



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“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”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:

Lozada Hidalgo Betzy Mishell

Tutor:

Chasi Vizquete Wilman Paolo, Ing. Mg.

Co-tutora:

López Guerrero Victoria Alicia, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Betzy Mishell Lozada Hidalgo con cédula de ciudadanía No. 1726849910, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias y la variedad de triticales (x *Triticosecale* Wittmack) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas del campus Salache UTC 2021-2022”, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizúete, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Betzy Mishell Lozada Hidalgo
Estudiante
CC: 1726849910

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizúete, Mg.
Docente Tutor
CC: 0502409725

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **LOZADA HIDALGO BETZY MISHELL** identificada con cédula de ciudadanía **1726849910** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “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”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2017 - Marzo 2018

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizúete

Tema: “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”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.

- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 29 días del mes de agosto del 2022.

Betzy Mishell Lozada Hidalgo
LA CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“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”, de Lozada Hidalgo Betzy Mishell de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0502409725

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Lozada Hidalgo Betzy Mishell, con el título del Proyecto de Investigación: **“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”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Carlos Javier Torres Miño, Ph.D.
CC: 0502329238

Lector 2
Ing. Santiago Jiménez Jácome, Mg.
CC: 0501946263

Lector 3
Ing. Guido Yauli Chicaiza, M.Sc.
CC: 0501616353

AGRADECIMIENTO

Dejo mi eterna gratitud a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, especialmente a la carrera de Ingeniería Agronómica a los docentes y trabajadores.

De manera especial, agradezco al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); en el Programa de Cereales por compartir sus conocimientos, la atención especializada, su tiempo, y el apoyo durante el desarrollo de la investigación. Al Ph.D. Luis Ponce, y los Ingenieros Javier Garófalo y Javier Noroña por la predisposición, y valiosa aportación en este proyecto.

A mi tutor, el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizúete quien con sus conocimientos supo guiarme de la mejor manera para la realización y presentación de este trabajo de titulación.

Un agradecimiento especial a mi tutora externa la Ingeniera Victoria López, por su colaboración incondicional desde el inicio de este proceso de titulación, por confiar en mí y mis capacidades para dirigir este gran proyecto.

Al Ph.D. Carlos Torres e ingenieros Santiago Jiménez y Guido Yauli parte del tribunal por su minuciosa revisión y sugerencias.

A mi familia, por su apoyo permanente y paciencia durante este proceso.

A mis amigos: Adriana, David, Marlon y Ruth que fueron también parte importante para el desarrollo y culminación de este trabajo.

Existen muchas personas que me encantaría nombrarles y agradecerles por todo el apoyo, consejos, regaños y firmeza que me permitieron llegar hasta el final de este recorrido.

¡Muchas gracias!

Betzy Mishell Lozada Hidalgo

DEDICATORIA

A mis padres quienes siempre supieron darme ánimo cuando parecía rendirme, por sus consejos, risas, por permitirme vivir este ciclo de mi vida y sobre todo por el apoyo incondicional y la paciencia en los momentos difíciles.

Betzy

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “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”.

AUTORA: Lozada Hidalgo Betzy Mishell

RESUMEN

La producción de trigo y centeno, en Ecuador, es inferior a los volúmenes que el país demanda de estos cereales, a pesar de las múltiples ventajas que presenta el triticale a comparación de sus progenitores los agricultores prefieren los granos tradicionales, se estima que alrededor del 70% de agricultores se dedican al cultivo de trigo y cebada. La presente investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, tuvo como objeto evaluar el comportamiento agronómico de las líneas promisorias de triticale (x *Triticosecale* Wittmack) bajo las condiciones del sitio investigado, para lo cual se planteó determinar la adaptación y rendimientos de las líneas promisorias y la variedad en la zona de estudio, y se planteó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones resultando un total de 15 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número y peso de granos por espiga, rendimiento, peso hectolítrico, peso de 100 granos tipo y color de grano y reacción a enfermedades en base al Manual N° 111 de Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) asentado en las escalas de Zadoks. Para el análisis de datos se realizó un análisis estadístico de normalidad (Shapiro Wilks Modificado), en las fuentes de variación que indicaron significancia estadística se realizó una prueba Tukey al 5%, para las variables que fueron evaluadas mediante escalas se generó tablas de promedios, así como para las que no mostraron significancia estadística. Con los datos obtenidos se determinó que todos los tratamientos se adaptan a las condiciones del campo en estudio; el tratamiento con mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas fue la línea promisorio TCL-10-004 debido a que fue superior en 9 de 17 variables evaluadas, además de presentar el mejor rendimiento con 12810,46 kg ha⁻¹ seguido de la línea promisorio TCL-10-001 con un rendimiento de 11701,65 kg ha⁻¹ a diferencia de la variedad Triticale 2000 cuyo rendimiento fue inferior con 9793,37 kg ha⁻¹. Con los datos obtenidos se concluye que la línea promisorio para la zona de estudio es TCL-10-004, por lo que se recomienda continuar con la investigación de esta línea y otros materiales vegetales del INIAP.

Palabras clave: x *Triticosecale* Wittmack, Cotopaxi, Comportamiento agronómico, Rendimiento, Adaptación

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ASSESSMENT OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF PROMISING LINES AND THE TRITICALE VARIETY (x *Triticosecale* Wittmack) OF INIAP UNDER AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF CAMPUS SALACHE UTC 2021-2022.”

AUTHOR: Lozada Hidalgo BetzyMishell

ABSTRACT

The production of wheat and rye in Ecuador is lower than the volumes that the country demands of these cereals; despite the multiple advantages that triticale presents compared to its parents, farmers prefer traditional grains. It is estimated that around 70% of farmers are dedicated to the cultivation of wheat and barley. This investigation was carried out at the Technical University of Cotopaxi - Salache Campus, Eloy Alfaro Parish, Latacunga Canton, Cotopaxi Province, to evaluate the agronomic behavior of the promising lines of triticale (x *Triticosecale* Wittmack) under the conditions of the investigated site so, it was proposed to determine the adaptation and yields of the promising lines and the variety in the study area. A completely randomized block design (DBCA) with five treatments and three repetitions was proposed, resulting in 15 experimental units. The variables evaluated were: emergence percentage, plant vigor, growth habit, days to spike, plant height, straw type, spike size, number and weight of grains per spike, yield, test weight, the weight of 100 grains type, and color of grain and reaction to diseases based on Manual No. 111 of Evaluation and Selection Parameters in Cereals published by the National Institute of Agricultural Research (INIAP) based on the Zadoks scales. For the data analysis, a statistical analysis of normality (Modified Shapiro Wilks) was carried out; on the sources of variation that indicated statistical significance at the 5% Tukey test. For the variables that were evaluated employing scales, tables of averages were generated, as well as for those that did not show statistical significance. It was determined that all treatments were adapted to the conditions of the field under study; the treatment with the best adaptability to agroecological conditions was the promising line TCL-10-004 because it was superior in 9 of 17 variables evaluated, in addition to presenting the best yield with 12810.46 kg ha⁻¹ followed by the promising line TCL-10-001 with a yield of 11701.65 kg ha⁻¹, unlike the Triticale 2000 variety whose yield was lower with 9793.37 kg ha⁻¹. It is concluded that the promising line for the study area is TCL-10-004, so it is recommended to continue investigating this line and other plant materials from INIAP.

Keywords: x *Triticosecale* Wittmack, Cotopaxi, Agronomic performance, Yield, Adaptation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE ANEXOS	xix
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS:.....	6
6.1. Objetivo General.....	6
6.2. Objetivos Específicos	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
8.1. Triticale (x <i>Triticosecale</i> Wittmack).....	9
8.1.1. Origen	9
8.1.2. Distribución geográfica	9
8.1.3. Descripción botánica	10
8.1.4. Ciclo vegetativo.....	10

8.1.5.	Etapas fenológicas	10
8.1.6.	Adaptación.....	11
8.2.	Definición de línea promisoría, variedad y variedad mejorada	11
8.2.1.	Línea promisoría.....	11
8.2.2.	Variedad.....	11
8.2.3.	Variedad mejorada.....	12
8.3.	Descripción de la variedad y líneas promisorias.....	12
8.3.1.	Variedad: Triticale 2000.....	12
8.3.2.	Línea promisoría: TCL-10-001	13
8.3.3.	Línea promisoría: TCL-10-004	14
8.3.4.	Línea promisoría: TCL-10-006	14
8.3.5.	Línea promisoría: TCL-11-007	15
8.4.	Enfermedad.....	15
8.5.	Incidencia.....	16
8.6.	Severidad	16
8.7.	Principales enfermedades	17
8.7.1.	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	17
8.7.2.	Roya de la hoja (<i>Puccinia triticina</i>)	17
8.7.3.	Roya del tallo (<i>Puccinia graminis Pers.</i>)	18
8.7.4.	Fusarium (<i>Fusarium spp</i>)	18
8.7.5.	Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV).....	19
8.8.	Adaptabilidad agroecológica	19
8.9.	Escala de Zadoks	19
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.	21
9.1.	Hipótesis nula	21
9.2.	Hipótesis alternativa	21
10.	METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.	21

10.1.	Localización	21
10.2.	Tipo de investigación	23
10.2.1.	Experimental	23
10.2.2.	Cuali-Cuantitativa	23
10.3.	Modalidad básica de investigación	23
10.3.1.	De campo	23
10.3.2.	Bibliográfica documental.....	23
10.4.	Técnica e instrumentos para la recolección de datos	23
10.4.1.	Observación de campo	23
10.4.2.	Registro de datos.....	24
10.4.3.	Análisis estadístico	24
10.5.	Diseño experimental.....	24
10.5.1.	Factores en estudio.....	24
10.5.2.	Tratamientos	25
10.6.	Operacionalización de variables.....	25
10.6.1.	Métodos de medición y datos a registrarse	27
10.6.2.	Distribución de la parcela experimental y neta.....	33
10.7.	Diseño del ensayo en campo	33
10.8.	Manejo específico del experimento.....	34
10.8.1.	Fase de campo.....	34
10.8.1.1.	Selección del lote	34
10.8.1.2.	Preparación del suelo	34
10.8.1.3.	Desinfección de semilla	34
10.8.1.4.	Siembra.....	34
10.8.1.5.	Riego	34
10.8.1.6.	Identificación de tratamientos	35
10.8.1.7.	Desmezcla o purificación del cultivo	35

10.8.1.8.	Fertilización.....	35
10.8.1.9.	Control de malezas	35
10.8.1.10.	Controles fitosanitarios	35
10.8.1.11.	Cosecha	35
10.8.1.12.	Trilla	36
10.8.1.13.	Beneficio de la semilla	36
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
11.1.	Análisis estadístico de normalidad de las variables	36
11.2.	Variables agronómicas y morfológicas	38
11.2.1.	Porcentaje de emergencia	38
11.2.2.	Vigor de planta (1-5).....	39
11.2.3.	Hábito de crecimiento (1-3).....	40
11.2.4.	Días al espigamiento	41
11.2.5.	Altura de planta (cm)	43
11.2.6.	Tipo de paja (1-3)	45
11.2.7.	Tamaño de espiga (cm).....	46
11.2.8.	Número de granos por espiga	48
11.2.9.	Peso de granos por espiga (g)	50
11.3.	Reacción a enfermedades	51
11.3.1.	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>) (Sev %)	51
11.3.2.	Roya amarilla en espiga (<i>Puccinia striiformis</i>) (Sev %)	53
11.3.3.	Fusarium (<i>Fusarium spp</i>) (Sev %).....	54
11.3.4.	Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV) (1-9).....	56
11.4.	Variables poscosecha	58
11.4.1.	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	58
11.4.2.	Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹).....	60
11.4.3.	Peso de 100 granos (g).....	62

11.4.4.	Tipo de grano (1-3) y color (R-B)	63
11.5.	Ponderación de variables.....	64
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
12.1.	CONCLUSIONES	68
12.2.	RECOMENDACIONES	68
13.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
14.	ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Objetivos, actividades, resultado de la actividad (técnicas e instrumentos).....	7
Tabla 2	Principales características de la Variedad Triticale 2000.....	12
Tabla 3	Principales características de la Línea promisorio TCL-10-001.	13
Tabla 4	Principales características de la Línea promisorio TCL-10-004	14
Tabla 5	Principales características de la Línea promisorio TCL-10-006.	14
Tabla 6	Principales características de la Línea promisorio TCL-10-006.	15
Tabla 7	Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo.	19
Tabla 8	Condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.....	22
Tabla 9	Esquema del ADEVA.	24
Tabla 10	Tratamientos, origen, códigos.	25
Tabla 11	Definición de variables e indicadores.....	25
Tabla 12	Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	27
Tabla 13	Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.	28
Tabla 14	Escala de evaluación hábito de crecimiento en cereales.	28
Tabla 15	Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.	29
Tabla 16	Escala de evaluación para el tipo de grano en trigo.	31
Tabla 17	Escala para determinar el grado de daño por virosis.....	32
Tabla 18	Normalidad de Shapiro Wilks para variables evaluadas	37
Tabla 19	Tabla de frecuencia para la variable porcentaje de emergencia.....	38
Tabla 20	Tabla de frecuencia para la variable vigor de planta.	39
Tabla 21	Tabla de frecuencia para la variable hábito de crecimiento.	40
Tabla 22	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable días al espigamiento.....	41
Tabla 23	Tabla de frecuencia para la variable días al espigamiento.	42
Tabla 24	Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable altura de planta.....	43
Tabla 25	Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis al 5% para la variable altura de planta...43	
Tabla 26	Tabla de frecuencia para la variable tipo de paja.	45
Tabla 27	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable tamaño de espiga.....	46
Tabla 28	Tabla de frecuencia para la variable tamaño de espiga.	47
Tabla 29	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de granos por espiga.	48
Tabla 30	Prueba Tukey al 5% para la variable número de granos por espiga.....	48
Tabla 31	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso de granos por espiga.....	50

Tabla 32	Tabla de frecuencia para la variable peso de granos por espiga.....	50
Tabla 33	Análisis de varianza (ADEVA) para roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	51
Tabla 34	Tabla de frecuencia para roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).	52
Tabla 35	Prueba de Kruskal Wallis para roya amarilla en espiga (<i>Puccinia striiformis</i>).....	53
Tabla 36	Tabla de frecuencia para roya amarilla en espiga (<i>Puccinia striiformis</i>).	53
Tabla 37	Prueba de Kruskal Wallis para fusarium (<i>Fusarium spp</i>).....	54
Tabla 38	Tabla de frecuencia para fusarium (<i>Fusarium spp</i>).	55
Tabla 39	Análisis de varianza (ADEVA) para virus del enanismo (BYDV).....	56
Tabla 40	Prueba Tukey al 5% para virus del enanismo (BYDV).	57
Tabla 41	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento de grano.	58
Tabla 42	Tabla de frecuencia para la variable rendimiento de grano.....	59
Tabla 43	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico.....	60
Tabla 44	Tabla de frecuencia para la variable peso hectolítrico.	61
Tabla 45	Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso de 100 granos.....	62
Tabla 46	Tabla de frecuencia para la variable peso de 100 granos.	62
Tabla 47	Tabla de frecuencia para la variable tipo de grano.....	63
Tabla 48	Ponderación de las variables evaluadas en relación a los códigos.	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del ensayo	22
Figura 2 Promedios para la variable altura de planta.	44
Figura 3 Promedios para la variable número de granos por espiga.	49
Figura 4 Promedios para virus del enanismo (BYDV).	57

ÍNDICE ANEXOS

Anexo No. 1. Análisis de suelo	75
Anexo No. 2. Implementación (Siembra) (15/12/2021).....	76
Anexo No. 3. Fertilización complementaria y riego por aspersión (11/02/2022)	76
Anexo No. 4. Medición de las variables agronómicas, morfológicas y resistencia a enfermedades.....	77
Anexo No. 5. Medición de variables de pos-cosecha.....	78
Anexo No. 6. Libro de campo (Variables a evaluar).....	79
Anexo No. 7. Aval del traductor	81

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

“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”

Fecha de inicio

Diciembre 2021

Fecha de finalización

Agosto 2022

Lugar de ejecución.

Sector Salache –Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga– Provincia de Cotopaxi.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales/Ingeniería Agronómica

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Proyecto de investigación vinculado

No Aplica - Cooperación Institucional UTC- INIAP

Nombres de equipo de investigadores

Tutor: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete Mg.

Coautor: Ing. Victoria Alicia López Guerrero Mg.

Lector 1: Ing. MSc. Carlos Javier Torres Miño Ph.D.

Lector 2: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome Mg.

Lector 3: Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza M.Sc.

Nombre: Betzy Mishell Lozada Hidalgo

Área de Conocimiento.

Agricultura -Agricultura, silvicultura y pesca- Agricultura

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Se entiende por seguridad alimentaria cuando se dispone de la alimentación requerida para mantener una vida saludable. El objetivo de esta línea será la investigación sobre productos, factores y procesos que faciliten el acceso de la comunidad a alimentos nutritivos e inocuos y supongan una mejora de la economía local.

Sublíneas de investigación

a.-Producción Agrícola Sostenible

Línea de vinculación

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

Convenio

El trabajo de investigación se sustenta en el convenio de colaboración interinstitucional Universidad Técnica de Cotopaxi – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto evaluó la adaptación y el rendimiento de líneas promisorias y una variedad de triticales en las condiciones agrícolas y ecológicas del Centro Experimental Académico Salache CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para obtener los resultados planteados se fundamentó en la Escala de Zadoks discriminando Variables Agronómicas y Morfológicas como Porcentaje de emergencia, Vigor de planta, Hábito de crecimiento, Días al espigamiento, Altura de planta, Tipo de paja, Tamaño de espiga,

Número y Peso de granos por espiga, al igual que Indicadores Poscosecha detallados a continuación Rendimiento de grano, Peso hectolítrico, Peso de 100 granos, y calidad de grano, además de la evaluación de la Reacción a enfermedades.

La metodología para la implementación de las parcelas evaluadas fue la recomendada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y su Programa Nacional de Cereales donde se realizó labores culturales y pre culturales que requiere el Triticale, basados en el Manual de Manejo del Cultivo de trigo y Conservación de Suelos (Boletín divulgativo N° 004) publicado por el INIAP en el año 2022.

Para la siembra se utilizó una sembradora para experimentos para precautelar la uniformidad de las parcelas y en la etapa final de cosecha se la hizo manualmente para posteriormente trillarla y los análisis de las variables para esta etapa se las realizaron en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. Para el análisis estadístico de los datos se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y tablas de promedios y análisis de varianza con sus pruebas de significancia Tukey al 5%, y analizamos los resultados con literatura científica encontrada en los acervos y revistas de investigación.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El triticale (x *Triticosecale* Wittmack), cereal sintético derivado del cruzamiento del trigo con centeno, es un cultivo con perspectivas en cuanto a satisfacer las necesidades del hombre de más y mejores alimentos (Bilotti, 1999).

El mejoramiento genético de triticale presenta características agronómicas y nutritivas las cuales resultan similares al trigo, muestra condiciones especiales de adaptación a ambientes áridos y a suelos ácidos, además de su buen rendimiento como especie forrajera o para producción de grano (Bilotti, 1999).

Este cereal supera a ciertas características del trigo como tolerancia a la sequía, a suelos pobres y resistencia a las enfermedades típicas del centeno. En estudios realizados concluyeron que los rendimientos del triticale en grano, forraje verde y paja han superado a la avena forrajera (Velasco et al., 2020).

Puede ser valorado como alternativa muy atractiva para elevar la producción de

cereales a nivel mundial por su potencial en el rendimiento incluso en condiciones marginales de crecimiento que contribuye en gran medida a la seguridad alimentaria al ser utilizado en la producción casera de algunos alimentos, así como en la alimentación de animales (Estrada, 2016).

Por lo expuesto, es necesario evaluar el comportamiento agronómico y de rendimiento de las líneas promisorias de triticale que posee el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en zonas de producción donde las condiciones agrícolas y ecológicas sean diferentes, y su efecto en la producción de semilla, potencialidad productiva y nutricional, costo de producción, manejo de cultivo y adaptabilidad.

Los datos obtenidos de la investigación beneficiarán a los agricultores de la zona andina de la provincia de Cotopaxi para obtener mayor disponibilidad de selección de variedades para su cultivo, además como alternativa para otros cereales tradicionales que presentan características deficientes a comparación del triticale.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Los beneficiarios directos de la presente investigación son los 434 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los beneficiarios indirectos de la investigación son los 2158 estudiantes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi y las comunidades de agricultores que están asociados con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) debido a que, este cultivo es una alternativa de producción destinado específicamente para la elaboración de alimento animal (balanceados).

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los cereales presentan una mayor superficie cultivada a nivel mundial y se considera como uno de los alimentos más importantes debido a las características nutritivas que proporcionan. De las siete especies más sembradas mundialmente, seis corresponden a cereales, liderando el trigo con 220 millones de hectáreas anuales, seguido del maíz con

140 millones y el arroz con 150 millones de hectáreas. Se proyecta el aumento de la demanda y producción de 1840 millones de toneladas a 2800 millones para el año 2030 (Bruinsma, 2003). En 2022, la producción mundial se sitúa en 2792 millones de toneladas.

En Ecuador, el cultivo de cereales se encuentra en las zonas altas de la Sierra ecuatoriana, cuyas condiciones edáficas se caracterizan por ser erosionadas, con baja fertilidad y problemas de acidez, causando la disminución de rendimiento de los cultivos (Rivadeneria, 1995). Los rendimientos de cereales a nivel nacional son inferiores, con 1,2 a 1,4 t ha⁻¹, a comparación de los rendimientos obtenidos por los países vecinos (FAOSTAT, 2019).

El cereal sintético triticale (x *Triticosecale* Wittmack) fue reconocido como un híbrido hace poco más de un siglo, se trata de una especie nueva la cual tiene una escasa evolución natural lo que produce un problema de poca variabilidad genética. Esta situación podría generar dificultad a futuro por la falta de adaptabilidad y comportamiento frente a enfermedades, a pesar de la resistencia y tolerancia a ciertas condiciones como suelos de alta acidez y poca fertilidad (Flores et al., 1998). Presenta una alta aptitud general a duras condiciones de crecimiento, sin embargo la tolerancia a heladas invernales no está al nivel del centeno (Blum, 2014).

Este cereal presenta un amplio rango de adaptación alrededor del mundo por lo que se cultiva en muchos países, especialmente del continente europeo entre ellos Alemania, Polonia y Francia. En 2002, se produjo alrededor del 88% de triticale, mientras que en Asia el 9% y en Oceanía el 3% (Salmon et al., 2004). En Ecuador, este híbrido es prácticamente desconocido para los agricultores y por ende poco producido, incluso hasta antes de la década de los 80 en Ecuador no existía el cultivo comercial de triticale, hasta que el Programa de Cereales del INIAP liberó las primeras variedades que no lograron la aceptación por parte de los agricultores por las características agronómicas deficientes que presentaban, pero los procesos de investigación permitieron liberar una nueva variedad (INIAP-Triticale 2000) con características superiores.

A pesar de la nueva variedad y de las múltiples ventajas que presenta el triticale a comparación de sus progenitores (trigo y centeno), los agricultores prefieren los granos

tradicionales, se estima que alrededor del 70% de agricultores se dedican al cultivo de trigo y cebada, siendo estos los cereales de mayor importancia en el país junto al arroz y maíz (INEC-MAG-SICA, 2002) citado por (Ponce et al., 2020). La producción de trigo y centeno, en Ecuador, es inferior a los volúmenes que el país demanda de estos cereales; específicamente para el trigo el bajo promedio de rendimiento se debe a factores como la falta de variedades mejoradas, inadecuado manejo de cultivo, degradación de suelos, presencia de enfermedades como la roya (*Puccinia striiformis*), presencia de bajas temperaturas (heladas), entre otros (Falconí, 2008).

La futura liberación de nuevas variedades de triticales que se adapten a diferentes zonas de cultivo permitirá brindar alternativas para los agricultores, tomando en consideración que en la actualidad los progenitores de este híbrido presentan problemas de rendimiento y adaptación edafoclimática.

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de triticales (x *Triticosecale* Wittmack) del INIAP.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la mejor adaptación de las líneas promisorias y variedad de triticales.
- Establecer el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad de triticales.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 1

Objetivos, actividades, resultado de la actividad (técnicas e instrumentos).

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
COMPONENTE 1	Observar el comportamiento y adaptación de la planta.	Base de datos de:	Registro fotográfico
Determinar la mejor adaptación de las líneas promisorias y variedad de triticales.	Medición de variables agronómicas y morfológicas:	-Porcentaje de emergencia (%)	Cuadros de medias comparativas
		-Vigor de planta (Escala 1-5)	
		-Hábito de crecimiento (Escala 1-3)	
		-Porcentaje de emergencia (%)	
		-Días a la floración (días)	
		-Vigor de planta (Escala 1-5)	
		-Reacción de enfermedades	
		-Hábito de crecimiento (Escala 1-3)	(Severidad %-Tipo de reacción)
		-Días a la floración (días)	-Altura de planta (cm)
		-Reacción de enfermedades	-Tipo de paja (Escala 1-3)
		(Severidad %-Tipo de reacción)	-Tamaño de espiga (cm)
		-Altura de planta	-Número de granos

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medio de verificación
	(cm)	por espiga (N°)	
	-Tipo de paja (Escala 1-3)	-Peso de granos/espiga (g)	
	-Tamaño de espiga (cm)		
	-Número de granos por espiga (N°)		
	-Peso de granos/espiga (g)		
COMPONENTE 2	Cosecha manual	Base de datos de:	Registro fotográfico
Establecer el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad de triticales.	Secado de grano en invernadero.	-Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	Cuadros de medias comparativas
	Medición de porcentaje de humedad.	-Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	Tablas y gráficos estadísticos
	Trilla y limpieza de grano.	-Tipo de grano (Escala 1-3)	
	Medición de variables pos-cosecha.	-Color de grano (Rojo y Blanco)	

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

8.1. Triticale (x *Triticosecale* Wittmack)

8.1.1. Origen

El nombre “triticale” proviene de la unión de la denominación genérica del trigo (género *Triticum*) y centeno (género *Secale*). Para este nuevo género artificial, Wittmack propuso el nombre científico x *Triticosecale* (x se refiere al origen híbrido) y su nombre vulgar fue sugerido por Tschermak (uno de los descubridores de las leyes de Mendel) (Covas, 1983).

La primera mención de la formación de un híbrido artificial entre trigo y centeno data del año 1875, en donde el escocés A. Wilson obtuvo plantas estériles de tal origen (Covas, 1983). A inicios de la década de 1960, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), se instituyó en la base del mejoramiento de triticale a nivel internacional (Mellano et al., 2008).

Desde de 1969 se libera las primeras variedades comerciales de triticale, específicamente en Ecuador en las décadas de los 80 el programa de Cereales del INIAP, liberó las primeras variedades INIAP-Maná 82, INIAP-Promesa 85 e INIAP-Triticale 2000 los dos primeros casos no lograron la aceptación de los agricultores por defectos agronómicos y de rendimiento (INIAP, 2000).

8.1.2. Distribución geográfica

Señala que en Europa en el año 2012 el triticale fue cultivado en aproximadamente 3,2 millones de hectáreas, los principales productores son Polonia, Bielorrusia, Alemania y Francia, con el 76% de la producción total (Kalih et al., 2015). Por otro lado en América, principalmente en México se estima el cultivo de 8 mil hectáreas en los estados de Nuevo León, Sonora, Jalisco y Puebla, en Argentina se utiliza principalmente como cultivo forrajero mientras que en Chile en 2006 se sembraron 19,924 hectáreas (Ye Ceh et al., 2001).

8.1.3. Descripción botánica

Se trata de una planta herbácea, autógama, anual que comparte con el trigo y centeno características morfológicas y reproductivas correspondientes a la familia de las Poáceas (Mellano et al., 2008).

El tallo es hueco resistente al acame en forma de caña con nudos y entrenudos, las raíces son fasciculadas profundas, las hojas son gruesas y grandes con lígulas pronunciadas y semidentadas, tiene aurículas semi abrazadoras y sin cilios. El tallo presenta vellosidad próxima a la inflorescencia la cual es semi compacta y barbada, el grano es de forma alargada con presencia en toda su longitud de un surco, su cubierta es rugosa, la gluma se desprende fácilmente del grano por ello se le considera un cereal de cariósida desnuda (Mellano et al., 2008).

8.1.4. Ciclo vegetativo

El ciclo vegetativo de este se distingue en tres periodos:

Periodo vegetativo: comprende siembra, inicio de encañe.

Periodo de reproducción: Encañe, terminación del espigado.

Periodo de maduración: comprende el final del espigado hasta el momento de recolección (Zavala, 1999).

8.1.5. Etapas fenológicas

Según Zavala, (1999), entre las etapas fenológicas del cultivo de triticale se presentan las siguientes:

Germinación: La temperatura óptima de germinación es de 20-25°C, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C.

Ahijamiento: El tallo del triticale es una caña formada por nudo y entrenudos cada nudo tienen una yema la cual origina una hoja, cuando los entrenudo 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: Empieza cuando el cultivo presenta 3 a 4 hojas, en épocas invernales la actividad vegetativa se paraliza, pero con mayores temperaturas comienza a encañar.

Encañado: Consiste en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. La caña sigue alargándose durante el espigado hasta el final de la madurez. En esta fase la

planta sufre una gran actividad fisiológica, la extracción de nutrientes del suelo (nitrógeno) y agua es elevada.

Espigado: Es el de máxima actividad fisiológica por la transpiración y extracción considerable de humedad y elementos del suelo. Los azúcares de las hojas inferiores se transportan a los granos de triticale que se forman mientras las hojas se van secando, el riego en esta fase es muy importante.

Maduración: Inicia en la madurez láctea es decir cuando las hojas inferiores ya están secas pero el resto de la planta está verde, seguido de la maduración pastosa cuando solo los nudos permanecen verdes. A los 3 o 4 días de grano pastoso el cultivo llega a su madurez completa y finalmente a la madurez de campo en la cual toda la paja está dura y quebradiza.

8.1.6. Adaptación

El triticale es conocido mayormente por su capacidad de resistencia a condiciones desfavorables tales como la sequía, baja temperatura, ha demostrado que se adapta a suelos arenosos con lluvias moderadas y tiene una tolerancia genética a los suelos ácidos con pH bajo, propios de los territorios de Colombia, Etiopía, el norte de la India y Brasil, además en cuanto a rendimiento ha superado al trigo en condiciones de sequía (Zavala, 1999).

8.2. Definición de línea promisoría, variedad y variedad mejorada

8.2.1. Línea promisoría

Una especie vegetal tiene el carácter de promisoría cuando está subutilizada o es poco conocida a nivel local o global. El término promisorio alude a algo prometedor o con potencial para algún objetivo (Álvarez, 2014).

8.2.2. Variedad

Se denomina variedad vegetal cuando sean nuevas, semejantes, distinguibles y estables y se les otorgue una denominación que forme su designación genérica, es decir representa a un grupo de plantas definido con precisión que presentan características comunes (Guevara, 2012).

En biología, la variedad indica a grupos que puede dividir una determinada especie de plantas o animales las cuales se distinguen por características que se acentúan con la herencia (Guevara, 2012).

8.2.3. Variedad mejorada

Definen una variedad mejorada como un conjunto de plantas con cierto nivel de uniformidad, resultado de la aplicación de alguna técnica de mejoramiento genético, con características bien precisadas que reúne la condición de ser diferente a otros. De manera general, tienen mayor rendimiento que las variedades que la precedieron, así como condiciones propicias de calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades y un potencial de uso, lo que la hace deseable (Espinosa et al., 2009).

8.3.Descripción de la variedad y líneas promisorias

8.3.1. Variedad: Triticale 2000

Tabla 2

Principales características de la Variedad Triticale 2000.

a) Variedad	Triticale 2000	
b) Cruza	FARAS 1*2//BUC “S”/CHRC “S” La cruza 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
	Número de espiguillas por	22-30

	espiga	
	Color de grano	Rojo
	Rendimiento (kg/ha)	3383 a 6030
	Capacidad de germinación (%)	86-93
	Peso hectolítrico (kg hl ⁻¹)	63-70
	Peso de 1000 granos (g)	42-50
	Tiene la capacidad de llenar con grano cerca del 100% de la espiga.	
f) Rangos de adaptación	2200 a 3100 msnm	
g) Densidad de siembra	150 kg ha ⁻¹	
h) Características alimentarias e industriales	Destinado su uso para alimentación animal para especies como cerdos, aves y ganado bovino.	

Fuente: INIAP, 2000

8.3.2. Línea promisorio: TCL-10-001

Tabla 3

Principales características de la Línea promisorio TCL-10-001.

Código	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

Fuente: Programa Cereales, 2022

8.3.3. Línea promisoría: TCL-10-004

Tabla 4

Principales características de la Línea promisoría TCL-10-004

Código	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

Fuente: Programa Cereales, 2022

8.3.4. Línea promisoría: TCL-10-006

Tabla 5

Principales características de la Línea promisoría TCL-10-006.

Código	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

Fuente: Programa Cereales, 2022

8.3.5. Línea promisorio: TCL-11-007

Tabla 6

Principales características de la Línea promisorio TCL-10-006.

Código	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

Fuente: Programa Cereales, 2022

8.4. Enfermedad

La enfermedad en una planta puede definirse como cualquier alteración comúnmente ocasionada por un agente patógeno que afecta la síntesis y utilización de los alimentos, los nutrientes minerales y el agua por lo cual la planta cambia de apariencia y presenta una menor producción que una planta sana de la misma variedad. La mayoría de las enfermedades de las plantas son causadas por microorganismos, virus o condiciones desfavorables del medio ambiente (González, 1976).

En Ecuador, específicamente en los cultivos de cereales, las enfermedades más limitantes son las royas: roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia*

tritricina) y roya del tallo (*Puccinia graminis Pers.*), identificadas por ser un patógeno policíclico que muta con gran facilidad. Otras enfermedades importantes son *Fusarium* sp, virus del enanismo de la cebada, *Helminthosporium*, escaldadura, *Septoria* y carbón (*Ustilago spp.*) (Ponce et al., 2019).

Mencionan que al comienzo no se registraba una limitación de las enfermedades al rendimiento de triticale, posiblemente porque la cantidad de triticales cultivados no resultaban suficientes para provocar epifitias graves, pero al extenderse el área cultivada la situación cambia, por ello, desde 1971 el CIMMYT ha vigilado las enfermedades que afectan al triticale en todo el mundo (Varuguese et al., 1986).

8.5.Incidencia

Se evalúa en cada individuo la presencia o ausencia de la enfermedad mas no niveles de esta. 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 & 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:

$$I (\%) = \frac{pe}{pt} \times 100$$

8.6.Severidad

Se define la severidad como el porcentaje de la superficie del órgano enfermo como hojas, tallos, raíces o frutos afectados por la enfermedad que varía de 0 a 100. Este es un parámetro que muestra con precisión la relación que existe entre la enfermedad y el daño que ocasiona al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque puede ser subjetiva (Lavilla & Ivancovich, 2016).

Para su determinación se pueden emplear diferentes escalas según la enfermedad o con la utilización de la siguiente fórmula:

$$S (\%) = \text{área de tejido enfermo} \times \text{área total (sano + enfermo)} - 1) * 100$$

8.7. Principales enfermedades

8.7.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla o lineal produce pústulas de color amarillo anaranjado las cuales están distribuidas como líneas paralelas en las hojas cuyo agente causal es el hongo (*Puccinia striiformis*). En Triticale no se han detectado síntomas en las espigas, lo que en ocasiones resulta usual en variedades susceptibles de trigo, inicialmente este patógeno produjo infecciones graves en algunos de los primeros triticales, sin embargo, se ha logrado obtener altos niveles de resistencia (Galdames, 2018).

Indica que la sintomatología se basa en la presencia de uredias (pústulas) lo que hace que reduzcan el área fotosintética, provocando una pérdida excesiva de agua ya que se incrementa la transpiración y evaporación por medio de la epidermis rota. (*Puccinia striiformis*) al tratarse de un hongo dispersado por el viento está distribuida en todas las regiones cerealeras del mundo. En 1919, fue registrado por primera vez en Chile mientras que en Ecuador apareció en 1920 en (*Agropyron attenuatum*) (Agrios, 2008).

No tiene un rango de hospederos alternos, por lo que, todo su ciclo lo cumple en la planta. La temperatura y humedad son factores climáticos importantes para su desarrollo, estos deben ser entre 10 y 15 °C, con los cual genera ciclos cada 10-12 días lo que manifiesta su agresividad y potencial de daño (Andrade, 2007).

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

Se trata de la enfermedad más frecuente y variable del triticale en México y alrededor del mundo. Se ha registrado el surgimiento periódico de nuevas cepas que están afectando a líneas y variedades (Varuguese et al., 1986).

Los síntomas generados por el agente causal (*P. triticina*) muestran pústulas rojizo anaranjadas subepidérmicas los cuales se distribuyen irregularmente sobre el haz de la hoja, llegando hasta las espigas y espiguillas. Al final del ciclo del cultivo aparecen teleosporos castaño oscuros a negros, ubicados al azar en el envés de las hojas y en las vainas. Las temperaturas favorables de desarrollo están entre 15 a 22°C, la formación de pústulas se da de 8 a 10 días (Schierembeck, 2015).

8.7.3. Roya del tallo (*Puccinia graminis Pers.*)

Manifiestan que este hongo no representaba un problema para el cultivo de triticale, hasta que en Australia se registró la mutación de este patógeno, los investigadores australianos han logrado superar el problema con la identificación de genes que confieren la resistencia (Varuguese et al., 1986).

El agente causal es (*Puccinia graminis Pers.*), como síntoma inicial se presenta una peca y posteriormente la formación de la pústula roja o naranja de forma ovalada, además se observa el rompimiento del tejido de la planta, se ubican en ambos lados de la hoja, tallos y espiga (glumas y aristas) (Brach, 2014).

El patógeno se desarrolla en condiciones favorables de temperatura entre los 15 a 35°C, entre los 10 y 15 días se produce la primera generación de esporas (Ponce et al., 2019).

8.7.4. Fusarium (*Fusarium spp*)

Esta enfermedad puede ser causada por diferentes agentes (hongos) los cuales afectan a los principales componentes de las espigas como las partes florales, glumas y raquis. Entre los síntomas se registra un blanqueamiento prematuro en las espigas o espiguillas infectadas, cuando hay un avance en la enfermedad se denota granos sin forma y peso de color rosado salmón. Un clima húmedo por más de 2 días y las altas temperaturas favorecen su crecimiento coincidiendo con los estadios de antesis (Ponce et al., 2019).

Fusarium es una enfermedad devastadora la cual causa reducciones significativas en el rendimiento y calidad, el triticale es menos susceptible que el trigo y similarmente susceptible que el centeno (Kalih et al., 2015).

8.7.5. Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)

Se trata de la virosis de los cereales con mayor distribución en el mundo, los virus son diseminados mediante un vector como los pulgones de varias especies. Es un patógeno de la familia *Geminiviridae* el cual se hospeda en el núcleo de hojas y raíces, se transmite por medio de la saliva de vectores (ITACyL, 2020).

Entre los síntomas se refleja pérdida de color de las hojas que se extiende desde el ápice y por los márgenes hasta la base. Esta enfermedad se desarrolla en zonas cálidas y temperaturas entre 15 a 20 °C (Ponce et al., 2019).

8.8. Adaptabilidad agroecológica

Consiste en la nula modificación del sitio de cultivo para tratar de satisfacer las necesidades de las especies vegetales, se basa en la reorganización de cultivos de acuerdo a los sistemas productivos adecuados (Caicedo et al., 2020).

8.9. Escala de Zadoks

La escala de Zadoks es la más manejada en el cultivo de cereales especialmente en el trigo, solo describe estados morfológicos eternos del cultivo (desarrollo y crecimiento). Esta escala debería ser tomada en consideración cuando se analizan los estados y procesos de desarrollo y los factores que los regulan y modifican. La escala tiene 10 fases numeradas de 0 a 90 que describen el cultivo (Rawson & Gómez, 2001).

Tabla 7

Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo.

Código	Descripción
0	EMERGENCIA
07	Emergencia del coleóptido
09	Hoja en el extremo del coleóptilo

10	CRECIMIENTO DE LA PLANTA
11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	MACOLLAJE
21	Un tallo principal y un macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos
30	ELONGACIÓN DEL TALLO
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	PREEMERGENCIA FLORAL
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	EMERGENCIA DE LA INFLORECENCIA
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	ANTESIS
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	GRANO LECHOSO

75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	GRANO PASTOSO
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	MADUREZ
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

Fuente: Zadoks et al., 1974

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

9.1. Hipótesis nula

Las líneas promisorias y la variedad de triticales tienen un comportamiento agronómico igual en las condiciones agroecológicas del Campus Salache.

9.2. Hipótesis alternativa

Las líneas promisorias y la variedad de triticales tienen un comportamiento agronómico diferente en las condiciones agroecológicas del Campus Salache.

10. METODOLOGÍAS/DISEÑO EXPERIMENTAL.

10.1. Localización

El presente estudio se realizó en dos localidades, tanto para la fase de campo como para la evaluación de variables poscosecha, como se detalla a continuación:

- **Fase de campo:** Se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus CEASA, Parroquia urbana Eloy Alfaro que se encuentra ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, con una altitud de 2.750 msnm
 - **Longitud:** 78°37'14" Oeste
 - **Latitud:** 00°59'57" Sur

Presenta las siguientes condiciones agroecológicas:

Tabla 8

Condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.

Clima	Seco templado frío
Temperatura (°C)	14,2
Pluviosidad (mm)	684,9
Humedad relativa (%)	82
Suelo	Franco Arenoso
pH	6,5

Fuente: Estación meteorológica de la UTC–Campus Salache, 2022

Específicamente para el lugar de implementación del experimento el análisis de suelo (Anexo No. 1) indica un pH de 8,58 (Alcalino).

Figura 1

Ubicación del ensayo



Fuente: Google Maps, 2022



Fuente: UTC, 2022

- La trilla y evaluación de variables pos cosecha se realizó en las instalaciones del Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) -Estación Experimental Santa Catalina.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. Experimental

Es una investigación de tipo experimental ya que se realiza la manipulación de una variable experimental no comprobada, en este caso la variable independiente se considera la variedad y líneas promisorias de triticale que permitirá observar su efecto en la variable dependiente. Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA).

10.2.2. Cualitativa

Se trata de una investigación cuantitativa porque recoge datos numéricos de las distintas variables en estudio, cuyo análisis estadístico se realizará en el programa InfoStat y cualitativa ya que describe las diferentes etapas y sucesos en su medio natural.

10.3. Modalidad básica de investigación

10.3.1. De campo

La investigación se direcciona en una investigación de campo, debido a que interviene la recolección de datos de las diferentes variables a evaluar directamente en el lugar donde se estableció el experimento.

10.3.2. Bibliográfica documental

El material bibliográfico y documental tuvo estrecha relación con el contexto del marco teórico y la discusión de los resultados obtenidos.

10.4. Técnica e instrumentos para la recolección de datos

10.4.1. Observación de campo

Esta técnica permitió mantener un contacto directo con el objeto en estudio para la recopilación de datos de cada tratamiento.

10.4.2. Registro de datos

Los datos fueron registrados en un libro de campo junto con las actividades y observaciones relacionadas a cambios en los tratamientos.

10.4.3. Análisis estadístico

Para el análisis de datos se realizó una prueba de normalidad (Shapiro Wilks Modificado) recomendada cuando se tiene menos de 50 datos. Para las fuentes de variación que indicaron significancia estadística se realizó un test Tukey al 5%, mientras que para las que no presentaron diferencia se hizo tablas de promedios así como, para las variables evaluadas bajo escalas. Para este procesamiento de datos se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2020.

10.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones (quince unidades experimentales) con el análisis estadístico se estableció el tratamiento que mejor se adaptó a las condiciones del campo en estudio y con superior rendimiento.

Tabla 9

Esquema del ADEVA.

Fuentes de Variación (V de F)	Grados de Libertad
Código	(5-1) 4
Repeticiones	(3-1) 2
Error Experimental	t(5-1).r (3-1) 8
Total	t.r-1 14

Elaborado por: Autor, 2022

10.5.1. Factores en estudio

Factor 1 (líneas promisorias y variedad)

Las semillas de triticale fueron proporcionadas por el Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), consta de una variedad y cuatro líneas promisorias, las cuales son:

V1: Triticale 2000

L1: TCL-10-007

L2: TCL-10-001

L3: TCL-10-004

L4: TCL-11-006

10.5.2. Tratamientos

Tabla 10

Tratamientos, origen, códigos.

Tratamientos	Variedad	Origen		Códigos
T1	Triticale 2000	--	--	--
T2	--	ER1TCL2020	S-2	TCL-10-007
T3	--	ER1TCL2020	S-3	TCL-10-001
T4	--	ER1TCL2020	S-4	TCL-10-004
T5	--	ER1TCL2020	S-5	TCL-11-006

10.6. Operacionalización de variables

Tabla 11

Definición de variables e indicadores.

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Índice/unidad medida
VD 1: Adaptación	VI: Líneas y variedad de triticale	Variables Agronómicas y Morfológicas	
		Porcentaje de emergencia	%
		Vigor de planta	Escala: 1 Bueno, 3 Regular, 5 Malo
		Hábito de crecimiento	Escala:

			1 Erecto, 2 Intermedio, 3 Postrado
		Días al espigamiento	Días
		Altura de planta	Cm
		Tipo de paja	Escala: 1 Tallo fuerte, 2 Tallo intermedio, 3 Tallo débil
		Tamaño de espiga	Cm
		Número de granos por espiga	Nº
		Peso de granos por espiga	g
		Indicadores Pos-cosecha	
		Rendimiento de grano	kg ha ⁻¹
		Peso hectolítrico (PH)	kg hl ⁻¹
		Peso de 100 granos	g
		Calidad de grano	Escala: 1 Grano grueso, 2 Grano mediano, 3 Grano pequeño
		Color de grano	R: Rojo B: Blanco
		Evaluación de resistencia a enfermedades	Severidad (%) Tipo de reacción: O = Ningún tipo de reacción R = Resistente MR = Moderadamente resistente MS = Modernamente susceptible

			S= Susceptible Escala para virus del enanismo (1-9)
--	--	--	---

10.6.1. Métodos de medición y datos a registrarse

La evaluación de los cultivos y comportamiento se realizó a través del Manual N° 111 de Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el 2019, basado en las escalas de Zadoks. Las variables a evaluar son las siguientes:

10.6.1.1. Principales variables agronómicas y morfológicas

a) Porcentaje de emergencia

Se evaluó visualmente expresándose como bueno, regular o malo en porcentajes. Este parámetro se midió en la etapa de desarrollo Z 13 según la escala de Zadoks, es decir con 2 o 3 hojas desarrolladas.

Tabla 12

Escala de evaluación de emergencia en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

b) Vigor de la planta

Se entiende como vigor a la fuerza con la que crecen las plantas en una parcela, basados en el desarrollo general del cultivo como tamaño de planta, tamaño de hoja entre otros.

Es subjetivo, se evaluó de forma visual comparando el desarrollo general del cultivo entre parcelas. Para esto se utilizó la siguiente escala:

Tabla 13

Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.

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

Fuente:(Ponce et al., 2019)

c) Hábito de crecimiento o porte

Está relacionado en cuanto a la disposición de hojas y tallos durante el desarrollo de la planta en etapas iniciales de crecimiento.

Para la evaluación de este parámetro se utilizó la siguiente escala:

Tabla 14

Escala de evaluación hábito de crecimiento en cereales.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente, que formen un ángulo de 45 grados.
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre el suelo.

Fuente: (Ponce et al., 2019)

d) Días al espigamiento

Se contabilizó el número de días desde la siembra hasta la aparición de espigas en un 50% de las plantas de cada parcela (unidad experimental). La estimación de este parámetro se hizo de manera visual.

La evaluación de esta variable se dio en la etapa de desarrollo Z55, es decir con la mitad de la inflorescencia emergida.

e) Altura de planta

La altura se midió desde la base de la planta hasta el extremo de la espiga en centímetros con una cinta métrica. La medida se tomó en la madurez fisiológica de cada tratamiento, se seleccionó una muestra de 10 plantas al azar. Esta variable se registró según la Escala de Zadoks en la etapa Z91 (Cariopse duro).

f) Tipo de paja

Se registró este parámetro según la escala de Zadoks en la etapa Z91 (Cariopse duro) y se utilizó la siguiente escala:

Tabla 15

Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

g) Tamaño de espiga

Se midió el tamaño desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas. Se utilizó una regla y los datos fueron expresados en centímetros. La evaluación se realizó en la madurez comercial, es decir a la cosecha en la etapa Z 92 (Cariopse duro-no se marca con la uña). Se seleccionaron 10 espigas al azar de cada tratamiento.

h) Número de granos por espiga

Se contabilizó el número de granos que alcanzó la espiga durante su desarrollo completo, para ello se tomó en cuenta las mismas espigas seleccionadas para el tamaño de las espigas.

i) Peso de granos por espiga

Se pesó los granos en gramos de las 10 espigas seleccionadas al azar en las variables anteriores según cada tratamiento y repetición. Para este procedimiento se utilizó una balanza gramera.

10.6.1.2. Variables a evaluar en poscosecha**a) Rendimiento**

Se pesó en su totalidad la producción de cada parcela (unidad experimental), el valor está dado en g parcela⁻¹ y se transformó en kg ha⁻¹. Para esto se midió la humedad de grano y se limpió en venteadoras.

b) Peso hectolítrico o específico

Para la evaluación de este parámetro se utilizó una balanza para peso hectolítrico cuyo peso está expresado en kilogramos por hectolitro (kg hl⁻¹). Este proceso se realizó por cada tratamiento.

c) **Peso de 100 granos**

Consisten en el peso que alcanzan 100 granos seleccionados al azar de cada tratamiento. Para esto se contabilizó manualmente el número determinado de granos y se pesó en una balanza gramera.

d) **Tipo y color de grano**

Se clasificó el grano de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño.

Para el caso del triticale se utilizó la escala de evaluación del trigo propuesta por el Programa de Cereales del INIAP.

Tabla 16

Escala de evaluación para el tipo de grano en trigo.

Escala	Descripción
Tipo de grano	
1	Grano grueso, grande, bien formando, limpio
2	Grano mediano, bien formando, limpio
3	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado.
Color de grano	
B	Blanco
R	Rojo

Fuente: (Ponce et al., 2019)

10.6.1.3. Reacción a enfermedades

Se realizó una evaluación de la respuesta de la planta a la presencia de enfermedades, para esto el método empleado fue la escala modificada de Cobb, que determina el porcentaje de tejido que puede ser infectado por la enfermedad e incluye el grado de severidad media en porcentajes (5, 10, 20, 40, 60,100) y el tipo de reacción:

O= Ningún tipo de reacción

R= Resistente

MR= Moderadamente resistente

MS= Moderadamente susceptible

S= Susceptible

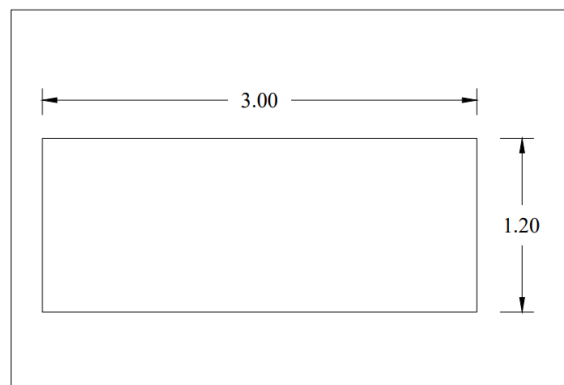
Para el caso de la evaluación del virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV) se tomó en cuenta la escala descrita por (Schaller & Qualset, 1980):

Tabla 17

Escala para determinar el grado de daño por virosis

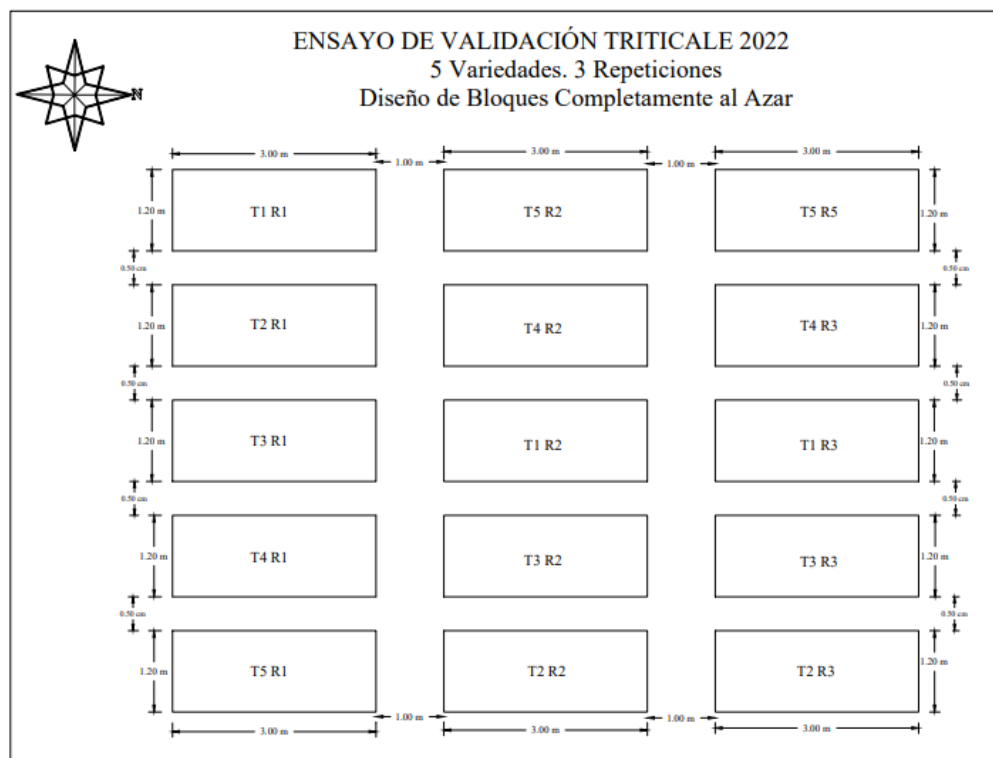
Grado	Significado
1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.
3	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, 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.

10.6.2. Distribución de la parcela experimental y neta



Elaborado por: (Autor, 2022)

10.7. Diseño del ensayo en campo



Elaborado por: (Autor, 2022)

Área total: 102 m²

Área neta: 54 m²

10.8. Manejo específico del experimento

10.8.1. Fase de campo

10.8.1.1. Selección del lote

En el lote donde se implementó el ensayo no fue utilizado para el cultivo de ningún cereal, el cultivo anterior fue kikuyo.

10.8.1.2. Preparación del suelo

Consistió en un pase de arado y dos pases de rastra.

10.8.1.3. Desinfección de semilla

La semilla fue desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla.

10.8.1.4. Siembra

Se procedió a la limpieza, nivelación, medición del terreno y señalamiento con cal de caminos, tratamientos y repeticiones.

Se utilizó una sembradora experimental con calibración para una densidad de 180 kg ha^{-1} . Las semillas de cada variedad y línea promisorias implementadas fueron proporcionadas por el Programa de Cereales del INIAP, este material lo transportaron en fundas de papel de 65 gramos cada una según la variedad y/o línea. El fertilizante aplicado fue el 15-30-15 la cantidad fue de 20% del nitrógeno, junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre. Después de pasada la sembradora se tapó la semilla con rastrillos. Todo el proceso se llevó a cabo con el acompañamiento de técnicos de la misma entidad.

10.8.1.5. Riego

El riego se realizó por aspersión durante una hora cada ocho días por un mes, los aspersores se movían manualmente de manera aleatoria a otra superficie de la parcela de investigación.

10.8.1.6. Identificación de tratamientos

En base al plano proporcionado por el programa de Cereales del INIAP, se señaló el ensayo completo con piola y estacas, además se colocó rótulos de identificación de cada tratamiento con su correspondiente nombre o código y repetición para la posterior evaluación de las variables agronómicas y morfológicas y reacción a enfermedades.

10.8.1.7. Desmezcla o purificación del cultivo

Durante el ciclo vegetativo, se examinó y observó cada uno de los tratamientos con el objetivo de identificar y eliminar las plantas diferentes a las variedades y líneas promisorias sembradas. Este procedimiento se realizó al inicio del espigamiento, estas plantas fueron colocadas fuera del lote de investigación.

10.8.1.8. Fertilización

Al macollamiento, se aplicó el 80% restante del nitrógeno (Urea) al voleo en cada una de las unidades experimentales; la cantidad recomendada es de 150 kg ha⁻¹.

10.8.1.9. Control de malezas

Se realizó el control manual de malezas en cada una de las etapas que el cultivo requería específicamente después del macollamiento, se utilizó herramientas agrícolas como rastrillos, azadón y carretilla, los residuos se retiraron del lote de investigación.

10.8.1.10. Controles fitosanitarios

En la unidad experimental se evaluó la severidad de las principales enfermedades por lo que no se aplicó agroquímicos, para la severidad se utilizó escalas de evaluación.

10.8.1.11. Cosecha

Se realizó de forma manual con hoz, una vez las plantas hayan llegado a su madurez de campo. Cada uno de los tratamientos cosechados se colocó en costales separados e identificados con letreros según la variedad, línea promisoría y repetición. Cabe recalcar que la cosecha no se dio de todos los tratamientos por igual, la madurez de campo se presentó en diferentes lapsos de tiempo para cada uno.

10.8.1.12. Trilla

Se llevó a cabo de manera mecánica con una trilladora para experimentos calibrado para la trilla de triticale, este procedimiento se realizó tomando en consideración los tratamientos por separado, el grano se depositó en saquillos.

10.8.1.13. Beneficio de la semilla

Se procedió al secado de la semilla por una semana en el invernadero hasta que llegue a un porcentaje de humedad de grano aceptable, en este caso el porcentaje de grano llegó al 11%. Posterior a la limpieza en venteadoras del grano seco se almacenó en fundas de tela con la correspondiente identificación en etiquetas.

Después de esto, se evaluó los datos de poscosecha tales como rendimiento, peso hectolítrico, tipo y color de grano según las escalas de evaluación propuestas en el Manual de Parámetros de Evaluación y Selección en cereales del INIAP.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación fue evaluado el comportamiento agronómico de líneas promisorias y variedad de triticale (x *Triticosecale* Wittmack) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache. A continuación se detallan los resultados obtenidos del proyecto.

11.1. Análisis estadístico de normalidad de las variables

Tabla 18*Normalidad de Shapiro Wilks para variables evaluadas*

Variable	N° Observaciones	D.E.	W*	p-valor
Días al espigamiento	15	0,00	sd	>0,9999
Altura de planta (cm)	15	0,55	0,84	0,0150
Tamaño de espiga (cm)	15	0,61	0,93	0,4728
Número de granos/espiga	15	1,85	0,88	0,1126
Peso granos/espiga (g)	15	0,44	0,95	0,7439
Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>) (%)	15	0,00	0,94	>0,9999
Roya amarilla en Espiga (<i>Puccinia striiformis</i>) (%)	15	1,89	sd	<0,0001
Fusarium (<i>Fusarium spp</i>) (%)	15	6,55	0,73	0,0028
Virus del enanismo (BYDV) (0-9)	15	0,44	0,80	0,1358
Rendimiento de grano (Kg ha ⁻¹)	15	1107,68	0,89	0,5168
Peso hectolítrico (Kg hl ⁻¹)	15	2,41	0,93	0,7763
Peso de 100 granos (g)	15	0,41	0,96	0,5360

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la prueba de normalidad (Shapiro Wilks Modificado) (Tabla 18) las variables altura de planta y enfermedades como roya amarilla en Espiga (*Puccinia striiformis*) y Fusarium (*Fusarium spp*) presentaron un p valor inferior a 0,05, por lo cual se afirma que los datos no se ajustan a la curva normal y fueron analizados con estadística no paramétrica (Kruskal Wallis). Por otro lado, las variables tamaño de espiga, número y peso de granos por espiga, peso de 100 granos, roya amarilla (*Puccinia striiformis*), virus

del enanismo (BYDV), rendimiento de grano y peso hectolítrico, indicaron un p valor superior a 0,05, ajustándose a la distribución normal por lo fueron analizados bajo una estadística paramétrica.

11.2. Variables agronómicas y morfológicas

11.2.1. Porcentaje de emergencia

Tabla 19

Tabla de frecuencia para la variable porcentaje de emergencia.

Código	n	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
TRITICALE 2000	3	98,33	2,89	95,00	100,00
TCL-10-001	3	96,67	5,77	90,00	100,00
TCL-11-006	3	95,00	8,66	85,00	100,00
TCL-10-004	3	86,67	2,89	85,00	90,00
TCL-10-007	3	86,67	2,89	85,00	90,00
TOTAL	15	92,67	6,78	85,00	100,00
CV (%)		7,32			

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Al observar los promedios reportados en la Tabla 19 para la variable porcentaje de emergencia, se muestra que la variedad Triticale 2000 presenta el mejor promedio con 98,33% seguido de las líneas promisorias TCL-10-001 con 96,67 % y la que presentó menor porcentaje de emergencia fue TCL-10-007 con 86,7 %. Estos valores se ajustan a los proporcionados por el Programa de Cereales INIAP (2000) quien indica que la variedad Triticale 2000 tiene una capacidad de germinación de 86 a 93%.

El promedio general para esta variable es de 92,67%, según la escala de evaluación se considera que los tratamientos tuvieron un buen porcentaje de emergencia, con lo cual se puede deducir que, si se adaptan a las condiciones de la zona de estudio, no obstante, la diferencia de porcentajes entre tratamientos se debe a las características fisiológicas de la

semilla, corroborando lo que menciona López et al. (2016), quien destaca que la calidad fisiológica es un conjunto de mecanismos internos de la semilla que determinan su capacidad de germinación, emergencia, y el desarrollo de las estructuras esencial para producir una plántula.

11.2.2. Vigor de planta (1-5)

Tabla 20

Tabla de frecuencia para la variable vigor de planta.

Código	n	Promedio Escala (1-5)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-007	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-11-006	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TRITICALE 2000	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-10-004	3	2,33	0,58	2,00	3,00
TCL-10-001	3	3,00	0,00	3,00	3,00
TOTAL	15	1,67	0,90	1,00	3,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

De acuerdo a la Tabla 20 para la variable vigor de planta se puede señalar que tiene un promedio general de 1,67, los tratamientos con un tipo de vigor 1 (bueno) con plantas y hojas bien desarrolladas fueron las líneas promisorias TCL-10-007, TCL-11-006 y la variedad Triticale 2000. Por otro lado, la línea TCL-10-001 presentó un vigor tipo 3 (regular) cuyas plantas y hojas son medianamente desarrolladas.

Esto indica que el triticale tiene vigor 1 (bueno) ya que 3 de 5 tratamientos presentan plantas y hojas grandes, bien desarrolladas, esto es corroborado por Ponce et al. (2019), donde indica que el vigor se refiere a la fuerza con la que crecen las plantas en una parcela.

Se demuestra también que el triticale presentó buen vigor en las condiciones agroecológicas del Campus Salache, y refrenda lo descrito por Chen (2010), donde

destaca que el triticale tiene vigor en el crecimiento vegetativo, biomasa y tolerancia a condiciones adversas como escasez de agua y malas condiciones del suelo lo que concuerda con los datos obtenidos puesto que existió un buen vigor de planta bajo las condiciones.

Por otro lado, Góral et al. (2015), en su estudio determinaron que el rendimiento de híbridos de triticale fue menor, lo cual relacionó con una falta de vigor en las líneas de triticale investigadas, esto se refuta, ya que en la variedad Triticale 2000 tiene un buen vigor de planta, sin embargo, su rendimiento es inferior (Tabla 42).

11.2.3. Hábito de crecimiento (1-3)

Tabla 21

Tabla de frecuencia para la variable hábito de crecimiento.

Código	n	Promedio Escala (1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-10-001	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TCL-10-007	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TCL-11-006	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TRITICALE 2000	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TOTAL	15	1,80	0,41	1,00	2,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 21 indica un promedio general de 1,8 para esta variable, al observar los valores promedios se evidencia que existieron dos hábitos de crecimiento para los tratamientos; la línea promisorio TCL-10-004 presentó un hábito tipo 1 (erecto) con hojas dispuestas hacia arriba y un hábito tipo 2 (semi erecto) con hojas dispuestas horizontalmente formando un ángulo de 45° para los tratamientos restantes.

Lozano et al. (2009), explica que “Existen varios tipos de hábitos de crecimiento para este cultivo, en México se desarrollaron materiales de triticale con características

forrajeras en base a su patrón productivo y el hábito” (p.82). Por lo que es importante la evaluación de esta variable ya que para el caso de las líneas promisorias se podrá determinar si son aptas para uso forrajero, producción de grano o doble propósito en base a Lozano et al. (2009) quien indica que, para este tipo de explotación es fundamental la capacidad de rebrote de los genotipos la cual depende del hábito de crecimiento.

11.2.4. Días al espigamiento

Tabla 22

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable días al espigamiento.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	9,60	6	1,60	sd	sd
Código	9,60	4	2,40	sd	sd
Repeticiones	0,00	2	0,00	sd	sd
Error	0,00	8	0,00		
Total	9,60	14			
Promedio (días)		55,60			
CV (%)		0,00			

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 22 el análisis de varianza se evidencia un p-valor con sd (sin datos) en las fuentes de variación, esto debido a que no existió variabilidad en los datos recolectados puesto que, los valores fueron iguales para los tratamientos en las tres repeticiones, además los datos evidencian que hay un rango de días al espigamiento de 54 días para un tratamiento a 56 días para los tratamientos restantes como se puede observar en la Tabla 23. El coeficiente de variación fue de 0%, con un promedio de 55,60 días.

Tabla 23

Tabla de frecuencia para la variable días al espigamiento.

Código	n	Promedio (Días)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	54,00	0,00	54,00	54,00
TCL-10-001	3	56,00	0,00	56,00	56,00
TCL-10-007	3	56,00	0,00	56,00	56,00
TCL-11-006	3	56,00	0,00	56,00	56,00
TRITICALE 2000	3	56,00	0,00	56,00	56,00
TOTAL	15	55,60	0,83	54,00	56,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según los datos presentados en la Tabla 23 se observa que la línea promisorio TCL-10-004 presentó 54 días, siendo levemente precoz a diferencia de los demás tratamientos que registraron un periodo de 56 días al espigamiento.

En los datos obtenidos por el Programa de Cereales INIAP (2000) para la variedad Triticale 2000 señala que, esta florece entre los 60 y 83 días, lo cual es diferente a lo resultados presentados; ya que, los días al espigamiento de los tratamientos fueron inferiores bajo las condiciones del campo en estudio, es decir, son materiales vegetales más precoces; sin embargo, INIAP (2000) indica que esta variable es fuertemente influenciada por condiciones ambientales existentes en las diferentes zonas de cultivo.

11.2.5. Altura de planta (cm)

Tabla 24

Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable altura de planta.

Código	Promedio (cm)	D.E.	H	p-valor
TCL-10-007	95,90	0,62	13,50	0,0091 *
TRITICALE 2000	101,40	0,70		
TCL-10-001	103,49	0,80		
TCL-10-004	112,05	0,71		
TCL-11-006	114,92	0,36		

D.E.=Desviación estándar; *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (Tabla 24), evidencia que existe diferencia estadística para los códigos (tratamientos) con un p-valor inferior a 0,05.

Tabla 25

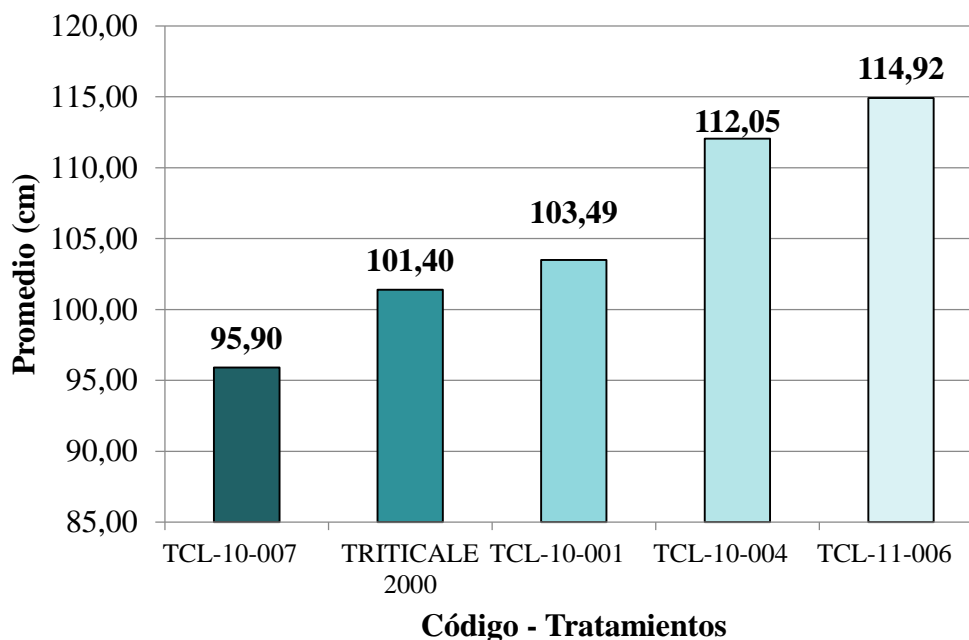
Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis al 5% para la variable altura de planta.

Código	Promedio (cm)	Rangos
TCL-10-007	95,90	A
TRITICALE 2000	101,40	A B
TCL-10-001	103,49	A B C
TCL-10-004	112,05	B C
TCL-11-006	114,92	C

Elaborado por: (Autor, 2022)

Figura 2

Promedios para la variable altura de planta.



Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 25 para la variable altura de planta en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis con nivel de significación al 5% se identifican tres rangos de significancia. En el primer rango está la línea promisorio TCL-10-007 con un valor promedio de 95,90 cm, y en el último rango, se ubica la línea TCL-11-006 con 114,92 cm como también se observa en la Figura 2.

Estos resultados se ajustan a los rangos establecidos por el Programa de Cereales INIAP (2000), que indica una altura entre los 90 a 120 cm. Saltos (2011), explica que esta variable responde directamente a las características varietales de cada cultivar y depende de la interacción genotipo ambiente.

El objetivo de un programa de mejoramiento es buscar plantas más bajas y rendidoras, además como explica Cajamarca y Montenegro (2015), esta es un variable de importancia al momento de seleccionar una variedad debido a la relación que tiene con el encamado de las plantas y capacidad de soportar dosis fuertes de nitrógeno.

Varuguese et al. (1986) explica que, una forma empleada por los fitogenetistas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para aumentar el rendimiento en triticales consistió en disminuir la altura de planta y aumentar la fortaleza de paja, con esto lograron aumentar la productividad de las cepas con genes adicionales de enanismo. En base a lo expuesto, al comparar con los resultados obtenidos, la línea promisorio TCL-10-007, a pesar de tener una altura inferior no fue altamente rendidora con respecto a los tratamientos restantes.

Monar (2007) citado por Pilataxi (2013), afirma que “La altura de planta es un carácter varietal importante porque tiene una relación directa con el porcentaje de acame de tallo y raíz. En zonas agroecológicas con frecuencia de vientos son recomendadas variedades de altura intermedia menores a 100 cm y de ciclo precoz” (p.70). En esta investigación la línea TCL-10-007 podría ser recomendada para zonas con alta incidencia de vientos.

11.2.6. Tipo de paja (1-3)

Tabla 26

Tabla de frecuencia para la variable tipo de paja.

Código	n	Promedio Escala (1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-001	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TRITICALE 2000	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-10-004	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TCL-10-007	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TCL-11-006	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TOTAL	15	1,60	0,51	1,00	2,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

En cuanto a la variable tipo de paja, la Tabla 26 muestra un valor promedio de 1,60. La línea promisorio TCL-10-001 y la variedad Triticale 2000 presentaron un tipo de paja 1

(tallo fuerte) soportando el viento y acame; los tratamientos restantes registraron un valor promedio de 2 (tallo intermedio) con tallos no muy gruesos erectos que soportan parcialmente el viento y el acame.

Estos resultados son similares a los obtenidos por el Programa de Cereales INIAP (2000) en donde la variedad Triticale 2000 tiene un tallo resistente al acame.

11.2.7. Tamaño de espiga (cm)

Tabla 27

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable tamaño de espiga.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo.	6,65	6	1,11	3,81	0,0427	
Código	3,77	4	0,94	3,24	0,0736	ns
Repeticiones	2,88	2	1,44	4,95	0,0400	*
Error	2,33	8	0,29			
Total	8,98	14				
Promedio (cm)		10,81				
CV (%)		4,99				

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

Para la Tabla 27 el análisis de varianza se evidencia significancia estadística para la fuente de variación repeticiones y no existe diferencia para la categoría códigos. El coeficiente de variación fue de 4,99% con un promedio general de 10,81.

Tabla 28

Tabla de frecuencia para la variable tamaño de espiga.

Código	n	Promedio (cm)	D.E.	Mínimo	Máximo
TRITICALE 2000	3	11,60	0,96	10,74	12,64
TCL-11-006	3	10,99	0,45	10,52	11,42
TCL-10-001	3	10,92	0,26	10,62	11,10
TCL-10-004	3	10,33	0,37	10,11	10,76
TCL-10-007	3	10,21	1,13	9,44	11,50
TOTAL	15	10,81	0,80	9,44	12,64

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 28 muestra un valor promedio de las quince unidades experimentales de 10,81 cm; siendo la variedad Triticale 2000 superior con 11,60 cm. Por otro lado, la línea promisorio TCL-10-007 tiene un valor promedio de 10,21 cm siendo inferior a los demás tratamientos. Estos resultados no concuerdan con los valores establecidos por el Programa de Cereales INIAP (2000) debido a que, la longitud de espiga está entre los 12 y 15 cm.

Esta diferencia se podría atribuir a las condiciones ambientales del campo de estudio y/o al comportamiento genético de los materiales vegetales evaluados, como lo menciona Coronel (1989) citado por (Janeta, 2011), quien nos dice que la longitud de espiga está dada por una característica hereditaria, propia de cada cultivar, aunque se ve influenciada por factores ambientales. Esto permite conocer la característica hereditaria y su adaptabilidad a la zona.

11.2.8. Número de granos por espiga

Tabla 29

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable número de granos por espiga.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	104,00	6	17,33	3,90	0,0403
Código	91,60	4	22,90	5,15	0,0238 *
Repeticiones	12,40	2	6,20	1,39	0,3026 ns
Error	35,60	8	4,45		
Total	139,60	14			
Promedio (granos/espiga)		59,40			
CV (%)		3,54			

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 29 el análisis de varianza evidencia que existe significancia estadística para la fuente de variación códigos y no existe diferencia para las repeticiones. El promedio general es de 59,40 granos/espiga, y el coeficiente de variación de 3,54%.

Tabla 30

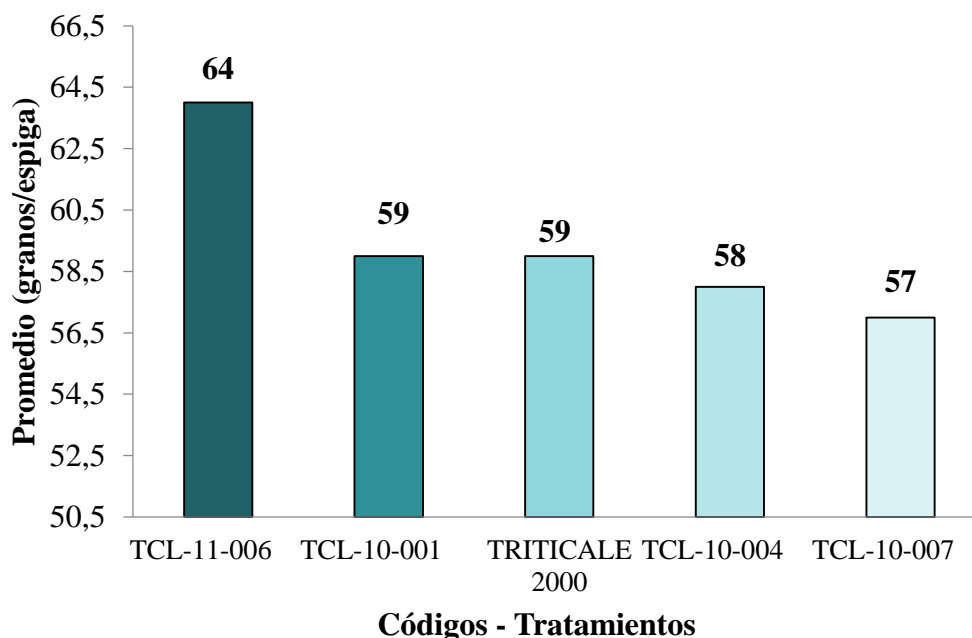
Prueba Tukey al 5% para la variable número de granos por espiga.

Código	Promedio (granos/espiga)	Rangos
TCL-11-006	64	A B
TCL-10-001	59	A B
TRITICALE 2000	59	A B
TCL-10-004	58	B
TCL-10-007	57	B

Elaborado por: (Autor, 2022)

Figura 3

Promedios para la variable número de granos por espiga.



Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 30, la prueba Tukey al 5% para el factor en estudio (códigos) reportó dos rangos de significancia. En el primer rango se ubica la línea promisorio TCL-11-006 con un valor promedio de 64 granos/espiga, y en el último rango con un valor promedio inferior, se ubicó la línea TCL-10-007 con 57 granos/espiga, como también se observa en la Figura 3.

De manera general, los resultados obtenidos no se ajustan a los valores proporcionados por el Programa de Cereales INIAP (2000), ya que la variedad Triticale 2000 bordea los 63 a 90 granos/espiga. La reducción de este valor se podría suponer que es por la incidencia de enfermedades como *Puccinia striiformis* y *Fusarium spp*, en base a lo que menciona la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal (2009), la cual afirma que “La enfermedad causa pérdidas importantes en rendimiento las cuales suelen ser el resultado de un número reducido de granos, peso específico y una calidad de grano reducida”, ya que ataca directamente a la espiga.

11.2.9. Peso de granos por espiga (g)

Tabla 31

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso de granos por espiga.

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo.	2,01	6	0,33	1,65	0,2494	
Código	0,92	4	0,23	1,13	0,4058	ns
Repeticiones	1,09	2	0,55	2,69	0,1277	ns
Error	1,62	8	0,20			
Total	3,63	14				
Promedio (g/espiga)		3,16				
CV (%)		14,25				

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 31 el análisis de varianza reporta que no existe significancia estadística para las fuentes de variación códigos y repeticiones. El promedio general es de 3,16 g/espiga, y el coeficiente de variación de 14,25%.

Tabla 32

Tabla de frecuencia para la variable peso de granos por espiga.

Código	n	Promedio (g/espiga)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-11-006	3	3,60	0,38	3,21	3,97
TRITICALE 2000	3	3,27	0,56	2,91	3,91
TCL-10-004	3	3,02	0,22	2,84	3,26
TCL-10-001	3	2,96	0,31	2,75	3,32
TCL-10-007	3	2,94	0,87	2,18	3,89
TOTAL	15	3,16	0,51	2,18	3,97

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 32 reporta un valor promedio de 3,16 g espiga⁻¹, el mejor tratamiento es la línea promisorio TCL-11-006 con un promedio de 3,6 g espiga⁻¹ siendo superior a la línea TCL-10-007 la cual presenta un promedio de 2,94 g espiga⁻¹.

Estos resultados son similares a los que registra Ballesteros et al. (2017) en su artículo, en los cuales el peso va de 2,24 a 3,6 g espiga⁻¹, cabe mencionar que el estudio fue realizado en localidad de Zacamulpa Huitzilapan, en el municipio de Lerma, Estado de México la cual tiene las mismas condiciones ambientales del campo de estudio de la presente investigación.

11.3. Reacción a enfermedades

11.3.1. Roya amarilla (*Puccinia striiformis*) (Sev %)

Tabla 33

Análisis de varianza (ADEVA) para roya amarilla (Puccinia striiformis).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	2,4	6	0,4	9,00734E+15	<0,0001
Código	2,4	4	0,6	sd	sd
Repeticiones	0	2	0	sd	sd
Error	0	8	0		
Total	2,4	14			
Promedio (%)		0,8			
CV (%)		0,00000083			

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 33 el análisis de varianza evidencia sd (sin datos) para las fuentes de variación código y repeticiones, esto debido a que, no existe variabilidad en los datos recolectados; los valores fueron iguales para los tratamientos en las tres repeticiones, además los datos evidencian que hay un rango de porcentaje de severidad de 0 para un tratamiento a 1 (trazas) para los tratamientos restantes como se puede observar en la Tabla 34. El promedio general es de 0,8, y el coeficiente de variación de 0,00000083%.

Tabla 34

*Tabla de frecuencia para roya amarilla (*Puccinia striiformis*).*

Código	n	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	0,00	0,00	0,00	0,00
TCL-10-001	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-10-007	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-11-006	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TRITICALE 2000	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TOTAL	15	0,80	0,41	0,00	1,00

1 (Trazas); D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 34 muestra la reacción de cada uno de los tratamientos a roya amarilla (*Puccinia striiformis*), la línea TCL-10-004 no presentó la enfermedad en las dos lecturas realizadas, pero para los tratamientos restantes se observó el apareamiento de trazas (1), eso se refiere a que la enfermedad estuvo presente en la planta pero no logró desarrollarse y esto se da por los genes de resistencia que presentan estos tratamientos a algunas enfermedades, ratificando lo que afirma el Programa de Cereales INIAP (2000), el cual destaca los niveles de resistencia a (*Puccinia striiformis*) presentados por Triticale 2000.

11.3.2. Roya amarilla en espiga (*Puccinia striiformis*) (Sev %)

Tabla 35

Prueba de Kruskal Wallis para roya amarilla en espiga (Puccinia striiformis).

Código	Promedio (%)	D.E.	H	p-valor	
TCL-10-001	6,67	2,89	1,13	0,6747	ns
TCL-10-004	5,00	0,00			
TCL-10-007	5,00	0,00			
TCL-11-006	6,67	2,89			
TRITICALE 2000	6,67	2,89			

*= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 35 en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, evidencia que no existe diferencia estadística para los códigos (tratamientos) con un p-valor superior a 0,05.

Tabla 36

Tabla de frecuencia para roya amarilla en espiga (Puccinia striiformis).

Código	n	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	5,00	0,00	5,00	5,00
TCL-10-007	3	5,00	0,00	5,00	5,00
TCL-10-001	3	6,67	2,89	5,00	10,00
TCL-11-006	3	6,67	2,89	5,00	10,00
TRITICALE 2000	3	6,67	2,89	5,00	10,00
TOTAL	15	6,00	2,07	5,00	10,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 36 reporta que las líneas promisorias TCL-10-0004 y TCL-10-007 presentaron menor porcentaje de severidad con un valor promedio de 5%, contrario al caso de tratamientos como TCL-10-001, TCL-11-006 y la variedad Triticale 2000 cuya severidad es de 6,67%. De manera general, se determina que estos materiales son resistentes a la enfermedad bajo las condiciones del campo de estudio.

Sin embargo, se puede atribuir la presencia de (*Puccinia striiformis*) debido al periodo de precipitaciones constantes que se presentaron desde la etapa de espigamiento; confirmando a lo señalado por Formento y Kuttel (2022), quienes explican que las condiciones favorables para desarrollo de la roya son días muy soleados temperaturas diurnas entre 20 y 25 °C, temperaturas nocturnas entre 15 y 20 °C, formación de rocío sobre las hojas, ocurrencia de neblinas o lluvias persistentes.

Con estos resultados se acepta lo que menciona Galdames (2018), al decir que inicialmente este patógeno produjo infecciones graves en algunos de los primeros triticales, sin embargo, se ha logrado obtener altos niveles de resistencia.

11.3.3. Fusarium (*Fusarium spp*) (Sev %)

Tabla 37

Prueba de Kruskal Wallis para fusarium (Fusarium spp).

Código	Promedio (%)	D.E.	H	p-valor	
TCL-10-001	13,33	11,55	5,15	0,1121	ns
TCL-10-004	3,33	5,77			
TCL-10-007	20,00	0,00			
TCL-11-006	20,00	0,00			
TRITICALE 2000	13,33	11,55			

*= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 37 en la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, evidencia que no existe diferencia estadística para los códigos (tratamientos) con un p-valor superior a 0,05.

Tabla 38

Tabla de frecuencia para fusarium (Fusarium spp).

Código	n	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	3,33	5,77	0,00	10,00
TCL-10-001	3	13,33	11,55	0,00	20,00
TRITICALE 2000	3	13,33	11,55	0,00	20,00
TCL-10-007	3	20,00	0,00	20,00	20,00
TCL-11-006	3	20,00	0,00	20,00	20,00
TOTAL	15	14,00	9,10	0,00	20,00

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Al observar la Tabla 38 se menciona que, Fusarium presentó síntomas en la línea promisorio TCL-10-004 con un valor promedio de 3,33% de severidad, para la línea TCL-10-001 y la variedad Triticale 2000 un valor promedio de 13,33% y finalmente para TCL-10-007 y TCL-11-006 un 20%, siendo estas con mayor porcentaje de severidad. Se podría atribuir la presencia de la enfermedad en las quince unidades experimentales, por las condiciones climáticas de la zona de cultivo puesto que desde la etapa de espigamiento las precipitaciones persistieron, como lo menciona Pereyra y Acosta (2014), *Fusarium spp* se desarrolla frente a la existencia de lluvias frecuentes y temperaturas altas durante la floración y llenado de grano.

El tizón de la espiga por fusarium es una de las enfermedades más graves en los cereales de grano pequeño, incluido el triticale. La enfermedad disminuye el rendimiento pero además contiene micotoxinas que son dañinas para la alimentación humana y animal. (Galiano-Carneiro et al., 2019) Se concuerda con el autor, ya que los tratamientos con

mayor porcentaje de severidad tienen bajos niveles de rendimiento sobre todo para la variedad Triticale 2000 (Tabla 42).

11.3.4. Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV) (1-9)

Tabla 39

Análisis de varianza (ADEVA) para virus del enanismo (BYDV).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,93	6	1,49	4,47	0,028
Código	8,93	4	2,23	6,7	0,0114 *
Repeticiones	0	2	0	0	>0,9999 ns
Error	2,67	8	0,33		
Total	11,6	14			
Promedio Escala (1-9)		3,4			
CV (%)		16,98			

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 39 el análisis de varianza reporta significancia estadística para código y no existe diferencia para las repeticiones. El promedio general es de 3,4, y el coeficiente de variación de 16,98 %.

Tabla 40

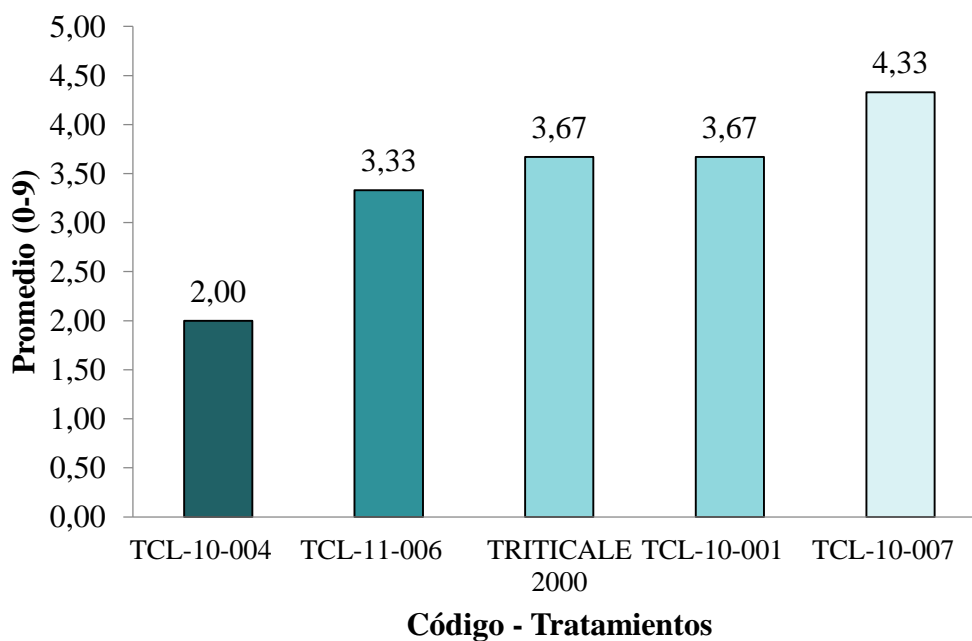
Prueba Tukey al 5% para virus del enanismo (BYDV).

Código	Promedio Escala (1-9)	Rangos
TCL-10-004	2,00	A
TCL-11-006	3,33	A B
TRITICALE 2000	3,67	B
TCL-10-001	3,67	B
TCL-10-007	4,33	B

Elaborado por: (Autor, 2022)

Figura 4

Promedios para virus del enanismo (BYDV).



Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 40, la prueba Tukey al 5% para el factor en estudio (códigos) reportó dos rangos de significancia. En el primer rango se ubica la línea promisorio TCL-11-004 con un valor promedio de 2, es decir, presenta amarillamiento restringido de las hojas con

mayor porción de áreas amarillas, y en el último rango con un valor promedio inferior, se ubicó la línea TCL-10-007 con 4,33 (amarillamiento moderado), como también se observa en la Figura 4.

De manera general, las líneas promisorias y la variedad no tienen señales de enanismo sólo amarillamiento en sus diferentes niveles antes descritos. Se supone que el virus apareció por la presencia de áfidos (pulgones) que son los principales transmisores; concordando con ITACyL (2020), quien manifiesta que este virus se transmite por la saliva de vectores, no se transmite por semilla, inoculación mecánica, ni a través del suelo.

11.4. Variables poscosecha

11.4.1. Rendimiento de grano (kg ha^{-1})

Tabla 41

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable rendimiento de grano.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	19444822,7	6	3240803,78	1,86	0,2040	
Código	16192957,7	4	4048239,42	2,33	0,1440	ns
Repeticiones	3251864,99	2	1625932,49	0,93	0,4319	ns
Error	13925378,9	8	1740672,36			
Total	33370201,6	14				
Promedio (kg ha^{-1})		11139,33				
CV (%)		11,84				

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 41 el análisis de varianza evidencia que no existe significancia estadística para ninguna de las fuentes de variación. El promedio general es de $11139,33 \text{ kg ha}^{-1}$, y el coeficiente de variación de 11,84%.

Tabla 42

Tabla de frecuencia para la variable rendimiento de grano.

Código	n	Promedio (kg ha⁻¹)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	12810,46	1473,13	11111,11	13725,49
TCL-10-001	3	11701,65	889,41	11055,56	12716,05
TCL-11-006	3	10899,78	1728,59	9444,44	12810,46
TCL-10-007	3	10491,41	1624,41	8627,45	11604,94
TRITICALE 2000	3	9793,37	27,01	9777,78	9824,56
TOTAL	15	11139,33	1543,89	8627,45	13725,49

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 42 para la variable rendimiento de grano nos muestra que, el valor promedio general es de 11139,33 kg ha⁻¹, siendo superior la línea promisorio TCL-10-004 con 12810,46 kg ha⁻¹ mientras que, para la variedad Triticale 2000 el rendimiento de grano es de 9793,37 kg ha⁻¹ cuyo valor resulta inferior al comparar con los tratamientos restantes.

Los resultados obtenidos son diferentes en comparación a los presentados por el Programa de Cereales INIAP (2000), en los cuales el rendimiento está entre los 3383 a 6030 kg ha⁻¹. Esto se puede atribuir al material genético y potencial que presenta; además, se destaca el comportamiento de los tratamientos frente a las condiciones climáticas de la zona de estudio.

Según Paccapelo et al. (2017), en cultivares testigo probados durante 2009 a 2015 en Santa Rosa, La Pampa, Argentina obtuvieron el mejor rendimiento de grano en el año 2010 con 4420 kg ha⁻¹. Por otro lado, en Canadá Goyal et al. (2011) obtienen un rendimiento promedio de 5.680 kg ha⁻¹ de 20 genotipos durante 2005-2008 mientras que Ballesteros Rodríguez et al. (2017) presentan rendimientos máximos de 5740 y 5580 kg ha⁻¹ en el estado de México. Los resultados obtenidos no son similares a los descritos anteriormente, en este caso se obtienen valores máximos de 13725.49 kg ha⁻¹; sin

embargo, es importante tomar en cuenta que la variación de rendimiento se presenta según genotipos y ambientes, como lo ratifica (Paccapelo et al., 2017).

11.4.2. Peso hectolítrico (kg hl⁻¹)

Tabla 43

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	78,04	6	13,01	2,88	0,0843	
Código	32,71	4	8,18	1,81	0,2201	ns
Repeticiones	45,33	2	22,66	5,02	0,0387	*
Error	36,14	8	4,52			
Total	114,18	14				
Promedio (kg hl⁻¹)		69,26				
CV (%)		3,07				

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 43 el análisis de varianza evidencia que no existe significancia estadística para la fuente de variación códigos y existe diferencia para las repeticiones. El promedio general es de 59,40 (kg hl⁻¹), y el coeficiente de variación de 3,07%.

Tabla 44

Tabla de frecuencia para la variable peso hectolítrico.

Código	n	Promedio (kg hl⁻¹)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	71,01	3,35	67,22	73,59
TCL-10-001	3	70,20	4,53	66,93	75,37
TRITICALE 2000	3	69,64	1,96	68,19	71,87
TCL-10-007	3	68,74	2,12	67,32	71,18
TCL-11-006	3	66,70	0,79	66,09	67,59
TOTAL	15	69,26	2,86	66,09	75,37

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Para la variable peso hectolítrico, la Tabla 44 reporta un valor promedio de 71,01 kg hl⁻¹ para la línea promisorio TCL-10-004 y un promedio inferior de 66,7 kg hl⁻¹ correspondiente a TCL-10-006. Al comparar los valores obtenidos con los presentados por el Programa de Cereales INIAP (2000) estos encajan al rango de 63 a 70 kg hl⁻¹.

Janeta (2011), nos dice que “La calidad de grano, las condiciones ambientales y cierta influencia del tiempo para la cosecha influyen de manera directa en el peso hectolítrico” (p.42).

Cabe indicar lo que manifiesta Paccapelo et al. (2017), quienes explican que el triticale tiene mayor desarrollo como alimento animal por la buena calidad de grano y favorables rendimientos de materia seca. Este cultivo tiene el grano arrugado el cual es un grave defecto de calidad que disminuye el peso hectolítrico y el rendimiento en molino. La calidad industrial del grano ha sido motivo de trabajos de mejoramiento en el CIMMYT.

11.4.3. Peso de 100 granos (g)

Tabla 45

Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso de 100 granos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.	1,32	6	0,22	1,32	0,3499	
Código	0,34	4	0,08	0,50	0,7366	ns
Repeticiones	0,99	2	0,49	2,95	0,1100	ns
Error	1,34	8	0,17			
Total	2,66	14				
Promedio (g)		5,58				
CV (%)		7,33				

FV (Fuente de variación); SC (Suma de cuadrados); GL (Grados de Libertad); CM (Cuadrado Medio); F (f calculado); p-valor (Nivel de significancia); *= Significancia estadística al 5% y ns= no significancia estadística

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la Tabla 45 el análisis de varianza evidencia que no existe significancia estadística para las fuentes de variación códigos y repeticiones. El promedio general es de 5,58 g, y el coeficiente de variación de 7,33%.

Tabla 46

Tabla de frecuencia para la variable peso de 100 granos.

Código	n	Promedio (g)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-11-006	3	5,85	0,40	5,39	6,11
TRITICALE 2000	3	5,64	0,27	5,38	5,92
TCL-10-001	3	5,52	0,37	5,28	5,95
TCL-10-004	3	5,46	0,54	5,00	6,06
TCL-10-007	3	5,45	0,70	4,64	5,91
TOTAL	15	5,58	0,44	4,64	6,11

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Para la variable peso de 100 granos, la Tabla 46 muestra un valor promedio superior con 5,85 g para la línea promisorio TCL-11-006 y un promedio inferior de 5,45 g correspondiente a la línea TCL-10-007. Los resultados obtenidos son diferentes a los valores proporcionados por el Programa de Cereales INIAP (2000), siendo estos inferiores a los obtenidos en la investigación. Cabe mencionar que esta variable es muy importante evaluar, debido a que es una característica utilizada para informar sobre el tamaño y el peso de la semilla, con lo cual se puede calcular dosis y densidades de semilla para la siembra mecanizada como lo explica Velásquez et al. (2008).

11.4.4. Tipo de grano (1-3) y color (R-B)

Tabla 47

Tabla de frecuencia para la variable tipo de grano.

Código	n	Promedio Escala (1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
TCL-10-004	3	1,00	0,00	1,00	1,00
TCL-10-001	3	1,67	0,58	1,00	2,00
TCL-10-007	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TRITICALE 2000	3	2,00	0,00	2,00	2,00
TCL-11-006	3	3,00	0,00	3,00	3,00
TOTAL	15	1,93	0,7	1	3

D.E. (Desviación estándar)

Elaborado por: (Autor, 2022)

La Tabla 47 muestra un valor promedio general de 1,93, el tratamiento con mejor tipo de grano fue la línea promisorio TCL-10-004 con un tipo de grano 1 es decir, es un grano grueso, grande, bien formado y limpio; mientras que, las líneas promisorias TCL-10-001, TCL-10-007 y la variedad Triticale 2000 presentaron un tipo de grano 2, el cual se trata de

un grano mediano, bien formado y limpio; por último, TCL-11-006 presentó un tipo de grano 3 con granos pequeños, delgados, manchados y chupados.

Existe la convicción entre los mejoradores que características como la forma y el tamaño de grano tienen un efecto importante sobre el peso hectolítrico, los granos redondos y pequeños tendrían mejor peso hectolítrico que los granos grandes y alargados como lo aseguran (De la O Olán et al., 2018). En base a esto, se rechaza lo expuesto por los autores ya que para esta investigación los tratamientos con granos grandes y alargados tuvieron mayor peso hectolítrico. Las líneas promisorias con fenotipo de grano 1 resultan ser las ideales en base a lo señalado por Godiño y Hugo (2000), quienes enfatizan que de los granos grandes se espera un rendimiento y peso hectolítrico superior que de los granos pequeños y chupados. Para el color de grano no se realizó un análisis estadístico ya que las quince unidades experimentales presentaron un color rojo, característica similar evidenciada por el Programa de Cereales INIAP (2000) para la variedad Triticale 2000. Además es importante indicar lo que menciona Godiño y Hugo (2000), quien nos dice que los colores de grano son características estrictamente varietales.

11.5. Ponderación de variables

Tabla 48

Ponderación de las variables evaluadas en relación a los códigos.

Variables	Códigos				
	TRITICALE 2000	TCL-10-007	TCL-10-001	TCL-10-004	TCL-11-006
Variables Agronómicas y Morfológicas					
Porcentaje de emergencia (%)	98,33	86,67		86,67	

VARIABLES	TRITICALE 2000	TCL-10-007	TCL-10-001	TCL-10-004	TCL-11-006
Vigor de planta (1-5)		1: Plantas y hojas grandes	3: Plantas y hojas medianamente desarrolladas		
Hábito de crecimiento (1-3)	2: Intermedio	2: Intermedio	2: Intermedio	1: Erecto	2: Intermedio
Días al espigamiento	56	56	56	54	56
Altura de planta (cm)		95,70			114,92
Tipo de paja (1-3)	1: Tallo fuerte	2: Tallo no muy grueso	1: Tallo fuerte	2: Tallo no muy grueso	2: Tallo no muy grueso
Tamaño de espiga (cm)	11,60	10,21			
Nº granos/espiga		57			64
Peso granos/espiga (g)		2,94			3,60
Reacción a enfermedades					
<i>Puccinia striiformis</i> (Sev %)	1: Trazas	1: Trazas	1: Trazas	0: Sin ningún tipo de reacción	1: Trazas

Variables	TRITICALE 2000	TCL-10-007	TCL-10-001	TCL-10-004	TCL-11-006
<i>Puccinia striiformis</i> en Espiga (Sev %)	6,67	5,00	6,67	5,00	6,67
Fusarium (%)		20		3,33	20
BYDV (0-9)		4: Amarillamiento moderado		2: Amarillamiento restringido de las hojas	
Variables Poscosecha					
Rendimiento de grano (Kg ha-1)	9793,37			12810,46	
Peso hectolítrico (Kg hl-1)				71,01	66,70
Peso de 100 granos (g)		5,45			5,85
Tipo grano (1-3)				1: Grano grande	3: Grano pequeño
TOTAL (valores positivos)	3	2	1	9	3
TOTAL (valores negativos)	5	11	5	2	9

Valores positivos
 Valores negativos

Elaborado por: (Autor, 2022)

La ponderación se trata de una técnica estadística La Tabla 48 nos indica la ponderación de cada una de las variables evaluadas en relación a los códigos, se discriminó los valores positivos y negativos. Se evidencia que para la línea promisoría

TCL-10-004 en las variables hábito de crecimiento, días al espigamiento, reacción a enfermedades como *Puccinia striiformis*, Fusarium y virus del enanismo (BYDV) y en las variables de poscosecha tales como rendimiento de grano, peso hectolítrico y tipo de grano presentó valores superiores a comparación de los códigos restantes registrando la agrupación de la mayor parte de variables (nueve de diecisiete). Además, la línea promisoría TCL-10-007 muestra un total de once valores negativos, es decir fue inferior en once de diecisiete variables evaluadas.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. CONCLUSIONES

- Se demostró que las cuatro líneas promisorias y la variedad Triticale 2000 se adaptaron a las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache.
- Se determinó que la línea promisorio con código TCL-10-004 es la que mejor se adaptó a las condiciones del sitio de investigación, porque presentó los parámetros más óptimos en las variables evaluadas.
- Se estableció que la línea promisorio que presentó mejor rendimiento de grano fue TCL-10-004 con 12810,46 kg ha⁻¹ en comparación a los tratamientos restantes.

12.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con la investigación, evaluando el comportamiento agronómico de las líneas promisorias que mejor adaptabilidad y rendimiento tuvieron en el ensayo.
- Es necesario difundir los resultados a los agricultores y productores de cereales de las diferentes zonas de cultivo dentro del país promoviendo las ventajas cualitativas y cuantitativas que el triticoale tiene frente a los granos tradicionales.

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (2008). *Fitopatología, Segunda edición* (Limusa). <http://biblioteca.utsem-morelos.edu.mx/files/asp/biologia/FITOPATOLOGIA - George N-Agrios.pdf>
- Álvarez, D. (2014). Las especies vegetales promisorias: caso del departamento de antioquia. In *Tesis de grado*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Andrade, O. (2007). Roya amarilla o polvillo estriado del trigo. *Informativo INIA Carillanca, Foto 2*, 4–6. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/4177> (Visited: 12 marzo 2021)
- Ballesteros Rodríguez, E., Morales Rosales, E. J., Franco Mora, O., Santoyo Cuevas, E., Estrada Campuzano, G., & Gutiérrez Rodríguez, F. (2017). Manejo de fertilización nitrogenada sobre los componentes del rendimiento de triticale. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 721–733. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.614>
- Bilotti, L. (1999). Evaluación de triticale , trigo y centeno como sustratos para la producción de aflatoxinas [Universidad de Buenos Aires]. In *Anmat*. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3164_Bilotti.pdf
- Blum, A. (2014). The abiotic stress response and adaptation of triticale-A review. *Cereal Research Communications*, 42(3), 359–375. <https://doi.org/10.1556/CRC.42.2014.3.1>
- Brach, A. M. (2014). Roya del tallo en trigo. *Voces y Ecos*, 33, 24–26. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vye_nro33_roya_del_tallo_en_trigo_sorprendidos_e.pdf
- Bruinsma, J. (2003). *World Agriculture: Towards 2015 / 2030 an FAO perspective*. Earthscan. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315083858>
- Caicedo, J. C., Puyol, J. L., López, M. C., & Ibáñez, S. S. (2020). Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: Una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales*, XXVI, 308–327. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34665>
- Cajamarca, G. B., & 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 [Universidad de Cuenca].
In *Tesis*. http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23473/1/TESIS_CEBADA.pdf
- Chen, Z. J. (2010). Molecular mechanisms of polyploidy and hybrid vigor. *Trends in Plant Science*, 15(2), 57–71. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.12.003>
- 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 O Olán, M., Espitia Rangel, E., López Sánchez, H., Villaseñor Mir, H. E., Peña Bautista, R. J., & Herrera Hernández, J. (2018). Calidad física de grano de trigos harineros (*Triticum aestivum* L.) mexicanos de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(2), 271–283. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i2.1462>
- Espinosa, A., Tadero, M., Turrent, A., & Gómez, N. (2009). El potencial de las variedades maíz. *Ciencias*, 92–93(Marzo), 118–125. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no92/CNS092000017.pdf>
- Estrada, A. M. (2016). *Efecto del reposo en masa para galletas elaboradas con una mezcla de harina de trigo y triticale* [Universidad Autónoma del Estado de México]. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105409/Tesis_Licenciat_Miguel_Angel_Bernal_Estrada_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Falconí, E. (2008). *Plan de recuperación y fomento del cultivo de trigo en Ecuador, mediante el desarrollo y producción de semilla, con énfasis en difusión de variedades mejoradas, transferencia de tecnología y capacitación*.
- FAOSTAT. (2019). *Statistics Database*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Flores, G., Marín, S., & Cortés, J. (1998). Estudio de adaptabilidad de triticale a diferentes dosis de calcio y fósforo en andisoles. *Terra Latinoamericana*, 16, 63–69. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316108%0ACómo>
- Formento, Á., & Kuttel, W. (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 N° 87*, 64–68.
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11520/INTA_CREntreRios_EEAParana_Formento_AN_Comportamiento_cultivares_comerciales_avena_roya_hoja.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galdames, G. (2018). Enfermedades Parasitarias del Triticale en Chile. In C. Jobet (Ed.), *Triticale en el sur de Chile* (pp. 47–58).
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41107.pdf>
- Galiano-Carneiro, A. L., Boeven, P. H. G., Maurer, H. P., Würschum, T., & Miedaner, T. (2019). Genome-wide association study for an efficient selection of Fusarium head blight resistance in winter triticale. *Euphytica*, 215(1).
<https://doi.org/10.1007/s10681-018-2327-8>
- Godiño, M., & Hugo, W. (2000). Tecnología de Almacenamiento de granos de trigo. In *INIA La Estanzuela*. http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos_compartidos/15630011107104808.pdf%0A
- González, L. (1976). *Introducción a la fitopatología*.
<https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=eZkOAQAIAAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=FITOPATOLOGIA&ots=I-lpFG2PeW&sig=CtVZh450bITprUqLsU1RfIyaoVI#v=onepage&q=FITOPATOLOGIA&f=false>
- Góral, H., Stojalowski, S., Warzecha, T., & J. L. (2015). The Development of Hybrid Triticale. In *Triticale* (pp. 33–66). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7>
- 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>
- Guevara, F. (2012). *Propiedad intelectual en Panamá*. Corbetti Partners.
https://www.corbettipartners.com/propiedad_intelectual_y_registro_de_marcas_en_panama.html

- INIAP. (2000). *Información técnica de la variedad INIAP-Triticale 2000*.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- ITACyL. (2020). *Principales Cereales De Invierno*.
<https://www.lgseeds.es/media/VIRUS-DEL-ENANISMO-DEL-TRIGO.pdf>
- Janeta, P. (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* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<https://pdfs.semanticscholar.org/c278/2f063de916665bc1df1db937eb81bd4527ef.pdf>
- 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>
- Lavilla, M., & Ivancovich, A. (2016). Propuestas de escalas para la evaluación, a campo y en laboratorio, del “tizón foliar” y la “mancha púrpura de la semilla”, causadas por *Cercopora kikuchii*, en soja. *Instituto Experimental de Tecnología Agropecuaria*, 1–7.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_propuestas_de_escalas_para_la_evaluacion_a_campo_y_en_laboratorio_del_tizon_foliar_y_la_mancha_purpura_de_la_semilla_en_soja.pdf
- 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.
[https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas Para Evaluar Germinación%2C Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas.pdf](https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/Técnicas%20Para%20Evaluar%20Germinación%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiológica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopartículas.pdf)
- Lozano, A., Zamora, V., Ibarra, L., Rodríguez, A., De la Cruz, E., & M, I. (2009). *Análisis de la interacción genotipo–ambiente mediante el modelo Ammi y potencial de producción de triticales forrajeros (X Triticosecale Wittm.)*. 25(31), 81–92.
- Mellano, Z., Matus, T., & Madariaga, B. (2008). *Antecedentes sobre el Triticale en Chile y en otros países*. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7244>

- Paccapelo, H., Ferreira, V., Picca, A., Ferrari, E., Domínguez, R., Grassi, E., Ferreira, A., Di Santo, H., & Castillo, E. (2017). Triticale (\times Triticosecale Wittmack): Rendimiento y sus componentes en un ambiente semiárido de la Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 33(1), 45–58. <https://doi.org/10.4067/s0719-38902017005000201>
- Pereyra, S., & Acosta, Y. (2014). *Guía para el manejo de la fusariosis de la espiga en trigo*. INIA. [http://www.inia.uy/Documentos/INIA La Estanzuela/INIA_guia manejo FE trigo 2014_web \(1\).pdf](http://www.inia.uy/Documentos/INIA%20La%20Estanzuela/INIA_guia_manejo_FE_trigo_2014_web_(1).pdf)
- Pilataxi, A. (2013). Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 3220 msnm Olmedo Cayambe-2012 [Universidad Politécnica Salesiana]. In *Tesis*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>
- Ponce- Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. J. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales* (Issue 111).
- Ponce-Molina, L., Campaña, D., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). “Desarrollo de técnicas de cultivo para la producción sostenible de trigo y cebada con prácticas de conservación de suelo en la Sierra del Ecuador. In L. Ponce-Molina, D. Campaña, P. Noroña, & J. Garófalo (Eds.), *Actividades de Investigación en Cereales Año 2019* (Issue Boletín Técnico N° 175, p. 74). INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>
- Rawson, H., & Gómez, H. (2001). *Descripción de las fases de desarrollo del cultivo. ¿En qué fases se determina el rendimiento?* <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s00.htm#Contents>
- Rivadeneria, M. (1995). *Inventario Tecnológico del Programa de Cereales*.
- Salmon, D., Mergoum, M., & Gómez, H. (2004). Triticale production and management. In M. Mergoum & H. Gómez (Eds.), *Triticale improvement and production* (pp. 27–33). [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=vDp7R1CDXZ0C&oi=fnd&pg=PR9&dq=triticale+production+in+the+world&ots=pR381ReaVR&sig=ag7soBk-WaCMe_j2vldmhOUr2Xc#v=onepage&q=triticale production in the world&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=vDp7R1CDXZ0C&oi=fnd&pg=PR9&dq=triticale+production+in+the+world&ots=pR381ReaVR&sig=ag7soBk-WaCMe_j2vldmhOUr2Xc#v=onepage&q=triticale%20production%20in%20the%20world&f=false)

- 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* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/790/1/13T0712 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/790/1/13T0712.pdf)
- Schaller, C., & Qualset, C. (1980). Breeding for resistance to barley yellow dwarf virus. *In Proc. Third Int. Wheat Conf.*, 41, 528–541.
- Schierembeck, M. (2015). *Roya de la hoja y mancha amarilla en trigo: Principales efectos sobre componentes ecofisiológicos involucrados en la generación de biomasa y rendimiento*. Universidad Nacional de la Plata.
- Varuguese, G., Barker, T., & Saari, E. (1986). *Triticale*. CIMMYT.
- Velasco-López, J. Luis, 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. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2293>
- Velásquez, J., Monteros, Á., & Tapia, C. (2008). Semillas, Tecnología de Producción y Conservación. In *INIAP*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Ye Ceh, E., Solís, H., Lozano, A., Zamora, V., & Ayala, M. (2001). Agrupamiento de germoplasma de triticale forrajero por rendimiento , ahijamiento y gustosidad a. *Técnica Agropecuaria de México*, 39, 15–29. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61339102>
- Zadoks, J., Chang, T., & Konzak, C. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14, 415–421. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>
- Zavala, D. (1999). *Producción comercial de semilla de Triticale (Exaploide) en la Comarca Lagunera* [Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2682/1458_DANIEL_ZAVALA_BORREGO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

14. ANEXOS

Anexo No. 1. Análisis de suelo

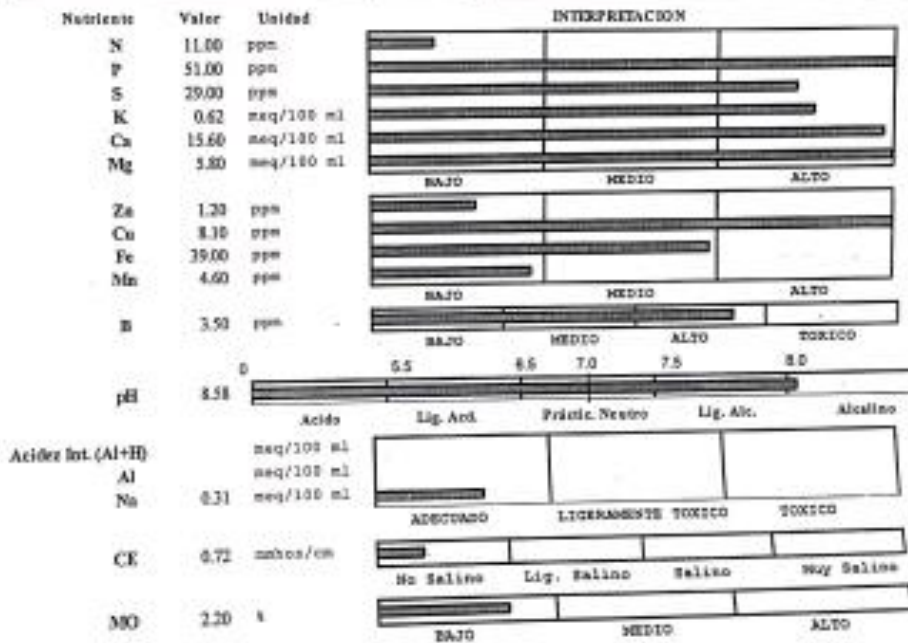


ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito-Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-630



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : ADALIZ CACHAGO Dirección : LATACUNGA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : HCDA. SALACHE Provincia : COTOPAXI Cantón : LATACUNGA Parroquia : Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : KIKUYO Cultivo Anterior : KIKUYO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : PARTE BAJA</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 31.263 N° Muestra Lab. : 93523 Fecha de Muestras : 08/07/2013 Fecha de Ingreso : 10/07/2013 Fecha de Salida : 22/07/2013</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	Cationes (%)			Clase Textural
						Arena	Limo	Arcilla	
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl				
2,7	9,4	34,5	22,3						


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo No. 2. Implementación (Siembra) (15/12/2021)

a) Limpieza y nivelación del terreno



b) Medición del terreno



c) Señalamiento



d) Siembra mecánica



e) Tapado de semilla



f) Material de siembra

**Anexo No. 3. Fertilización complementaria y riego por aspersión (11/02/2022)**

Anexo No. 4. Medición de las variables agronómicas, morfológicas y resistencia a enfermedades.

- a) Hábito de crecimiento, vigor de planta, días al espigamiento con el acompañamiento de técnicos del programa de Cereales del INIAP

(09/02/2022)



- b) Altura de planta



- c) Evaluación de la resistencia de enfermedades con los técnicos del programa de Cereales (08/03/2022)



- d) Medición de tamaño de espiga usando una cinta métrica.



- e) Conteo de número de granos por espiga



- f) Peso de granos por espiga



Anexo No. 5. Medición de variables de pos-cosecha

a) Rendimiento

Tara del saquillo



Peso de cada tratamiento



b) Peso hectolitrico

Tara del vaso



Colocación del grano en el embudo



Abertura de la guillotina



Nivelación del vaso



Peso



Anexo No. 7. Aval del traductor