes con 54, 56.67 y 56 días, respectivamente. Por otro lado, la línea que presentó una diferencia de 3 días con respecto a la línea TCL-10-004 fue TCL-11-006 por lo tanto, la línea antes mencionada, bajo las condiciones ambientales de Chaltura fue la más tardía.

## Figura 24

*Días al espigamiento en la variedad mejorada y líneas promisorias en la granja experimental La Pradera*



En el estudio de Lozada (2022) presentó resultados similares a la presente investigación con 54 días espigamiento en la línea TCL-10-004 y las otras líneas en estudio presentaron espigamiento a los 56 días bajo las condiciones del cantón Latacunga.

Con los resultados obtenidos podemos ver que las variedades en estudio son más precoces a las primeras variedades que fueron liberadas en los 80, lo cual es favorable para reducir el ciclo del cultivo.

Paccapelo et al. (2017), realizó una investigación en líneas de triticale, en la cual menciona que las precipitaciones son un factor que tiene gran influencia para el desarrollo de las espigas, mayormente en la etapa Z55 (mitad de la inflorescencia emergida), según la escala de Zadocks et al. (1974), así también Ponce et al. (2019), mencionan que las condiciones climáticas, pisos altitudinales, nubosidad, humedad y fotoperiodo afectan significativamente esta variable.

### **4.2.2 Altura de la planta**

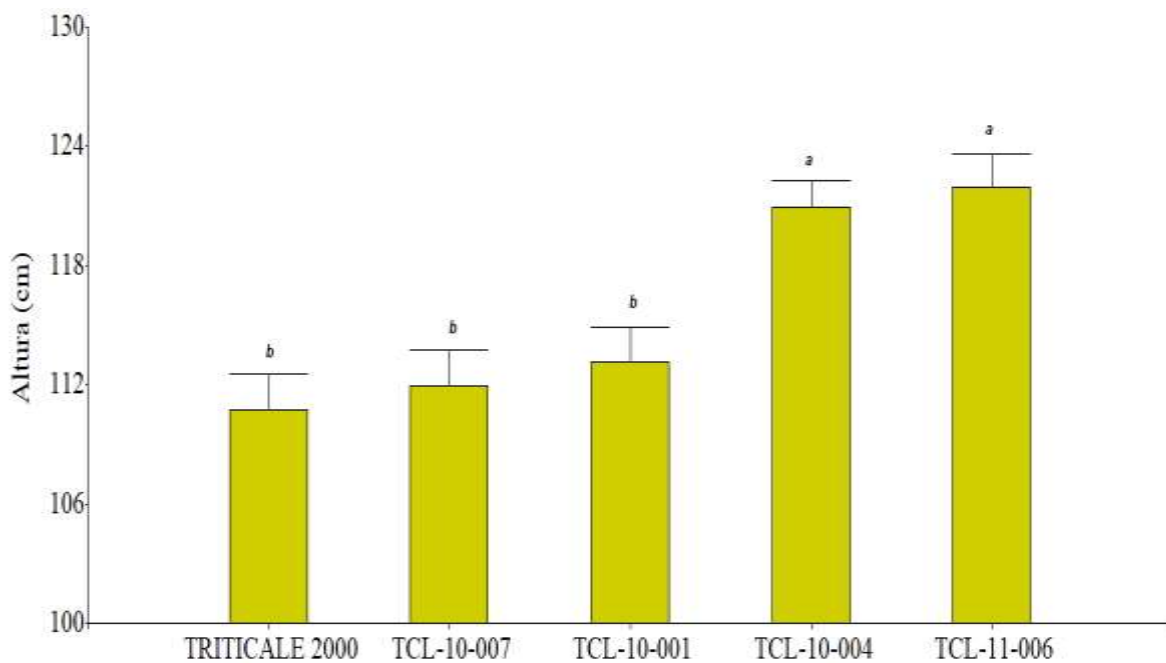
Los resultados del análisis de varianza nos indica que para la variable altura de la planta si existe diferencia significativa ( $F=10.26$ ;  $p=0.0001$ ). Como se evidencia en la figura 25, las líneas TCL-

11-006 y TCL-10-004 presentaron similitud estadística con 121.97 y 120.93 cm, respectivamente. Este mismo caso podemos observar en las líneas TCL-10-001, TCL-10-007 y la variedad TRITICALE-2000 presentaron una altura de 113.13, 111.97 y 110.77, respectivamente.

Según Jobert et al. (2020), la altura de planta adulta varía entre los 105 y 110 cm. Un promedio de 107 cm, es considerado como un triticale semienano. En la presente investigación se puede observar que se cuenta con plantas medianas las cuales son las líneas TCL-10-001, TCL-10-007 y la variedad TRITICALE-2000. Esto a su vez se observó que es influenciado por los pisos altitudinales, precipitaciones entre otros. Así también INIAP (2014), menciona que la altura ideal es de 90 a 120 son rangos ideales para los cuales se tiene dichos rangos en la presente investigación. Sin embargo, las dos líneas con mayor altura (TCL-11-006 y TCL-10-004) no presentan tanta diferencia estadística, pero si numérica del rango ideal establecido por el INIAP.

### Figura 25

*Altura de la planta en las accesiones en estudio en Chaltura-Imbabura*



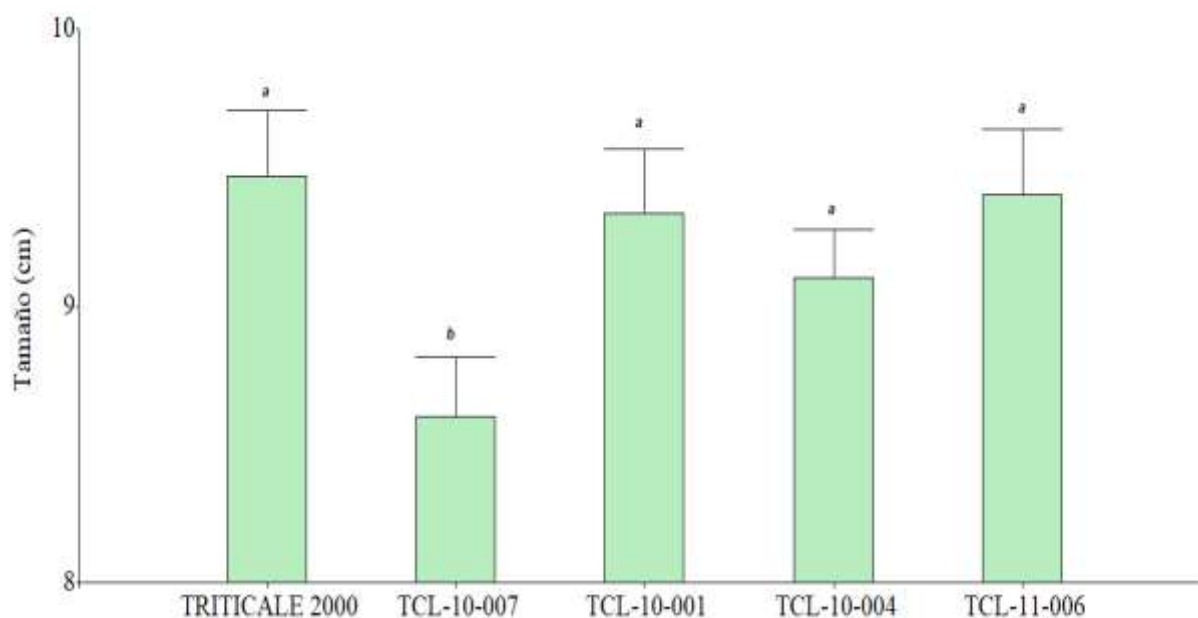
Melendrez (2022), en su investigación obtuvo una altura de 140.43 cm en la línea TCL-10-004. Sin embargo, se puede visualizar que la altura de la línea supera los rangos ideales establecidos por el INIAP. Esto podría deberse a diferentes factores como disponibilidad de nutrientes, precipitaciones, fotoperiodo y factores genéticos.

### 4.2.3 Tamaño de espiga

Los resultados del análisis de varianza nos indican que para la variable tamaño de espiga si existe diferencia significativa ( $F=2.56$ ;  $p=0.0413$ ). En la figura 26 se muestra la variable tamaño de espiga en los diferentes materiales. En los resultados expuestos se evidenció que la variedad TRITICALE-2000 presenta un tamaño de 9.47 cm y las líneas TCL-11-006, TCL-10-001 y TCL-10-004 presentaron similitud ya que obtuvieron las siguientes medidas 9.40, 9.33 y 9.1 cm, respectivamente. Por otro lado, la que menor tamaño presentó es la línea TCL-10-007 con 8.6 cm.

**Figura 26**

*Tamaño de espiga en la variedad mejorada y líneas promisorias de triticale en Chaltura-Imbabura*



Lozada (2022), menciona que la variedad TRITICALE-2000 presenta una mayor longitud con 11.60 cm y la que menor longitud presenta es TCL-10-007 con 10.21 cm. Sin embargo, son longitudes con una diferencia de 2 cm en comparación con los materiales estudiados en Chaltura, la diferencia dada en las investigaciones se le puede atribuir a las condiciones ambientales de las zonas y a la disponibilidad de nutrientes del suelo.

### 4.2.4 Número de granos por espiga

Los resultados del análisis de varianza indican que para la variable número de granos por espiga no existe diferencia significativa ( $F=1.53$ ;  $p=0.1973$ ).

**Tabla 15**

*Número de granos por espiga en los materiales en estudio de triticale, en la granja experimental La Pradera.*

<b>Código</b>	<b>Media±E.E.</b>	
TCL-10-001	73.43	1.40
TCL-10-004	68.70	0.97
TCL-10-007	71.13	1.13
TCL-11-006	70.57	1.67
TRITICALE-2000	70.57	1.66

En la tabla 15 se presentó que los materiales tienen similitud en cuanto al número de granos presentado en los siguientes rangos (68.70 – 73.43 granos) presentados en la línea TCL-10-004 y TCL-10-001, respectivamente.

Según el INIAP (2000), menciona que para la variedad TRITICALE-2000 el número de granos por espiga es de (63 a 90 granos) por lo cual los resultados obtenidos están dentro del rango ya que la variedad presentó 70.57 granos por espiga.

Lozada (2022) menciona que las enfermedades *Puccinia striiformis* f. sp. tritici y *Fusarium* spp., serían causantes de la reducción de número de granos por espiga en su investigación ya que las líneas presentaron de 58 a 64 granos/espiga, y en la variedad TRITICALE-2000 se obtuvo 59 granos/espiga, lo cual no estaría dentro de los rangos del INIAP. Sin embargo, a diferencia de la investigación de Lozada, la presente investigación no presentó *Fusarium* spp., bajo las condiciones de Chaltura.

Según Ponce et al. (2019), dentro de los factores que influyen en este parámetro son disponibilidad de nutrientes, pisos altitudinales, condiciones climáticas entre otros, así también plantean que un estrés hídrico, influye en la correcta formación de polen por lo cual disminuye el número de granos por espiga.

## **2.3 Enfermedades**

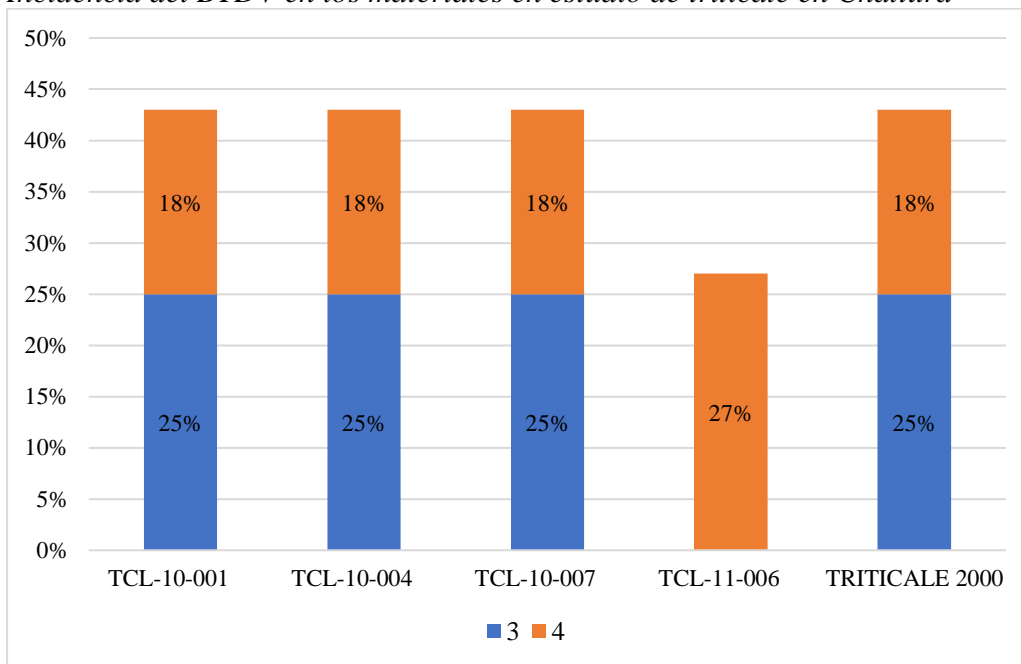
### ***2.3.1 Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)***

Los datos de la tabla de contingencia indican que no existe relación ( $g=4$ ;  $\chi^2=0.8505$ ) entre la variable y las líneas evaluadas.

Los resultados obtenidos para la variable BYDV muestran que los materiales (TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-10-007 y TRITICALE-2000) presentan amarillamiento en cantidades moderadas o bajas, no hay señal de reducción de macollamiento o enanismo (3), con el 25% de las muestras en las diferentes líneas y variedad, en cuanto a la línea TCL-11-006 con 27% de las muestras, presentaron amarillamiento moderado o algo extenso, no hay enanismo (4) como se muestra en la figura 27.

**Figura 27**

*Incidencia del BYDV en los materiales en estudio de triticale en Chaltura*



Lozada (2022), en su estudio presentó que la línea promisoría TCL-10-004 estuvo en escala 2 que presenta amarillamiento en las hojas con restricción, y la mayor presencia se observó en la línea TCL-10-007 con presencia de 4 que presenta amarillamiento moderado o algo extenso si presencia de enanismo.

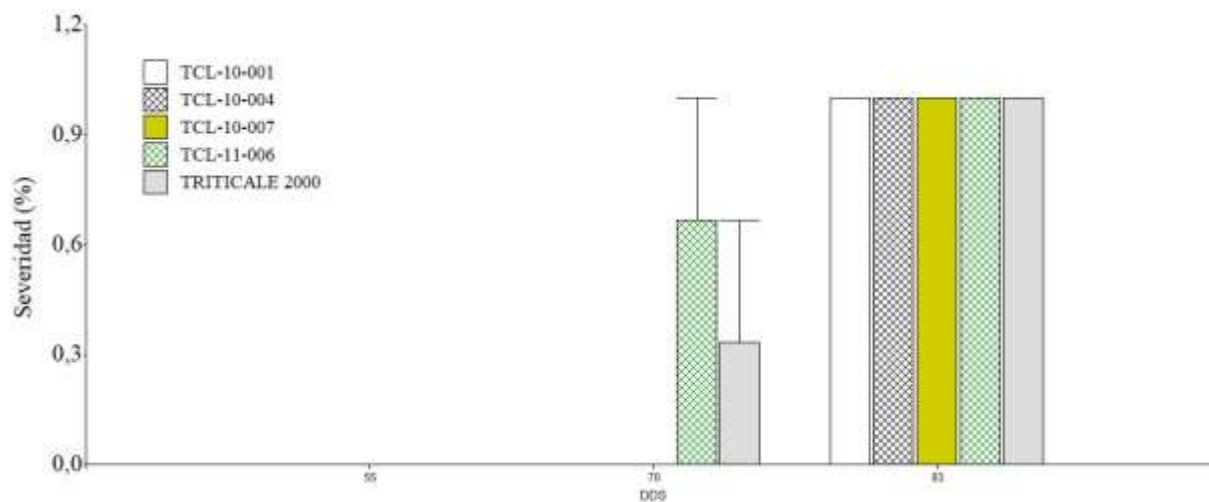
En los dos estudios realizados se evidencia que las líneas promisorias y la variedad no presentan enanismo, pero si amarillamiento en las hojas en escalas diferentes de daño por virosis (BYDV). Por otro lado, debido a las bajas precipitaciones y temperaturas relativamente frescas (15-20 °C) observadas en la etapa Z14-Z15 (cuatro a cinco hojas desarrolladas) la presencia del vector (pulgones), favorecieron la presencia de la enfermedad.

### 2.3.2 *Roya amarilla* (*Puccinia striiformis* f. sp.)

En la variable severidad de roya se pudo observar que si existe relación ( $F=10.26$ ;  $p=0.0004$ ) entre la variable y los días de toma de datos como se muestra en la figura 28.

**Figura 28**

*Tipo de reacción de Roya amarilla (Puccinia striiformis) en la variedad y líneas promisorias de triticale en Chaltura-Imbabura*



En el día 55 se realizó la primera toma de datos no hubo presencia de roya amarilla en los ensayos. Al realizar la segunda toma de datos (70) se pudo observar la presencia de roya en la línea TCL-11-006 con el 67% de presencia en las unidades experimentales, seguido de la variedad TRITICALE-2000 con 33% de presencia. Para la evaluación se utilizó una escala de grado de daño de la enfermedad para lo cual pese que hubo presencia de roya esta estuvo en escala 1 (trazas amarillentas en varias hojas, pero la apariencia de las hojas era vigorosa). A los 83 días se observó el 100% del ensayo tubo presencia de roya en escala 1, en la presente investigación se evidencia que las líneas y la variedad son resistentes a la roya bajo las condiciones de Chaltura. Por otro lado, también es importante mencionar que las líneas y variedad de Triticale estuvieron expuesta a la roya amarilla ya que aledaño al ensayo se encontraban líneas de trigo y cebada desnuda a tan solo un metro.

En la investigación de Lozada (2022), se observó que la línea TCL-10-004 no presentó la enfermedad en las evaluaciones realizadas, sin embargo, las líneas y la variedad restantes tuvieron la presencia de trazas (1).

Esto se debe a que los genes presentes en las líneas y la variedad presentan tolerancia a la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp.), así también la presencia de dicha enfermedad puede verse influenciado por temperaturas de 10-15 °C y también si se tiene afluencia de agua durante más de 6 horas.

#### 4.4 Variables Pos-cosecha

##### 4.4.1 Rendimiento por hectárea

Los resultados del análisis de varianza nos indica que para la variable rendimiento no existe diferencia significativa ( $F=1.06$ ;  $p=0.4357$ ).

**Tabla 16**

*Rendimiento t ha<sup>-1</sup> de triticale en la granja experimental La Pradera.*

<b>Código</b>	<b>Media±E.E.</b>	
TCL-10-001	7.01	0.48
TCL-10-004	6.94	0.47
TCL-10-007	7.89	0.64
TCL-11-006	8.36	0.83
TRITICALE 2000	7.99	0.65

En la variable rendimiento se evidenció que posee similitud entre las líneas y la variedad con los siguientes rendimientos, la línea TCL-11-006 con 8.36 t ha<sup>-1</sup>, seguida de la variedad TRITICALE 2000, TCL-10-007 y TCL-10-001 con los siguientes rendimientos 7.99, 7.89, 7.01 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La línea TCL-10-004 con 6.94 t ha<sup>-1</sup>, todas las líneas y la variedad presentaron rendimientos mayores a 3 t ha<sup>-1</sup> bajo las condiciones de la zona en estudio Chaltura.

Melendrez (2022), menciona que la línea con mayor rendimiento fue TCL-11- 006 con 8.13 t ha<sup>-1</sup> y la línea con menor rendimiento es TCL-10-007 con 6.99 t ha<sup>-1</sup>. En la investigación realizada en Chaltura se puede apreciar que al igual que Melendrez (2022), presentaron la misma línea con mayor rendimiento con una diferencia numéricamente significativa entre las dos investigaciones de 0.23 t ha<sup>-1</sup>, así también esto se puede ver influenciado por los factores abióticos (clima, suelo,



nutrientes, granizadas) y bióticos (plagas y enfermedades) según lo que menciona (Ponce et al., 2019).

#### **4.4.2 Peso específico**

Los resultados del análisis de varianza nos indica que para la variable peso específico no existe diferencia significativa ( $F=1.93$ ;  $p=0.1990$ ).

**Tabla 17**

*Peso específico  $kg\ hl^{-1}$  en los materiales en estudio de triticales en Chaltura-Imbabura.*

<b>Código</b>	<b>Media<math>\pm</math>E.E.</b>	
TCL-10-001	70.93	0.32
TCL-10-004	72.19	0.84
TCL-10-007	71.02	0.41
TCL-11-006	71.58	0.34
TRITICALE 2000	70.51	0.46

La línea TCL-10-004 presentó un peso de  $72.19\ kg\ hl^{-1}$ , seguido de las líneas TCL-11-006 y TCL-10-007 con los siguientes pesos  $71.58$ ,  $71.02$ , respectivamente. En el caso de la línea TCL-10-001 presentó un peso de  $70.93\ kg\ hl^{-1}$  y la variedad TRITICALE 2000 presentó  $70.93\ kg\ hl^{-1}$  por lo cual se pudo observar que presentan similitud en cuanto al peso específico. A diferencia de los resultados obtenido por Ponce et al. (2022), se evidenció que el mayor peso era  $71\ kg\ hl^{-1}$  presentado en la línea TCL-10-004 y así también el peso más bajo es  $68.4\ kg\ hl^{-1}$ . Por otro lado, según Melendrez (2022), en su estudio realizado en el cantón Guaranda menciona que el mayor resultado obtenido en su investigación es  $73.62\ kg\ hl^{-1}$  en la línea TCL-10-004. Al igual que en el presente estudio se observó un mejor peso en la misma línea teniendo esta consideración se puede inferir que es una excelente línea en cuanto al peso específico, sin embargo, esto no se ve influenciado en el rendimiento.

#### **4.4.3 Peso de mil granos**

Los resultados del análisis de varianza nos indica que para la variable peso de mil granos no existe diferencia significativa ( $p=0.3815$ ).

**Tabla 18**

*Peso de mil granos (g) en los materiales en estudio de triticale en Chaltura-Imbabura*

<b>Código</b>	<b>Media±E.E.</b>	
TCL-10-001	50.00	0.00
TCL-10-004	50.00	0.00
TCL-10-007	50.00	2.89
TCL-11-006	48.33	1.67
TRITICALE 2000	53.33	1.67

En la variable peso de mil granos existe similitud entre los materiales en estudio, de esta manera se presentó la variedad TRITICALE-2000 con 53.33 g seguida de las líneas TCL-10-001, TCL-10-004, TCL-10-007 con 50 g cada una y la línea TCL-11-006 con 48.33 g.

Lozada (2022), en sus resultados muestra que la línea TCL-11-006 presenta 58.5 g, y la línea con menor media es TCL-10-007 con 54.5 g. Por otro lado, el INIAP (2000), menciona que en la investigación realizada por el departamento de cereales los rangos del peso de mil granos es 42 a 50 g en la variedad TRITICALE-2000.

En la presente investigación se pudo observar que a diferencia de la investigación de Lozada (2022), la línea TCL-11-006 presentó menor peso de mil granos con una diferencia de 5.17 g, esto se ve influenciado directamente con las condiciones ambientales y el tiempo de cosecha.

#### ***4.4.4 Tipo y color de grano***

Para la variable color y tipo de grano el 100% de los materiales estudiados presentaron un resultado homogéneo en escala 2 es decir son granos medianos, bien formados, limpios, de color R (rojo).

Lozada (2022), en su investigación realizada en Cotopaxi, menciona que el 1.93% de sus materiales en estudio presentaron un grano grueso, grande, bien formado y limpio escala 1, siendo la que destaca la línea promisorio TCL-10-004 y en escala 2, las líneas TCL-10-001, TCL-10-007, TCL-11-006 y la variedad TRITICALE-2000.

En los estudios realizados en Latacunga y en Chaltura existe similitud en los resultados obtenidos. Sin embargo, en la investigación realizada en Chaltura uno de los factores que posiblemente pudo

influir en dicho resultado es la presencia de precipitaciones al final del ciclo del cultivo. Por otro lado, Ponce et al. (2021), menciona que el tipo de grano obtenido en la investigación es considerado bueno dentro del parámetro de mejoramiento de cereales.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- En cuanto a las variables agromorfológicas vigor y hábito de crecimiento, se destacó la línea TCL-10-004, además de ser la línea más precoz en cuanto a los días al espigamiento, mientras que la más tardía es la línea TCL-11-006. Por otro lado, en la variable tipo y color de grano, se evidenció que existe similitud en los resultados de los materiales en estudio.
- En cuanto a la roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp.) se observó que las líneas y la variedad evaluadas presentaron un comportamiento similar en cuanto a la tolerancia de roya. Por otro lado, solo la línea TCL-11-006 resultó ser la menos tolerante al virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), mientras que el resto de materiales evaluados presentaron dos categorías de severidad de la enfermedad bajo las condiciones agroclimáticas de Chaltura.
- La línea TCL-10-007 presentó menor tamaño de espiga, no obstante, esta característica no afectó el rendimiento, además, todos los materiales evaluados superaron las 3 t ha<sup>-1</sup>. En cuanto a las variables de peso específico, número de granos y peso de mil granos, los resultados se evidenciaron que existe similitud entre líneas y variedad.

#### 5.2 RECOMENDACIONES

- Es importante seguir con la investigación realizando siembras en diferentes épocas del año y condiciones geográficas, para identificar el potencial y la aceptación de este cultivo por parte de los agricultores.
- Impulsar la producción del cultivo de triticale como una alternativa económica para los productores del país, además de impulsar un manejo sostenible de este rubro.

- Desarrollar investigaciones que impulsen la tecnificación de la producción y la eficiencia en el uso de recursos (agua, fertilización) y nuevas alternativas que disminuyan las pérdidas en pos-cosecha.

## REFERENCIAS

- Axayacatl, O. (2021). Países productores de triticale. *FAOSTAT*.
- Bilotti, L. (1999). *Evaluación de triticale, trigo y centeno como sustratos para la producción de aflatoxinas [Tesis de Posgrado, Universidad de Buenos Aires]*. Obtenido de Biblioteca Central Dr. Luis F. Leloi: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3164\\_Bilotti.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3164_Bilotti.pdf)
- Centro Internacional de Mejoramiento (CIMMYT). (1974). *Informe del CI MMYT sobre Mejoramiento de Trigo 1973*. El Batán, México.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1996). *Trigo x Centeno--Triticale*. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- Chambi, P. (2005). *Comportamiento agronómico de variedades forrajeras introducidas de avena, cebada y triticale [Tesis de Posgrado, Universidad Mayor de San Andrés]*. Obtenido de Repositorio UMSA: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10916/T-981.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coutiño, A. (2008). *Triticale como una alternativa de forraje en Comarca Lagunera en época de invierno [Tesis de Pregrado]*. Obtenido de Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro": <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8095/ALEJANDRO%20COUTI%C3%91O%20MONTROYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Flores, G., Aviles, S., & Cortés, J. (1998). *Estudio de adaptabilidad del triticale a diferentes dosis de calcio y fósforo en andisoles*. Chapingo: Terra Latinoamericana.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2009). *Triticale forrajero*. Perú: Estación Experimental Agraria Andenes - Cusco.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (1980). *Información técnica de las variedades de triticale INIAP-Promesa e INIAP-Maná*. Quito: EC: INIAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2000). *Información técnica de la variedad INIAP-Triticale2000*. Quito: EC: INIAP.

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2009). *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos*. Estación Experimental Santa Catalina.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2014). *Guía del manejo del cultivo de trigo*. Quito.
- Jobert, C., Ortiz, C., & Pauchard, H. (2020). *Recomendaciones Técnicas para el Cultivo de Triticale para el sur de Chile*. INIA.
- Kuhnem, P., Cunha, R., & Wagner, F. (2020). *Información técnica del trigo y triticale*. Brasil: Safra.
- 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 [Trabajo de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9467>
- Melendrez, J. (2022). *Valoración productiva de cinco accesiones de triticale (x Triticosecale), provenientes del programa nacional de cereales-INIAP, en la localidad de Naguán provincia Bolívar [Tesis pregrado, Universidad Estatal de Bolívar]*. Guaranda. Obtenido de [https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4242/1/TESIS%20TRITICAL\\_MEL%C3%89NDREZ\\_JERSON%202022..pdf](https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4242/1/TESIS%20TRITICAL_MEL%C3%89NDREZ_JERSON%202022..pdf)
- Mellardo, M., Matus, I., & Madariaga, R. (2006). *Antecedentes sobre el triticale en Chile y otros países*. Chile: INIA.
- Paccapelo, H., Ferreira, V., Picca, A., E. F., Domínguez, R., Grassi, E., Castillo, E. (2017). *Triticale (x Triticosecale Wittmack), rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de Argentina*. Argentina.
- Plana, R., González, P., Rivera, R., Varela, M., & Álvarez, M. (2016). *Producción de forraje a base de triticale (x Triticosecale wittmack) en suelo nitisol ferrálico lúxico, con dosis variables de nitrógeno e inoculación con hongos micorrízicos arbusculares*. ICA, 22-33.
- Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2021*. Obtenido de Boletín Técnico No. 189. INIAP: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5977>
- Ponce, L., Garofalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Selección en Cereales Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales*. Quito: EC: INIAP.

- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en Cereales. En *Boletín Técnico N° 181*. Quito: INIAP.
- Prescott, J. M., Bowman, J., de Milliano, W., Singh, R. P., & Bekele, G. (2012). *Enfermedades y plagas del trigo. Una guía para su identificación en el campo*. Mexico: CI MMYT.
- Roelfs, A., Singh, R., & Saari, E. (1992). *Las royas del trigo: conceptos y métodos para*. Mexico: D.F.: CI MMYT.
- Schaller, C., & Macmillen, M. (1995). *A visual scale to estimate severity of Fusarium head blight in wheat*. Madrid: State Univ. Ext. Publ.
- Ticona, A. (2006). *Efectos de la aplicación fraccionada de nitrógeno y densidad de siembra en el comportamiento agronómico del triticale (Triticum secale W.) en Tiahuanaco*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Ticona, D. (2009). *Producción de forraje y semilla de triticale (x. Triticosecale) bajo riego y seco, en tres épocas de siembra en la comunidad de Calasaya, provincia los Andes La Paz - Bolivia*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Tohver, M., Kann, A., Mihhalevski, A., Täht, R., & Hakman, J. (2005). Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chemistry*, 125–132.
- Torres, N., López, J., Saldivar, R., Reyes, L., & Arguello, B. (s.f.).
- Varughese, G., Barket, T., & Saari, E. (1987). *Triticale*. Mexico: CI MMYT.
- Vega, A., & Vega, J. (1990). *Comportamiento de genotipos de trigo y Triticale en diferentes pisos altitudinales de Venezuela*. Maracay: Rev. Fac. Agron. (Maracay).
- Velasco, J. S., Grimaldo, O., Avilés, S., & Lozano, A. (2020). *Relación de índices fotográficos y NDVI con la producción de biomasa seca en triticale (Triticosecale wittmack) en el valle de Mexicali*. Mexico: Agro productivida.
- Vino, S. (2020). *Comportamiento agronómico de variedades de avena y triticale en la Estación Experimental de Patacamaya*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.
- Wang, Z. S. (2010). Development of triticale in China. *Cereals in China*, 79.
- Zadocks, J., Chang, T., & Konzak, C. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*.
- Zamora, V. M., Lozano, A. J., López, A., Reyes, M. H., Díaz, H., Martínez, J. M., & Fuentes, J. M. (2020). *Clasificación de triticales forrajeros por rendimiento de materia seca y calidad nutritiva en dos localidades de Coahuila*. Mexico: Técnica Pecuaria en México.