



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO
LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL
INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

Ingeniera Agrónoma

Autor:

Minta Quiroga Mélida Guadalupe

Tutor:

Cristian Santiago Jiménez Jácome, Ing. Mg.

Co-tutor:

Garófalo Sosa Javier Alberto, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Minta Quiroga Mérida Guadalupe, con cédula de ciudadanía No. 0550237705, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024”** siendo el Ingeniero Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome, 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, 16 de febrero del 2024



Mérida Guadalupe Minta Quiroga
C.C: 0550237705
ESTUDIANTE

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 **MINTA QUIROGA MELIDA GUADALUPE**, identificada con cédula de ciudadanía **0550237705** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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 Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024”**, 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: Abril 2019 - Agosto 2019

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 28 de noviembre del 2023

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024.”**

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 16 días del mes de febrero del 2024.

Mélida Guadalupe Minta Quiroga

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

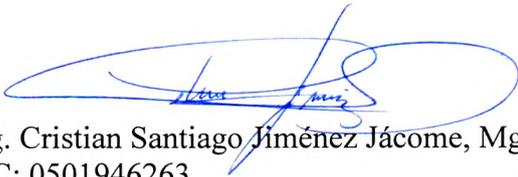
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024.”, de Minta Quiroga Mérida Guadalupe, de la carrera de Agronomía, 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, 16 de febrero del 2024



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.
C.C: 0501946263
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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: Minta Quiroga Mérida Guadalupe, con el título del Proyecto de Investigación: “**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024.**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

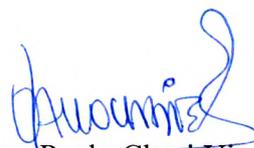
Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 16 de febrero del 2024



Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.
C.C: 0501645568

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Ms.c.
C.C: 0502409725

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.
CC: 0502672934

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a Dios, mis padres y todos mis profesores/as de la Universidad Técnica de Cotopaxi, les agradezco por su formación académica y por compartir sus conocimientos durante mi carrera. Sus enseñanzas me brindaron las herramientas y habilidades necesarias para realizar esta investigación.

A mi tutor Ing. Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Co-tutor Ing. Mg. Javier Alberto Garófalo Sosa, a mi tribunal de lectores Ing. P.h.D. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ing. Ms.c Wilman Paolo Chasi Vizuete, Ing. Mg Karina Paola Marín Quevedo, mi sincero agradecimiento por su invaluable apoyo y guía durante el desarrollo de esta tesis. Su paciencia, dedicación, conocimiento fueron fundamentales para la culminación de este trabajo. Agradezco sus consejos, críticas constructivas y motivación constante que me ayudarán a superar los obstáculos y desafíos que se presentan en el camino.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en mí durante todo este proceso.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta tesis. Su apoyo y colaboración fueron fundamentales para su éxito.

Mélida Guadalupe Minta Quiroga.

DEDICATORIA

A Dios y mis queridos padres, Patricio Minta y Lourdes Quiroga, gracias por ser mis pilares fundamentales en todo momento, por creer en mí, incluso cuando yo dudaba, por su infinito amor, apoyo incondicional y por inculcarme desde pequeña la pasión por el conocimiento. A mis hermanos, Deysi, por su complicidad, alegría y por ser mi fuente de inspiración. Esta tesis es un reflejo de sus valores y del ejemplo que me han dado.

A mis queridas amigas/os, gracias por compartir este viaje conmigo y por hacer que este camino fuera más llevadero con su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento y por ser parte fundamental de este camino.

A mis abuelos, mi tío, quienes desde el cielo me guían e inspiran a seguir luchando. A través de este trabajo, deseo mantener viva su memoria y preservar su legado para las generaciones venideras.

Dedico este trabajo a todos aquellos que sueñan con alcanzar grandes cosas. Nunca dejen de luchar por sus sueños, con esfuerzo y dedicación todo es posible.

Mélida Guadalupe Minta Quiroga.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO (*triticum aestivum* L.) DEL INIAP (SEGUNDO AÑO) BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI 2023-2024”

Autora:
Minta Quiroga Mélida Guadalupe

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi en conjunto con el programa de cereales INIAP de la estación Santa Catalina, con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo (*triticum aestivum* l.) del INIAP (segundo año) bajo las condiciones agroclimáticas del campus Salache-UTC, con el propósito de entregar a los productores material de trigo mejorado, permitiendo incrementar la producción y rentabilidad del cultivo. El ensayo se estableció con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones con un total de 15 unidades experimentales, las variables a evaluar fueron: porcentaje de emergencia, vigor, habito de crecimiento, días al espigamiento, altura de plantas, tipo de paja, número de granos por espiga, tamaño de espigas, rendimiento, peso hectolitrico, tipo y color de grano, estas variables se evaluaron basándose en la escala de Zadoks del Manual N° 111 “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales”, publicado por el INIAP (2019), mientras que la incidencia y severidad de las enfermedades y virus, fueron evaluadas mediante la escala de Coob. Las variables fueron evaluadas mediante análisis estadísticos del software de INFOSTAT, prueba de normalidad Shapiro-Wilks, pruebas de Tukey al 5%, los resultados obtenidos indican la variedad INIAP-IMBABURA-2014 fue la mejor en adaptarse a las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi presentando las siguientes características: vigor de planta escala de 2, habito de planta de 2, días al espigamiento de 66 días, altura final de planta de 95 cm, tamaño de espiga de 10,02 cm, color de grano rojo, tipo de paja 1, rendimiento de 4210 kg ha⁻¹, peso hectolítrico de 80,23 kg hl⁻¹, resistente a la roya amarilla y el virus del enanismo; seguida de la línea promisorio TA-19-008 con un vigor de planta 2, rendimiento de 3427,67 kg ha⁻¹, peso hectolítrico de 77,44 kg hl⁻¹ y resistente a plagas y enfermedades.

Palabras clave: trigo, variedad mejorada, líneas promisorias, escala Zadoks, rendimiento, adaptación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EVALUATION OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF FOUR PROMISORY LINES AND ONE VARIETY OF WHEAT (*triticum aestivum* L.) FROM INIAP (SECOND YEAR) UNDER AGROCLIMATIC CONDITIONS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI 2023-2024".

Author:
Minta Quiroga Mélida Guadalupe

ABSTRACT

The present research was carried out at the Technical University of Cotopaxi in conjunction with the INIAP cereal programmed of the Santa Catalina station, with the objective of evaluating the agronomic behavior of four promising lines and a variety of wheat (*triticum aestivum* L.) of INIAP (second year) under the agro-climatic conditions of the Salache-UTC campus, with the purpose of providing producers with improved wheat material, allowing them to increase the production and profitability of the crop. The trial was established with a completely randomized block design (DBCA) with five treatments and three replications with a total of 15 experimental units, the variables to be evaluated were: percentage of emergence, vigor, growth habit, days to heading, plant height, straw type, number of grains per ear, ear size, yield, hectoliter weight, type and color of grain, these variables were evaluated based on the Zadok's scale of the Manual No. 111 "Evaluation and Selection Parameters in Cereals", published by INIAP (2019), while the incidence and severity of diseases and viruses, were evaluated using the Coob scale. The variables were evaluated by statistical analysis of INFOSTAT software, Shapiro-Wilks normality test, Tukey tests at 5%, the results obtained indicate that the INIAP-IMBABURA-2014 variety was the best in adapting to the agroclimatic conditions of the Technical University of Cotopaxi presenting the following characteristics: plant vigor scale of 2, plant habit of 2, days to bolting of 66 days, final plant height of 95 cm, spike size of 10.02 cm, red grain color, straw type 1, yield of 4210 kg ha⁻¹, hectoliter weight of 80.23 kg hl⁻¹, resistant to yellow rust and dwarfing virus; followed by the promising line TA-19-008 with plant vigor 2, yield 3427.67 kg ha⁻¹, hectoliter weight 77.44 kg hl⁻¹ and resistant to pests and diseases.

Key words: Wheat, Improved variety, Promising lines, Zadoks scale, Yield, Adaptation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS:.....	4
5.1. General.....	4
5.2. Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. Cereal.....	7
7.2. Trigo (<i>triticum aestivum</i> L.).....	7
7.3. Clasificación taxonómica.....	8
7.4. Características morfológicas.....	8

7.4.1.	Raíz.....	8
7.4.2.	Tallo.....	8
7.4.3.	Hojas.....	9
7.4.4.	Inflorescencia.....	9
7.4.5.	Fruto	9
7.5.	Ciclo Vegetativo	9
7.5.1.	Germinación	10
7.5.2.	Ahijamiento	10
7.5.3.	Encañado	10
7.5.4.	Maduración.....	10
7.6.	Condiciones Agroclimáticas	11
7.6.1.	Pluviosidad	11
7.6.2.	Heliofanía	11
7.6.3.	Temperatura.....	11
7.6.4.	Suelo	11
7.6.5.	pH.....	11
7.7.	Conceptos para orientar a la identificación de variedades mejoradas	12
7.7.1.	Pedigree	12
7.7.2.	Líneas promisorias.....	12
7.7.3.	Variedades mejoradas.....	12
7.8.	Pedigrí de líneas promisorias y una variedad mejorada en la investigación.....	13
7.9.	Evaluación de cereales.....	13
7.10.	Escala de Zadoks.....	14
7.11.	Evaluación de los cereales en escala de Zadoks.	16
7.11.1.	Emergencia.	16
7.11.2.	Vigor	17
7.11.3.	Habito de Crecimiento	17

7.11.4.	Días al espigamiento	17
7.11.5.	Altura de la planta.....	18
7.11.6.	Tipo de paja	19
7.11.7.	Tamaño de Espiga.....	19
7.11.8.	Número de granos por espiga	20
7.12.	Variables a Evaluar en Post- Cosecha.....	20
7.12.1.	Rendimiento.....	20
7.12.2.	Peso Hectolítrico.....	21
7.12.3.	Peso de mil granos	22
7.12.4.	Tipo y color de grano.....	22
7.13.	Manejo Del Cultivo Cereales	22
7.13.1.	Preparación Del Suelo	22
7.13.2.	Semilla E Implementación Del Cultivo	23
7.13.3.	Fertilización	23
7.13.4.	Control De Malezas	23
7.13.5.	Desmezcla.....	24
7.13.6.	Cosecha.....	24
7.13.7.	Trilla.....	24
7.14.	Manejo de cultivo de cereales de poscosecha	25
7.14.1.	Secado del grano	25
7.14.2.	Limpieza y clasificación	25
7.14.3.	Almacenamiento	25
7.15.	Principales plagas y enfermedades del trigo	25
7.15.1.	Royas	26
7.15.2.	Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV	27
8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	28
8.1.	Hipótesis alternativa:	28

8.2.	Hipótesis nula:	28
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
9.1.	Ubicación	28
9.2.	Tipo de investigación	29
9.2.1.	Experimental.....	29
9.2.2.	Cualitativa-cuantitativa.....	29
9.3.	Modalidad de la investigación	29
9.3.1.	Campo.....	29
9.3.2.	Analítica	29
9.3.3.	Revisión de documental y bibliográfico	29
9.4.	Especificaciones del campo experimental	29
9.4.1.	Diseño experimental	29
9.4.2.	Factores en estudio	30
9.4.3.	Tratamientos	31
9.4.4.	Distribución de la parcela experimental y neta.	31
9.4.5.	Diseño del ensayo en campo	32
9.5.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	32
9.5.1.	Observación en campo.....	32
9.5.2.	Registro de datos	32
9.5.3.	Análisis estadístico	33
9.5.4.	Shapiro-Wilks.....	33
9.5.5.	Análisis de varianza.....	33
9.5.6.	Cuadro descriptivo.....	33
9.6.	Operacionalización de variable.....	34
9.7.	Principales Variables y Métodos a ser evaluados.....	35
9.7.1.	Porcentaje de Emergencia	35
9.7.2.	Vigor de la planta	35

9.7.3.	Habito de crecimiento o porte	36
9.7.4.	Días al espigamiento.....	36
9.7.5.	Altura de la planta.....	36
9.7.6.	Tipo de paja	37
9.7.7.	Tamaño de espiga	37
9.7.8.	Número de granos por espiga	37
9.7.9.	Rendimiento	37
9.7.10.	Peso hectolitrico.....	38
9.7.11.	Tipo y color de grano	38
9.7.12.	Roya amarilla	39
9.7.13.	Virus del enanismo	40
9.8.	Manejo específico del experimento	41
9.8.1.	Fase de Campo	41
9.8.2.	Fase campo INIAP	42
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
12.1.	Prueba de normalidad.....	43
12.1.	Variables agronómicas y morfológicas del cultivo	44
12.1.1.	Estadística descriptiva.....	44
12.1.2.	Análisis de varianza	48
12.1.2.	Reacción a enfermedades.....	50
12.1.2.	Rendimiento.....	51
13.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	57
14.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	57
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
15.1.	CONCLUSIONES	57
15.2.	RECOMENDACIONES	58
16.	BIBLIOGRAFÍA	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos, actividades, resultado de la actividad (técnicas e instrumentos).....	5
Tabla 2. Taxonomía del trigo	8
Tabla 3. Pedigrí de líneas promisorias y una variedad mejorada en estudio.....	13
Tabla 4. Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks.....	14
Tabla 5. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha	15
Tabla 6. Escala para determinar el tipo de reacción en royas.....	26
Tabla 7. Escala para determinar el grado de daño por virosis.....	27
Tabla 8. Esquema de adeva	30
Tabla 9. Tratamientos, variedad y líneas promisorias	31
Tabla 10. Operacionalización de variable.	34
Tabla 11. Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	35
Tabla 12. Escala de evaluación de vigor de planta en cereales	35
Tabla 13. Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales.....	36
Tabla 14. Escala de evaluación para el tipo de paja	37
Tabla 15. Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.	38
Tabla 16. Escala para determinar el tipo de reacción en royas.....	39
Tabla 17. Escala para determinar el grado de daño por virosis.....	40
Tabla 18. Prueba de normalidad de Shapiro Wilks	43
Tabla 19. Promedios de porcentaje de emergencia a los diez días después de la siembra.....	44
Tabla 20. Cuadro de descripción del vigor de la planta después de veinte días.....	45
Tabla 21. Cuadro de promedio de hábito de crecimiento de la planta después de veinte y cinco días de acuerdo a la escala de evaluación de cereales.....	45
Tabla 22. Cuadro de promedio del 50% del espigamiento.....	46
Tabla 23. Cuadro de tipo de paja de acuerdo a la escala	47
Tabla 24. Cuadro de tipo y color de grano	47
Tabla 25. Cuadro de análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura en cm.	48
Tabla 26. Variable altura de la planta en cm con prueba Tukey al 5%	48
Tabla 27. ADEVA para tamaño de espiga en centímetros.....	49
Tabla 28. Tamaño de espiga	50
Tabla 29. Roya amarilla puccinia striiformis	50
Tabla 30. Cuadro del virus del enanismo del trigo.....	51

Tabla 31. Número de grano por espiga.....	51
Tabla 32. Prueba tukey al 5% para la variable número de granos por espiga	52
Tabla 33. Rendimiento en ha.	52
Tabla 34. La prueba de tukey al 5% rendimiento en kg ha ⁻¹	53
Tabla 35. ADEVA de peso hectolitrico	53
Tabla 36. Prueba tukey al 5% de peso hectolitrico.....	54
Tabla 37. Ponderación de los resultados obtenidos en las variables agronómicas morfológicas, variables a evaluar en postcosecha, enfermedades de virus.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del ensayo 28

Figura 2. Diseño de la parcela 32

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación del comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo (*triticum aestivum* l.) del INIAP (segundo año) bajo las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi 2023-2024”

Fecha de inicio:

Abril 2023

Fecha de finalización:

Febrero del 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi parcelas del INIAP - Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi - Zona 3.

Facultad que auspicia:

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales CAREN.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- La Estación Experimental Santa Catalina.

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Proyecto de investigación vinculado:

“Fortalecimiento de capacidades de empoderamiento de la provincia de Cotopaxi”

Equipo de Trabajo:

- **Responsable del Proyecto:** Minta Quiroga Mélida Guadalupe
- **Tutor:** Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg.
- **Co-tutor:** Garófalo Sosa Javier Alberto, Mg.
- **Lector 1:** Troya Sarzosa Jorge Fabián, P.h.D.
- **Lector 2:** Chasi Vizquete Wilman Paolo, Ms.c.
- **Lector 3:** Marín Quevedo Karina Paola, Mg.

Responsable del Proyecto: Mélida Guadalupe Minta Quiroga

Teléfono: 0980644396

Correo electrónico: melida.minta7705@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, Silvicultura y Pesca - Producción Agropecuaria

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Línea de vinculación

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

Convenio:

El trabajo de investigación se sustenta en el convenio de colaboración interinstitucional UTC – INIAP- Estación Santa Catalina.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el Ecuador el trigo es estimado uno de los principales cereales más consumidos, sin embargo, no es considerado como cultivo de gran relevancia (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023).

El trigo notablemente ha venido disminuyendo en el Ecuador, debido a que la producción nacional de trigo es de 4000 toneladas que representa el 1%. Por lo que el 99% de trigo debe ser importado para cubrir la demanda de consumo de 30 kg en el país. En la industria el trigo se destina a dos grandes mercados como son: el consumo humano produciendo pan, pasta para la canasta básica familiar y la producción de balanceados para la nutrición de los animales (Franco, 2023)

La presente investigación sobre el cultivo de trigo en el surge a partir de los desafíos que enfrenta el sector agrícola ya que nuestro país se ve afectado por las condiciones climáticas muy variables, la poca rentabilidad y la necesidad de aumentar la productividad. En esta investigación se enfoca en dar soluciones nuevas para mejorar la productividad, la sostenibilidad en el sector agrícola.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de la investigación es la Universidad Técnica de Cotopaxi y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - La Estación Experimental Santa Catalina.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la investigación son los agricultores, instituciones públicas y las asociaciones de agricultores que están vinculados con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - La Estación Experimental Santa Catalina.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El trigo (*triticum aestivum* l.) es el segundo cereal más producido en el mundo después de maíz con 775,6 millones de toneladas, este cultivo es de gran importancia económica y alimentaria, ya que es la base principal de la alimentación mundial de millones de personas (Orús, 2023).

A nivel mundial el trigo es uno de los cereales de gran importancia debido a su alto contenido nutricional (Muñoz, 2020). En el Ecuador el trigo no es considerado como cultivo de gran relevancia, notablemente ha venido disminuyendo, debido a que la producción nacional de trigo es de 4000 toneladas que representa el 1%. Por lo que el 99% de trigo debe ser importado para cubrir la demanda de consumo de 30 kg en el país. En la industria el trigo se destina a dos grandes mercados como son: el consumo humano produciendo pan, pasta para la canasta básica familiar y la producción de balanceados para la nutrición de los animales (Franco, 2023).

En el año 2022 sembró 4,395 hectáreas (ha), abarcando una cosecha de 7,431 toneladas métricas, en el mismo año presentó una caída del 32% de la producción en comparación al 2021. Los principales productores de trigo en el Ecuador son: Carchi con un 47% de la producción nacional, seguido de Bolívar con 21% y Chimborazo de un 13% (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023)

La producción de trigo afronta una cadena de desafíos como el cambio climático, las sequías, las plagas y enfermedades, la baja productividad teniendo un impacto negativo en la producción y es probable que este problema empeore en el futuro (Calderón et al., 2022)

La presente investigación se realizó con el fin de conocer el desarrollo de nuevas variedades de trigo que satisfagan las necesidades de los agricultores y consumidores. Así beneficiando a los

productores a obtener plantas resistentes a enfermedades de tal manera poder incrementar la productividad, mejorar la calidad del grano, adaptación a condiciones ambientales hostiles.

En la actualidad el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con el Programa de Cereales de la estación Santa Catalina, cuenta con un banco de germoplasma y variedades mejoradas, líneas promisorias propias, así como materiales introducidos, provenientes del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo para así asegurar una mejor producción del cultivo (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022) .

5. OBJETIVOS:

5.1. General

- “Evaluar el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo (*triticum aestivum* l.) del INIAP (segundo año) bajo las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica De Cotopaxi 2023-2024.”

5.2. Específicos

- Identificar cuál de las líneas promisorias y variedad de trigo presentan mejores comportamientos agronómicos bajo las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Determinar cuál de las líneas promisorias y variedad presentan mejor rendimiento.

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

Tabla 1.

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

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES (TAREA)	RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Identificar cuál de las líneas promisorias y variedad de trigo presentan mejores comportamientos agronómicos bajo las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Implementación del ensayo: un DBCA con 5 tratamientos y 3 repeticiones	Parcela bruta: 3,6 m ² Área total: 132 m ² Área neta: 54 m ² 15 unidades experimentales en total.	-Fotos -Libro de campo -Prueba de Shapiro. -Cuadro de promedios.
	Variables a medir según la escala de Zadoks.	Datos de variables a estudiar.	
	Emergencia	% de emergencia	
	Vigor	Escala de calificación (1-5)	
	Habito de crecimiento	Evaluación con la escala de (1-3)	
	Días al espigamiento	Días al espigamiento	
	Altura de planta	Altura de plantas en (cm)	
	Tipo de paja	Tipo de laja escala de (1-3)	

	Tamaño de espiga	Tamaño de espiga en cm	
	Número de granos por espiga	Numero de granos por espiga	
	Toma de datos de las enfermedades	Recolección de datos de las enfermedades	
	Severidad	% de severidad	
	Tipo de reacción	Tipo de reacción	
	Toma de datos de poscosecha	Datos poscosecha	
	Rendimiento	Rendimiento en kg ha^{-1}	
	Peso hectolitrico	p. hectolitrico kg ha^{-1}	
	Tipo de grano	Tipo de grano escala (1-3)	
	Color de grano	Tipo de color escala (blanco-rojo)	
	Aplicación de la prueba de Shapiro Wilk	Se aplica la prueba de Shapiro Wilks a las variables que indican un p valor significativo es decir de 0,5 y menor a 0.005	
Determinar cuál de las líneas y variedad presentan mejor rendimiento.	Rendimiento	Rendimiento en kg ha^{-1}	-Fotos -Libro de campo.
	Peso hectolitrico	p. hectolitrico kg ha^{-1}	

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Cereal

Se deriva de “Ceres”, la diosa de la agricultura, son plantas de la familia poáceas (gramíneas) cultivados por sus granos comestibles. Los cereales son una fuente muy importante de energía para la dieta humana, ya que contienen principalmente hidratos de carbono complejos, aportan fibra, vitaminas del grupo B y minerales. Los cereales más utilizados para el consumo humano son: la cebada, trigo, arroz, maíz por otro lado para el consumo de los animales son: el centeno y la avena (Gamiño, 2013)

7.2. Trigo (*triticum aestivum* L.)

El trigo es una planta herbácea, cultivado desde inicios de la agricultura. Según la investigación de Candolle indican que el trigo es originario de Mesopotamia, pero mientras que Vavilov menciona que las especies del género *Triticum* han tenido su centro de diferenciación en Turquía, Afganistán y La India. Otras investigaciones más recientes sostienen que el trigo tuvo su origen en la zona comprendida entre Asia Menor y Afganistán (Moreno et al., 2001)

El trigo es un cereal de gran importancia económica y social ya que es el segundo cereal más producido en el mundo después del maíz y el arroz (Golik, 2000). Se utiliza fundamentalmente en la dieta diaria de muchas personas y se produce en casi todas las regiones fértiles del planeta. La mayor concentración de proteína se encuentra en el grano de trigo ya que es una fuente primordial de energía para todas las personas y aporta gran contenido nutricional como son: vitaminas y minerales necesarios para el crecimiento sano de la población (Gamiño, 2013)

7.3. Clasificación taxonómica

El trigo se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2.

Taxonomía del trigo

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia:	Poaceae
Género	Triticum
Especie	Aestivum
Nombre científico	<i>Triticum aestivum</i> L.
Nombre común	Trigo harinero

Fuente: (Agronomía, 2021)

7.4. Características morfológicas.

Las características morfológicas describen e identifican la forma y estructura de las diferentes especies de plantas existentes de acuerdo a la familia a la que pertenecen. La morfología también se ocupa de la descripción y clasificación de los órganos vegetales, así como la clasifican en dos grupos principales: vegetativos y reproductivos. Los órganos vegetativos son los que permiten sobrevivir y crecer, mientras que los órganos reproductivos son los que permiten producir semillas o esporas para reproducirse (Bautista, 2022)

7.4.1. Raíz

EL trigo tiene una raíz fasciculada ya que cuenta con varias ramificaciones que pueden llegar a medir desde los 25cm hasta 1m de profundidad. El 50% de las raíces se encuentran a los 25cm ya que facilita la absorción de agua y nutrientes a la planta (Vallejos, 2019).

7.4.2. Tallo

Los tallos de trigo son rectos, cilíndricos y de color verde, por lo tanto, su altura puede alcanzar desde los 60 a 120 cm dependiendo de la variedad de trigo. El tallo está formado por nudos y entre nudos (Galarza, 2023)

El tallo del trigo está compuesto por tres capas las cuales son:

- **Epidermis:** capa exterior del tallo y está formada por células muertas que protegen al tallo de los daños.
- **Corteza:** Es la capa intermedia del tallo y está formada por células vivas que contienen clorofila.
- **Mesófilo:** capa interior del tallo y está formada por células vivas que almacenan agua y nutrientes.

7.4.3. Hojas

Las hojas del trigo son hojas simples lo que quiere decir está formada por una sola hoja. La forma de la hoja es lineal-lanceolada es decir son alargadas, rectas y terminan en punta. Está compuesta por una vaina, lígula (es una membrana que une la lámina foliar con la vaina) y aurículas (es una prolongación de la vaina que abraza al tallo) (Vallejos, 2019)

7.4.4. Inflorescencia

La inflorescencia del trigo es una espiga compuesta por un eje central de nudos y entrenudos llamado raquis, en el cual en cada uno de los nudos se encuentra una espiguilla protegida por brácteas. Por lo tanto, cada espiguilla puede tener 9 flores de las cuales aborta la mayor parte así quedando 2 a 6 flores y las flores están compuestas por un pistilo y tres estambres (Salazar, 2016)

7.4.5. Fruto

El fruto del trigo es llamado cariósipide lo que quiere decir que es un fruto seco y este compuesto por un pericarpio seco soldado a la semilla. El fruto es de forma ovoide con una longitud de 5 a 6mm y la parte exterior del fruto es de forma lisa y brillante, su color puede variar entre blanco, rojo o ámbar todo depende de la variedad y tipo de trigo (Avila et al., 2014)

7.5. Ciclo Vegetativo

El ciclo vegetativo del cultivo comprende el periodo de tiempo que transcurre desde la siembra hasta llegar a la cosecha de los granos. Por lo cual se dividen en tres periodos:

- **Periodo vegetativo:** empieza desde la siembra hasta el inicio del encañado.
- **Periodo de reproducción:** inicia desde el encañado hasta la finalización del espigado.
- **Periodo de maduración:** va desde el final del espigado hasta la culminación en la cosecha (Pogo, 2022)

7.5.1. Germinación

La germinación es el proceso por el cual la semilla del trigo se desarrolla hasta convertirse en planta, por lo tanto, la germinación empieza desde que la semilla entra en contacto con el agua ya que la semilla absorbe el agua y se hincha por lo que hace que la cubierta de la semilla se rompa y empiece a crecer la planta.

La facultad de germinativa del trigo conserva el grano durante cuatro a 10 años, pero el uso de las mismas no debe sobrepasar los 2 años, ya que al pasar el tiempo la tasa de germinación disminuye, también se deben conservar las semillas a una humedad del 11% ya que a mayor humedad afecta al estado de conservación del grano. El grano puede absorber de 40 a 65% de agua de acuerdo a su peso para disolver los elementos metabolizantes para pasar a la vida activa de la semilla (Guerrero, 1999).

7.5.2. Ahijamiento

El ahijamiento del trigo es el proceso mediante el cual la semilla produce un tallo principal hacia arriba y varias raíces hacia abajo. A partir del tallo principal la planta produce nuevos tallos laterales que se desarrollan a partir de las yemas axilares que se encuentran en las hojas (Tellez, 1950)

7.5.3. Encañado

El encañado del trigo es la etapa del crecimiento de la planta en la que el tallo principal comienza a alargarse rápidamente, en esta fase el número de tallos herbáceos se convierten en tallos rematados por espiga. En la etapa del encañado se requiere la fertilización de nitrógeno para la adecuada formación de nucleoproteínas de las células jóvenes (Guerrero, 1999)

7.5.4. Maduración

La maduración del trigo es la etapa final del ciclo de crecimiento de la planta, durante esta fase los granos de trigo se tornan de otro color, endurecen y acumulan almidón que producido por la fotosíntesis. Cuando la temperatura es muy elevada con vientos fuertes y secos afecta al transporte de glúcidos y próticos ocasionando el fenómeno “**asurado**” es decir el grano del trigo queda arrugado por no poder acumular las reservas (Guerrero, 1999)

7.6. Condiciones Agroclimáticas

Son el conjunto de factores ambientales que afectan al crecimiento y desarrollo de un cultivo. Estos factores incluyen los siguientes:

7.6.1. Pluviosidad

La pluviosidad es la cantidad de lluvia que cae en un área y un tiempo determinado por lo cual el requerimiento para el trigo es de 600 a 700mm desde el momento de la siembra hasta la cosecha sin embargo según otras investigaciones el trigo también se puede desarrollar con precipitaciones de 300 a 400mm es decir en época seca (Galarza, 2023).

7.6.2. Heliofanía

La heliofanía es la cantidad de radiación solar que recibe el cultivo, por lo tanto, el trigo requiere al menos de 1500 a 2000 horas luz durante toda la etapa del cultivo. En la fase de la floración el trigo necesita más de 12 horas luz por día, si la heliofanía no es suficiente en la etapa de la floración las plantas no florecerán (Flores, 2015).

7.6.3. Temperatura

La temperatura es un factor muy importante que afecta el crecimiento y desarrollo del trigo. En el cultivo del trigo la temperatura óptima varía entre los 10 a 24 °C, si la temperatura es baja a 10°C pueden retrasar el estado fenológico de la planta, pero si la temperatura es alta esto causa estrés térmico (Riofrio, 2022)

7.6.4. Suelo

El suelo ideal para la producción de trigo es un suelo franco arenoso y arcilloso, profundo y con buen drenaje ya que el suelo franco tiene una mezcla de partículas de arena, limo y arcilla. Un suelo profundo ayuda a que las raíces de las plantas puedan crecer y desarrollarse adecuadamente. Un suelo con buen drenaje permite que el agua fluya libremente a través del suelo, evitando el encharcamiento (Pogo, 2022)

7.6.5. pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad del grano. Por lo cual el pH óptimo para el trigo es de 5,4 a 7, un pH menor a 5, 6 causa la disminución del rendimiento del cultivo, mientras que un pH superior a 7, 5 puede provocar problemas de absorción de nutrientes (Guerrero, 1999).

7.7. Conceptos para orientar a la identificación de variedades mejoradas

7.7.1. Pedigree

El pedigree de la planta es un registro que describe la ascendencia de una planta, suele incluir el nombre de la planta, el nombre de sus padres, abuelos, fecha de cosecha o el lugar de cultivo. Se utiliza en el fitomejoramiento para rastrear la herencia de las características de interés, como el rendimiento, la resistencia a enfermedades o la tolerancia a la sequía (Bautista, 2022)

7.7.2. Líneas promisorias

Las líneas promisorias son material vegetal que presentan características genéticas de calidad, como el alto rendimiento, la resistencia a plagas y enfermedades o adaptación a condiciones ambientales. Estas características pueden ser evaluadas a través de ensayos en campo y laboratorio, por lo que se consideran promisorias porque tienen el potencial de ser mejoradas y así ser utilizadas en programas de mejoramiento genético (Bautista, 2022)

7.7.3. Variedades mejoradas

Según la Fao (2010), las variedades mejoradas son aquellas que pasaron por una serie de procesos y así pueden contribuir con las características adecuadas como pueden ser: aumento en el rendimiento de los cultivos, las variedades mejoradas pueden ser más resistentes a las enfermedades y plagas, es decir que ayuda a proteger los cultivos de los daños y por último una mejor calidad, lo que puede hacer que los alimentos sean más atractivos para los consumidores.

7.8. Pedigrí de líneas promisorias y una variedad mejorada en la investigación.

Tabla 3.

Pedigrí de líneas promisorias y una variedad mejorada en estudio.

Nº. Var.	CÓDIGO	PEDIGREE
1	TA-18-008	INIAP COJITAMBO/5/TINAMOU/LIRA//VIREE#7/4/BABAX/ LR42//BA BAX*2/3/VIVITSI
		E10-20435-1E-0E-2E-0E-9E-0E
2	TA-19-003	INIAP CHIMBORAZO/TINAMOU/4/ SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//K
		E-11-20535R-5E-0E-5E-2E-0E-0E
3	TA-19-008	INIAP-IMBABURA 2014/4/ PRL/2*mazar 99//SRTU/3/PRINIA/PASTOR
		E-TA14-20667-6E-0E-4E-0E
4	TA-20-001	INIAP-MIRADOR 2010/7/ KAUZ//ALTAR_84/AOS/3/MILAN/KAUZ/4/HUITES/ 5/CROC_1/ AE.SQUARROSA_(205)//KAUZ/3/SASIA/6/KAUZ//A LTAR_84/A OS/3/MILAN/KAUZ/4/HUITES/8/INIAP- IMBABURA 2014
		E-TA15-20756-1E-0E-46E-0E
5	INIAP- IMBABURA 2014	CM 81812-12Y-06PZ-4Y-1M-0Y-5M-0Y-3SJ-0Y-0E- 0E-0E-0E

Fuente: (Pichucho, 2022)

7.9. Evaluación de cereales

La evaluación Zadoks es una escala que se utiliza para describir el desarrollo de los cultivos, basándose en la observación de los caracteres morfológicos de las plantas, como el número de hojas, el tamaño de las hojas, el desarrollo de las flores y la formación del grano (Zadoks et al., 1974).

7.10. Escala de Zadoks

La escala Zadoks es la más utilizada en el cultivo del trigo ya que describe los estados morfológicos externos de la planta. Esta escala es de vital importancia ya que permite tomar decisiones agronómicas como la aplicación de fertilizantes, insecticidas u otros productos químicos en el cultivo y está compuesta por 10 fases de desarrollo las cuales van de **Z0.0** hasta el **Z9.9** (Satorre et al., 2003)

Tabla 4.

Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks

Etapa principal	Descripción	Sub-fase
Z0	Germinación	0.0-0.9
Z1	Producción de hojas T	1.0-1.9
Z2	Producción de macollos	2.0-2.9
Z3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9
Z4	Vaina engrosada	4.0-4.9
Z5	Espigado	5.0-5.9
Z6	Antesis	6.0-6.9
Z7	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
Z8	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
Z9	Madurez	9.0-9.9

Fuente: (Satorre et al., 2003)

Tabla 5.

Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha

0	Germinación
7	Emergencia del coleóptilo
9	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 inflorescencia
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)

7.11. Evaluación de los cereales en escala de Zadoks.

7.11.1. Emergencia.

Es la evaluación de una cantidad de plantas que emergen en la parcela experimental y esta variable se evalúa visualmente calificándola con bueno, regular y malo, con sus porcentajes correspondientes. En la etapa de desarrollo se tiene que evaluar cuando se observe de dos a tres hojas en el tallo principal **Z 12** o **Z 13** de acuerdo a la escala de Zadoks (Ponce et al., 2019)

Los factores a considerar para la evaluación del porcentaje de emergencia son:

- Profundidad de siembra
- Tipo y preparación del suelo.
- Calidad de la semilla.
- Las condiciones ambientales (temperatura, precipitación entre otros)

(Ponce et al., 2019)

7.11.2. Vigor

El vigor es la fuerza con la que las plantas puedan crecer y desarrollarse de manera adecuada en la parcela. La evaluación se basa en el desarrollo del cultivo como tamaño de la planta y hoja, población, entre otros. La etapa de evaluación se debe realizar cuando el cultivo este con 4 a 5 hojas antes del inicio del macollamiento según la escala de Zadoks **Z 14 o Z15** (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar:

- El tamaño y calidad de semilla
- La disponibilidad de nutrientes.
- Humedad del suelo.

(Ponce et al., 2019).

7.11.3. Habito de Crecimiento

Es el factor relacionado con la forma, dirección de las hojas y tallos de las plantas al momento de su crecimiento. La evaluación se debe realizar en toda la etapa de macollamiento según la escala de Zadoks es de **Z 20 al Z 29** (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar:

- La temperatura.
- Precipitación.
- Fotoperiodo y nutrientes del suelo.

(Ponce et al., 2019).

7.11.4. Días al espigamiento

Los días al espigamiento del trigo es el tiempo en el que transcurre desde la siembra hasta la aparición de la espiga. Esta variable se evalúa visualmente cuando el cultivo se encuentre con

un 50% de espigas en la parcela es decir a la mitad de la inflorescencia y según la escala de Zadoks es la **Z 55** lo que significa que mitad de la espiga debe estar visible (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar para la evaluación:

- Pisos altitudinales.
- Condiciones climáticas.
- Sequias
- Cambios bruscos de temperaturas.
- Temperaturas altas y bajas.
- Humedad alta
- La nubosidad y el fotoperiodo.

(Ponce et al., 2019)

7.11.5. Altura de la planta

Es la distancia vertical del tallo hasta su ápice es decir es el tamaño final del cultivo durante su desarrollo. Para evaluar la altura de planta se utiliza una regleta y se mide desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga en cm (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

- Disponibilidad de nutrientes
- Alta precipitación.
- Pisos altitudinales.
- Condiciones climáticas.
- Sequia.
- Nubosidad
- Fotoperiodo.
- Factores genéticos y temperatura.

(Ponce et al., 2019)

7.11.6. Tipo de paja

Es la flexibilidad, dureza del tallo de las plantas para tolerar a los vientos y acames del cultivo. La evaluación se realiza en la etapa de la cariósida duro **Z 19** en la escala de Zadoks (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

- Nutrición.
- Alta precipitación.
- Pisos altitudinales.
- Condiciones climáticas.
- Sequia.
- Densidad.
- Nubosidad.
- Viento y Fotoperiodo.

(Ponce et al., 2019).

7.11.7. Tamaño de Espiga

El tamaño de la espiga se refiere a la longitud y diámetro durante la etapa final del cultivo. La evaluación se lleva a cabo cuando el cultivo ha llegado a su estado final de maduración fisiológica, para lo cual se usa una regla y se mide en cm desde la espiga hasta el extremo sin tomar en cuenta las aristas. Para esta evaluación el cariósida no debe ser lechoso según la escala de Zadoks es la **Z 92** (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

- Disponibilidad de nutrientes.
- Precipitación.
- Pisos altitudinales.
- Condiciones climáticas.
- Sequía.
- Nubosidad.
- Temperatura y Fotoperiodo.

(Ponce et al., 2019).

7.11.8. Número de granos por espiga

Es el número de granos que produce la espiga durante su desarrollo. Se evalúa de manera visual y manual, contando el número de granos llenos que hay por espiga ya que el promedio ayuda a proyectar la producción del cultivo y según la escala de Zadoks es la **Z 92** (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

- Disponibilidad de nutrientes.
- Precipitación.
- Pisos altitudinales.
- Condiciones climáticas.
- Sequia.
- Nubosidad.
- Temperatura y Fotoperiodo.

(Ponce et al., 2019).

7.12. Variables a Evaluar en Post- Cosecha

Las variables en postcosecha ayudan a seleccionar el germoplasma adecuado que cumpla con las características de calidad que requiere los productores y consumidores (Ponce et al., 2019).

7.12.1. Rendimiento

Se refiere a la cantidad de producción que se obtiene durante un proceso productivo que cada material logra alcanzar. El rendimiento está dado por g parcela^{-1} y se puede convertir a kg ha^{-1} . Para la evaluación el grano debe tener una humedad del 13% y debe estar limpio (Ponce et al., 2019).

Factores que afectan:

- **Factores bióticos:**
 - ✓ Plagas
 - ✓ Enfermedades.

➤ **Factores abióticos:**

- ✓ Clima
- ✓ Suelo.
- ✓ Agua.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Nubosidad.
- ✓ Nutrientes.
- ✓ pH.
- ✓ Granizadas, heladas entre otras.

(Ponce et al., 2019).

7.12.2. Peso Hectolítrico

Es una medida de la calidad del grano, ya que indica la cantidad de materia seca que contiene. Para el parámetro de la evaluación se ocupamos una balanza para peso Hectolítrico y debe se estimado en kilogramos por hectolitrito (kg hl^{-1}) (Ponce et al., 2019)

Factores que afectan:

➤ **Factores bióticos:**

- ✓ Plagas
- ✓ Enfermedades.

➤ **Factores abióticos:**

- ✓ Clima
- ✓ Agua.
- ✓ Temperaturas altas y bajas.
- ✓ Nubosidad.
- ✓ Nutrientes.
- ✓ pH.
- ✓ Luminosidad.

(Ponce et al., 2019).

7.12.3. *Peso de mil granos*

El peso de 1000 granos seleccionados al azar es una medida importante de la calidad del grano, lo que esto indica que a más peso mayor rendimiento y con esto también se puede calcular la densidad para la siembra. La evaluación se realiza en una balanza electrónica (Ponce et al., 2019)

Factores que afectan:

- % de humedad de grano.
- Tamaño del grano.
- Condiciones del suelo.
- Clima durante el ciclo del cultivo.

(Ponce et al., 2019).

7.12.4. *Tipo y color de grano*

Cuando el grano del trigo este seco se evalúa de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño de la misma. El factor genético puede ser influenciado por las precipitaciones y temperaturas presentes al final del estado fenológico de la planta, también la incidencia de enfermedades daña a la espiga (Ponce et al., 2019).

7.13. Manejo Del Cultivo Cereales

El manejo del cultivo es un proceso en el cual se selecciona la parcela. La parcela seleccionada para la implementación del cultivo de trigo tiene que ser óptima, para ello el productor debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No tiene que estar cultivada con ningún cereal ya sea cebada, trigo, avena o centeno del ciclo anterior.
- No tuvo que ser usada para trillar algún cereal del cultivo anterior.
- La pendiente no debe exceder del 5%.
- En el ciclo anterior de la parcela tiene que ser cultivado haba, papa, chocho u otras leguminosas.

(Ponce et al., 2019)

7.13.1. *Preparación Del Suelo*

Se tiene que efectuar con anticipación por lo menos antes de los 2 meses de la siembra, para así asegurar la desintegración de malezas y abonos orgánicos al momento de integrarse a la parcela.

Por lo siguiente se debe realizar una eficaz remoción del suelo durante la preparación ya que esto protegerá de las plagas que pueden estar en la (Ponce-Molina, et al., 2022).

En la preparación de la parcela con tractor es importante realizar por lo mínimo un pase de arado con dos pases de rastra, mientras que, al momento de emplear yuntas, después del arado es importante realizar dos cruza ya que un suelo bien preparado ayuda a la germinación y al enraizamiento del cultivo (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.13.2. Semilla E Implementación Del Cultivo

Según Garófalo et al., (2011), Las semillas serán desinfectadas con Fludioxonilo (Celest) en una dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla, lo cual nos servirá para minimizar la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbones, septoria y entre otras especies de *Fusarium sp.*, después de la desafección se debe secar el para no aumentar la humedad del grano. Para la producción de trigo se debe utilizar semillas de buena calidad, que estén "registradas" o "certificadas", para así obtener una tasa mínima de germinación del 85%.

7.13.3. Fertilización

La fertilización en el trigo es el proceso donde se proporciona los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. El cultivo de trigo requiere de 80kg de nitrógeno, 60 kg de fosforo (P_2O_5), 40 kg de potasio (K_2O) y 20-22 kg de azufre; por lo cual significa que se debe aplicar dos sacos (100 kg) de fertilizante compuesto 11-52-00, 3 sacos (150 kg) de sulpomag; o cuatro sacos (200 kg) de 10-30-10 más dos sacos de (100 kg) de sulpomag al momento de la siembra. Al momento del macollamiento (30-45 días después de la siembra), se debe incorporar tres sacos de urea por hectárea (Ponce-Molina, et al., 2022)

Los fertilizantes nitrogenados como la urea no se deben aplicar cuando el suelo esta seco o cuando se acerca una precipitación fuerte, por la razón que las plantas no absorben los nutrientes (Ponce-Molina, et al., 2022)

En la siembra se aplicará el 23% de nitrógeno más el 100% de fosforo, potasio, azufre y otros microelementos. En cambio, el 80% del nitrógeno se pondrá en forma complementaria (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.13.4. Control De Malezas

El control de malezas consiste en eliminar las plantas que no pertenecen al cultivo y compiten por los nutrientes. Una de las formas de controlar es la preparación adecuada del terreno antes de la siembra, si en el cultivo se presentan el kikuyo y la grama es recomendable la aplicación

de glifosato en una dosis de 2 l ha⁻¹ antes de la preparación del suelo (Ponce-Molina, et al., 2022)

Existen 2 maneras de controlar las malezas:

- **Control manual:** es cuando el lote no presenta gran cantidad de malezas, pero dispone de mano de obra.
- **Control químico:** se recomienda aplicar herbicida para hoja ancha como es el Metsulfuron-metil con una dosis de 30 g ha⁻¹ en 400 litros de agua (Ponce-Molina, et al., 2022).

7.13.5. Desmezcla

Esta actividad que comprende en eliminar todas las plantas que no pertenecen al cultivo para así garantizar la pureza genética de las semillas. Para lo cual esta labor se tiene que hacer por lo mínimo en dos ocasiones, la primera al inicio del espigamiento y la segunda cuando el cultivo este en su madurez fisiológica es decir al inicio de que el cultivo comience con el amarillamiento (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.13.6. Cosecha

La cosecha es el proceso de recolección de los granos cuando el cultivo ha alcanzado su madurez fisiológica en el campo de cultivo y para ello debe tener una humedad de 18 a 22% para así evitar pérdidas por desgrane. Para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Cultivo totalmente seco.
- Las aristas quebradizas.
- Separación fácil de los granos del raquis.
- Granos duros.

(Avila et al., 2014)

7.13.7. Trilla

Consiste en utilizar una trilladora estacionaria previamente limpiada antes de realizar la labor. Esta labor también se puede realizar a mano o utilizando animales (Ponce-Molina, et al., 2022)

Manual: La trilla manual es un proceso tradicional utilizado para separar los granos del trigo de la paja. Esta labor se realiza golpeando con una vara de madera o agitando las espigas contra una superficie dura, por otro lado, también se puede los animales (Ponce-Molina, et al., 2022)

Mecánica: En la trilla mecánica se recomienda limpiar la trilladora antes de iniciar con la cosecha y así evitar la contaminación con otros cultivos, este es un proceso rápido y eficiente ya que nos ayuda a obtener un grano de calidad (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.14. Manejo de cultivo de cereales de poscosecha

7.14.1. Secado del grano

El secado del grano es un método antiguo que fue utilizado para la conservación de sus semillas. El grano tiene que ser secado al 13% de la humedad para evitar daños en el almacenamiento (Garófalo et al., 2011).

7.14.2. Limpieza y clasificación

El proceso de limpieza del grano tiene como objetivo obtener semillas puras con un alto grado de uniformidad, vigor y germinación. Por otro lado, la clasificación se realiza por tamaño de grano, para lo cual se utilizan zarandas de diferentes tamaños. Como pueden ser la zaranda de 5 mm que retiene las impurezas y la zaranda de 3 mm retiene la semilla y procede a eliminar los granos pequeños que no son aptos para semillas (Nieto et al., 2021).

7.14.3. Almacenamiento

El almacenamiento consiste en conservar el trigo en condiciones óptimas a mayor tiempo, los factores a considerar son: la temperatura, la humedad, presencia de hongos y roedores. Una vez terminado con las labores de poscosecha las semillas deben ser almacenadas en sacos limpios, los cuales tienen que ser identificados con sus respectivas etiquetas en la cual constará la siguiente información: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y su peso. Para ello se recomienda que los sacos no tienen que tener contacto con las paredes ni pisos (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.15. Principales plagas y enfermedades del trigo

Las plagas y enfermedades son organismos que dañan a las plantas de trigo, de esta manera reducen el rendimiento y la calidad de la cosecha.

- **Incidencia:** este parámetro evalúa la presencia o ausencia de la enfermedad en el cultivo, con respecto a la gravedad del ataque
- **Severidad:** es la variable que facilita la cuantificación de la presencia y daño ocasionado por la enfermedad, por lo que esto se expresa en porcentaje del tejido dañado en la planta (Ponce-Molina, et al., 2022)

La incidencia y la severidad se evalúa en los dos estados de desarrollo fenológicos de la planta, por la cual la primera es en **Z 37- Z39** (hoja bandera emergida) y la segunda es **Z55-Z59** (mitad de la espiga visible) (Ponce-Molina, et al., 2022)

7.15.1. Royas

Las royas son enfermedades fúngicas que afecta a todos los cereales, pueden llegar a aparecer en las hojas, tallos y espigas de la planta. El método de control es utilizar variedades resistentes y eliminar los hospedantes alternativos. Ya que la roya puede causar daños severos, reduciendo la producción y la calidad del grano (Ponce et al., 2019).

7.15.1.1. *Roya Amarilla (Puccinia striiformis)*

La roya amarilla también conocida como roya lineal o rayada se caracteriza por su color amarillo, el crecimiento de la enfermedad es de forma rectilíneo o estriado así, afectando a las hojas como también a las espigas. La enfermedad avanza cuando las condiciones ambientales como la temperatura se encuentra entre los 10 a 20 °C y las uredosporas son transportadas por el viento (Prescott et al., 1986)

Tabla 6.

Escala para determinar el tipo de reacción en royas.

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

Fuente:(Ponce et al., 2019)

7.15.2. Virus del enanismo amarillo (*Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV*)

La enfermedad del virus del enanismo del trigo es causada por el patógeno de la familia *geminiviridae* que está ubicada en el núcleo de las células de las hojas y raíces de las plantas. Este virus no se transmite por el suelo, semilla ni por la utilización de maquinaria agrícola, es decir que esta enfermedad se puede propagar en menos de un día a través de los insectos que adquieren el virus de la savia del floema de las plantas que están ya infectadas (García et al., 2021).

Tabla 7.

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.

Fuente: (Ponce et al., 2019)

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis alternativa:

Al menos una línea promisoriosa o variedad de trigo INIAP se adapta a las condiciones edafoclimáticas del campus Salache.

8.2. Hipótesis nula:

Ninguna de las líneas promisorias o variedad de trigo INIAP se adaptan a las condiciones edafoclimáticas del campus Salache.

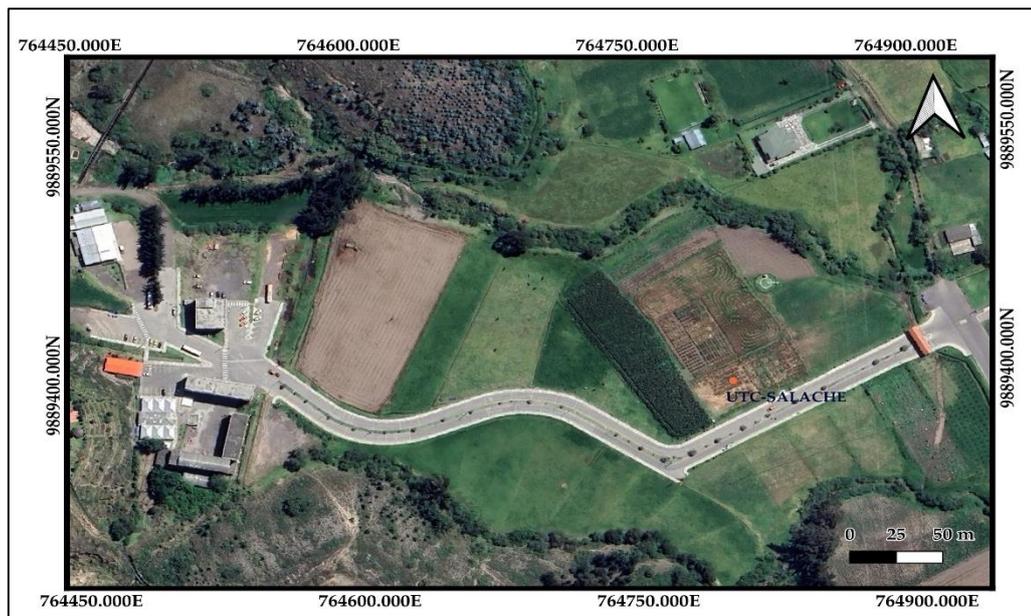
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Ubicación

La presente investigación para la evaluación de las variables en la etapa de desarrollo, cosecha y poscosecha del cultivo se realizó en dos fases como son:

La primera fase de implementación, recolección de datos, manejo del cultivo se realizó en las parcelas experimentales de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus Salache ubicado en la Parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi cuya altitud es de 2750 msnm, y sus coordenadas geográficas son: **longitud** 78°37'14" Oeste, **latitud** 00°59'57" Sur.

Figura 1. *Ubicación del ensayo*



Fuente: Google maps

La segunda fase de poscosecha y evaluación estadística de la investigación se realizó el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)-Estación Experimental Santa Catalina.

9.2. Tipo de investigación

9.2.1. *Experimental*

La investigación experimental se caracteriza por la manipulación de una o más variables independientes con el objetivo de observar su efecto sobre una variable dependiente. Por lo cual la variable independiente son las cuatro líneas promisorias y una variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum. L.*), bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Ramos-Galarza, 2021)

9.2.2. *Cualitativa-cuantitativa*

Cualitativa es la descripción de cualquier comportamiento del factor en estudio de forma complementaria para obtener una comprensión más completa de un fenómeno, mientras que el cualitativo ayuda a realizar un análisis estadístico cuantitativo realizado en el programa de infostad (Cadena-Iñiguez et al., 2017)

9.3. Modalidad de la investigación

9.3.1. *Campo*

En la presente investigación se procede a la toma de datos en campo es decir en las parcelas experimentales de la universidad por lo que los datos se registraran físicamente de las distintas variables del cultivo.

9.3.2. *Analítica*

Se realiza las mediciones y observaciones del factor en estudio de las diferentes variables para así después obtener los resultados e interpretar los datos.

9.3.3. *Revisión de documental y bibliográfico*

El material bibliográfico y documental deben tener relación con la investigación ya que nos ayudara para el contexto del marco teórico y la discusión de los resultados obtenidos.

9.4. Especificaciones del campo experimental

9.4.1. *Diseño experimental*

DBCA diseño de bloques completamente al azar, este es un método estadístico utilizado para analizar experimentos donde existen dos o más factores de estudio. Por lo cual en nuestra investigación estaba compuesta por cinco tratamientos con tres repeticiones (Condo y Pazmiño, 2015)

La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones. Para el análisis estadístico se realizará la prueba Tukey al 5 %. Por ejemplo, las variables de incidencia de enfermedades, altura de la planta, rendimiento, peso hectolitrico, numero de granos y tamaño de espiga se realizará un análisis de varianza (ANOVA), sin embargo, para las variables: porcentaje de emergencia, vigor y habito de la planta, días al espigamiento, tipo de paja y color de grano se realizará una tabla de promedios es decir una estadística descriptiva.

Tabla 8.

Esquema de adeva

Fuentes de variación	Grados de libertad		
Repetición	r-1	3-1	2
Tratamientos	t-1	5-1	4
Error	(r-1) (t-1)	(3-1) (5-1)	8
Total	t.r*1	5*3-1	14

9.4.2. Factores en estudio

Las semillas del trigo fueron proporcionadas por el programa de cereales del instituto de investigaciones agropecuarias (INIAP), las cuales fueron:

- INIAP-IMBABURA-2014
- TA-18-008
- TA-19-003
- TA-19-008
- TA-20-001

9.4.3. Tratamientos

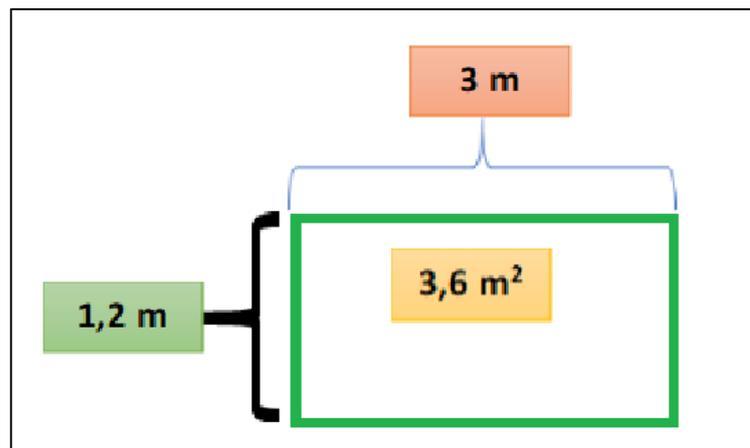
Tabla 9.

Tratamientos, variedad y líneas promisorias

Tratamientos	Líneas promisorias	Variedad
T1	TA-18-008	
T2	TA-19-003	
T3	TA-19-008	
T4	TA-20-001	
T5		INIAP-IMBABURA-2014

9.4.4. Distribución de la parcela experimental y neta.

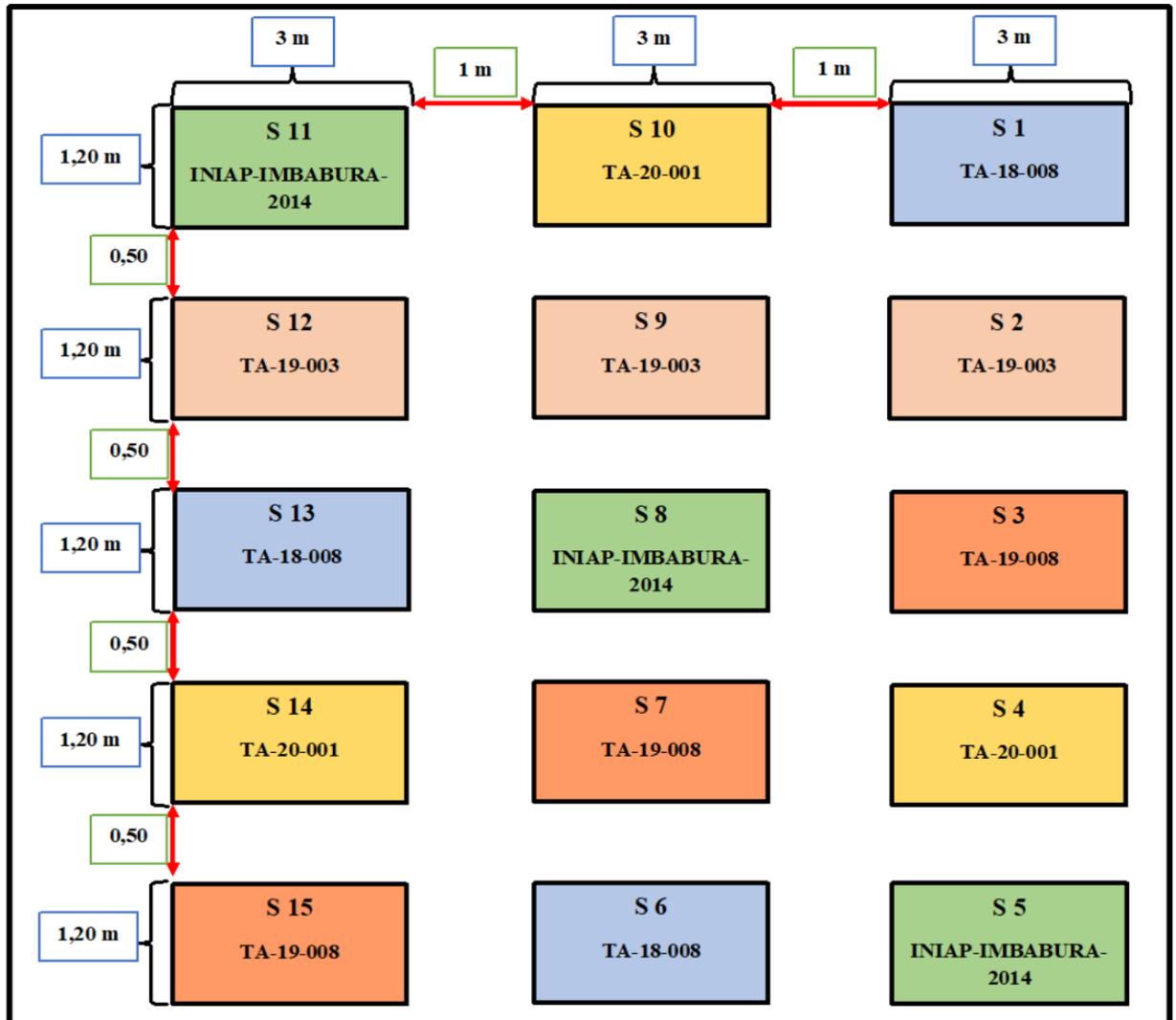
- Total: 15 unidades experimentales
- Parcela neta: 3 m x 1.2 m = (3,6 m²)
- Parcela bruta: 4 m x 2.2 m = (8,8 m²)



- Área neta: 54 m².
- Área bruta: 132 m²

9.4.5. Diseño del ensayo en campo

Figura 2. Diseño de la parcela



9.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

9.5.1. Observación en campo

Esta fase es muy importante ya que se tiene contacto directo con el factor en estudio y de esa manera se obtuvo el registro de los datos físicos de cada uno de los tratamientos de las diferentes parcelas en el libro de campo.

9.5.2. Registro de datos

El registro de datos se lo realizó en el libro de campo, donde se anotó los diferentes resultados de los tratamientos establecidos en el lugar

9.5.3. Análisis estadístico

Con los datos registrados en el libro de campo de los diferentes tratamientos se procedió a realizar las tabulaciones en Excel y realizar un análisis estadístico con el programa de infostad.

9.5.4. Shapiro-Wilks

La prueba de Shapiro-Wilk se utiliza cuando la muestra sea menor a 50 datos, este método consiste en ordenar numéricamente de menor a mayor valor, posteriormente se procede a calcular la media y la varianza del factor en estudio para observar si muestra significancia estadística (Flores Flores, 2021)

9.5.5. Análisis de varianza

Es un método estadístico que consiste en evaluar los datos obtenidos del cultivo. Esta técnica permite realizar análisis comparativos entre conjuntos de datos, considerando la influencia de variables externas como los tratamientos. En este análisis (De la Fuente, 2013)

9.5.6. Cuadro descriptivo

Se utiliza tablas o matrices que ayudan a examinar datos para organizar la información (Huerta, 2019)

9.6. Operacionalización de variable

Tabla 10.

Operacionalización de variable.

	Indicadores	Índice (unidad de media)	Técnica	Instrumentos
Variable dependiente (comportamiento agronómico)	Emergencia	Porcentaje de emergencia	Cálculo de porcentaje	Observación y registro
	Vigor	Escala (1-5)	Observación	Observación directa
	Habito de crecimiento	Escala (1-3)	Observación	Observación directa
	Días al espigamiento	Días	Observación	Observación directa
	Altura de planta	(cm)	Medición directa	Cinta métrica, metro
	Tipo de paja	Escala (1-3)	Observación	Observación directa
	Tamaño de espiga	(cm)	Medición directa	Regla
	Número de granos por espiga	(#)	Observación	Observación directa
	Rendimiento	Rendimiento kg ha ⁻¹	Pesaje directo	Rendimiento
	Peso hectolitrico	Peso kg ha ⁻¹	Pesaje directo	Peso hectolitrico
	Tipo y color de grano	Escala	Observación	Tipo y color de grano
	Roya amarilla	%de severidad	Cálculo de %	Severidad
	Virus del enanismo	Tipo de reacción	Observación	Tipo de reacción
Variable independiente	Líneas promisorias		Variedad	
	TA-18-008			
	TA-19-003			
	TA-19-008			
	TA-20-001			
			INIAP-IMBABURA-2014	

9.7. Principales Variables y Métodos a ser evaluados.

9.7.1. Porcentaje de Emergencia

La variable se evaluó en la etapa de desarrollo Z 13 de acuerdo a la escala de Zadoks, lo que quiere decir de 2 a 3 hojas del tallo principal del primer macollo. Esta evaluación se realiza visualmente a los 10 días después de haber realizado la siembra calificándola como buena, regular y mala.

Tabla 11.

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)

9.7.2. Vigor de la planta

Este parámetro se evaluó a los 20 días después de la emergencia es decir cuando el cultivo haya desprendido las 3 hojas del tallo principal. El vigor de la planta se evalúa de manera visual así podemos observar la fuerza en la que recen las plantas.

Tabla 12.

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)

9.7.3. *Habito de crecimiento o porte*

Se evaluó a los 25 días después de la siembra ya que en esta variable consistió en visualizar la forma, disposición de las hojas y tallos de la planta al momento de crecer.

Tabla 13.

Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte 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)

9.7.4. *Días al espigamiento*

Se evaluó cuando en el cultivo se encontraba con un 50% de las espigas visibles en la parcela es decir en la etapa Z 55 lo cual es la mitad de la inflorescencia.

9.7.5. *Altura de la planta*

Se midió con una regleta en cm desde el la parte superficial del suelo hasta la espiga cuando la planta llegó a su estado de maduración fisiológica Z 91 es decir cuando el grano no este lechoso.

9.7.6. Tipo de paja

Este parámetro se registró según la escala de Zadoks en la etapa Z 91 es decir el cariósipide duro.

Tabla 14.

Escala de evaluación para el tipo de paja

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.7.7. Tamaño de espiga

Se procedió a evaluar cuando la planta ya llegó a su estado de maduración fisiológica, para esta evaluación se tomó 10 muestras al azar, para luego medir con una regla las 10 plantas y posteriormente realizar un promedio de las mismas de cada parcela experimental.

9.7.8. Número de granos por espiga

De la misma manera para esta evaluación se procedió a tomar las 10 muestras del tamaño de espiga para así realizar el conteo manual del número de granos llenos que tuvo cada espiga.

9.7.9. Rendimiento

Para la evaluación de esta variable primero se procedió a realizar la limpieza y la verificación que la humedad del grano este al 13%, es decir que el grano tenía que estar en sus óptimas condiciones para el pesado. El resultado del pesaje del grano se expresa en parcela⁻¹, para lo cual se procede a transformar a kg ha⁻¹.

9.7.10. *Peso hectolitrico*

La evaluación de esta variable se realizó en la estación experimental Santa Catalina lo cual se procedió a pesar la producción de cada parcela experimental en una balanza hectolitrica y los valores obtenidos nos dan en g parcela⁻¹ lo cual se procedió a transformar a kg hl⁻¹. Para el pesaje de esta variable primero de debe calibrar la balanza y después se llena los granos en la tolva para que a continuación vaya a un recipiente cilíndrico de un litro, una vez llenado se procede a igualar con una madera y se finalmente se toma el peso.

9.7.11. *Tipo y color de grano*

Esta evaluación se la realizó de acuerdo a los parámetros de evaluación y selección en cereales del INIAP tomando en cuenta el color y tamaño del grano.

Tabla 15.

Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.7.12. *Roya amarilla*

Se evaluó la capacidad de la planta para resistir las enfermedades. Para ello, se utilizó la escala modificada de Cobb, que mide el porcentaje de tejido infectado por la enfermedad y el grado de severidad de la infección.

Tabla 16.

Escala para determinar el tipo de reacción en royas

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.7.13. Virus del enanismo

Para realizar la evaluación del virus del enanismo se utilizó la escala escrita por Schaller y Qualset (Schaller y Qualset, 1980), la que determina el grado de virosis en la planta.

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.

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.8. Manejo específico del experimento

9.8.1. Fase de Campo

9.8.1.1. Selección del lote

Para la implementación de la investigación se seleccionó las parcelas experimentales de la Universidad Técnica de Cotopaxi- campus Salache ya que estas no superan la pendiente del 5%.

9.8.1.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo consistió en la utilización de un tractor lo cual se realizó un pase de arado y dos de rastra con la debida anticipación para así garantizar el desarrollo adecuado del cultivo, cabe recalcar que los dos pases de rastra sirven para evitar tener terrones en el lote.

9.8.1.3. Trazado de las parcelas

El trazado de las parcelas se realizó con un croquis establecido por los técnicos del INIAP. Este procedimiento se efectuó después de la preparación del suelo, por lo tanto, para implementar el trazado en las parcelas se utilizó: cintas métricas, estacas, cal y piolas.

9.8.1.4. Desinfección de semillas

Para la desinfección de la semilla se utilizó Fludioxonilo (Celest) en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semillas provenientes de INIAP con sus respectivas etiquetas, enumeradas y almacenadas en fundas de papel en la Estación Santa Catalina.

9.8.1.5. Siembra

Se realizó la medición, el trazado de acuerdo a las indicaciones dadas por parte de los técnicos de transferencia de Cotopaxi del INIAP. El material de siembra con su peso de 65 gramos fue transportado en sus respectivas fundas de papel. Después se realizó la siembra al voleo con una densidad de 180 kg ha^{-1} .

9.8.1.6. Riego

El riego se realizó antes de la siembra con la utilización de cañones de agua en la tractobomba por parte de la Universidad y después de la siembra el riego se realizó hasta la etapa del llenado de grano.

9.8.1.7. Fertilización

Para el ensayo se empleó: 80 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo, 40 kg de potasio en base a esta recomendación se aplicó 90 gramos en cada una de las parcelas en la siembra y como fertilización complementaria: se aplicó 36 gramos de Urea al momento del macollamiento, la manera de aplicación fue manual y al voleo.

9.8.1.8. Control de malezas

Se realizó manualmente al inicio del macollamiento y previo a la fertilización complementaria: se aplicó metsulfuron-metil en dosis de 30 g por hectárea.

9.8.1.9. Cosecha

Se cosecho manualmente utilizando una hoz cuando las parcelas del cultivo llegaron a su madurez fisiológica. Procediéndola después a poner en los sacos con sus respectivas identificaciones de cada parcela experimental.

9.8.2. Fase campo INIAP

9.8.2.1. Trilla

La trilla de los ensayos cosechados se realizó con la máquina trilladora de la Estación Experimental Santa Catalina. Posteriormente fueron separadas en una bolsa de tela para el siguiente proceso de secado.

9.8.2.2. Secado y limpieza de grano

Para el secado de granos se colocó las bolsas de tela bajo invernadero durante ocho días y así reducir el grado de humedad para su posterior limpieza, para ello se utilizó un ventilador de granos a motor.

9.8.2.3. Almacenamiento y etiquetado

Una vez finalizada las etapas de cosecha y poscosecha del cultivo se procedió a guardar los granos en fundas de tela con sus respectivas identificaciones para su futura liberación. Estos materiales no deben tener contacto con el suelo ni las paredes húmedas.

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

12.1. Prueba de normalidad

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (tabla 18) se aplica a las siguientes variables: porcentaje de emergencia, vigor, habito de planta, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de granos por espiga, rendimiento kg ha⁻¹, peso hectolitrico, tamaño de espigas, roya y virus del enanismo. Las variables que presentaron p valor superior a 0,05 se aplicó análisis de varianza.

Tabla 18.

Prueba de normalidad de Shapiro Wilks

Variable	N	Media	P (Unilateral D)
% de Emergencia	15	91,67	0,1607
Vigor 1-5	15	1,93	0,0001
Habito 1-3	15	1,73	0,2258
Días a la espiga.	15	72,4	0,0001
Altura cm	15	91,33	0,2515
Tipo de paja	15	1	0,9999
Tamaño de espiga	15	10,49	0,2454
Número de granos	15	43,04	0,625
Kg/ha	15	2951,6	0,7509
P.h kg/hl	15	76,03	0,2996
Tipo de grano	15	2	0,9999
Roya	15	5	0,9999
Bydv 0-9	15	2,4	0,0001

12.1. Variables agronómicas y morfológicas del cultivo

12.1.1. Estadística descriptiva

12.1.1.1. Porcentaje de emergencia

Tabla 19.

Promedios de porcentaje de emergencia a los diez días después de la siembra.

Código	Promedio	Mínimo.	Máximo.
TA-19-008	93,33	85	100
INIAP-IMBABURA-2014	91,67	90	95
TA-18-008	91,67	90	95
TA-19-003	91,67	90	95
TA-20-001	90	80	95
Promedio total	91,67		

En la tabla 19 en función de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks se puede determinar que no existe diferencia significativa, pero si numérica donde la línea promisoría que mayor porcentaje presenta es TA-19-008 con un promedio de 93,33%, seguida de la línea promisoría TA-20-001 con un promedio de 90%, según (Ponce et al., 2019), se encuentra en una escala de buena dentro de los parámetros de 81-100% de plantas germinadas.

Los resultados obtenidos del porcentaje de germinación coinciden con el trabajo de investigación de (Pichucho, 2022) ya que en sus resultados tanto las líneas y variedades también se encuentran en la escala de bueno con un rango de 81-100% de plantas germinadas por lo que (Ronco et al., 2011), menciona que los factores que afectan al porcentaje de germinación son: la temperatura, humedad, agua, gases (O₂, CO₂, etileno) y luz.

12.1.1.1. Vigor de la planta

Tabla 20.

Cuadro de descripción del vigor de la planta después de veinte días.

Código	Promedio	Mínimo	Máximo
INIAP-IMBABURA-2014	2	2	2
TA-18-008	2	2	2
TA-19-003	2	2	2
TA-19-008	2	2	2
TA-20-001	2	2	2
Promedio total	2		

En la tabla 20, indica el vigor de planta de cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada obtuvieron una escala de dos. Según (Ponce et al., 2019) deduce que son plantas buenas con hojas grandes y bien desarrolladas.

En la investigación de (Pichucho, 2022) las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada concuerdan con los resultados de la presente investigación. (Doria, 2010), menciona que las semillas son de vital importancia en las condiciones de siembra para así obtener plantas vigorosas con un rendimiento alto en la producción.

12.1.1.2. Hábito de crecimiento

Tabla 21.

Cuadro de promedio de habito de crecimiento de la planta después de veinte y cinco días de acuerdo a la escala de evaluación de cereales.

Código	Promedio	Mínimo	Máximo
INIAP-IMBABURA-2014	2	2	2
TA-18-008	2	2	2
TA-19-003	2	2	2
TA-19-008	2	2	2
TA-20-001	2	2	2
Promedio total	2		

En la tabla 21, se observa el habito de crecimiento de las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada presentan una escala de dos según el manual de parámetros de evaluación para cereales (Ponce et al., 2019), son plantas intermedio o semipostradas con hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados. En comparación a la investigación de (Pichucho, 2022) obtuvo que la línea promisorio de mejor habito fue la TA-20-001, mientras que en la presente investigación fue la variedad INIAP-IMBABURA-2014 y las líneas promisorias TA-18-008, TA-19-008, TA-20-001, TA-19-003. Presentado plantas erectas, con hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.

12.1.1.3. *Días al espigamiento*

Tabla 22.

Cuadro de promedio del 50% del espigamiento.

Código	Promedio	Mínimo	Máximo
TA-18-008	65	65	65
INIAP- IMBABURA-2014	66	66	66
TA-19-003	75	75	75
TA-20-001	77	77	77
TA-19-008	79	79	79
Promedio total	72,4		

La tabla 22 muestra los días al espigamiento, la línea promisorio TA-18-008 con promedio de 65 días, seguida por la variedad INIAP-IMBABURA-2014 con 66 días, indica que son una línea promisorio precoz. Una línea precoz de trigo quiere decir que las plantas de este ensayo llegaron a su madurez fisiológica más rápido, así ofreciendo beneficios para los agricultores ya que esto aumenta la producción, reduce las plagas y enfermedades y su semilla es de mejor calidad. (Pichucho, 2022) afirma que la línea TA-18-008 tiene una característica precoz con promedio de 56 días en su investigación, de tal manera mientras que en la presente investigación la línea precoz fue la misma línea TA-18-008 pero con un promedio de 65 días, es decir con 11 días de diferencia de la primera investigación.

12.1.1.4. Tipo de paja

Tabla 23.

Cuadro de tipo de paja de acuerdo a la escala

Código	Promedio	Mínimo	Máximo
INIAP-IMBABURA-2014	1	1	1
TA-18-008	1	1	1
TA-19-003	1	1	1
TA-19-008	1	1	1
TA-20-001	1	1	1
Promedio total	1		

La tabla 23, determina el tipo de paja que presentaron todas las líneas promisorias y la variedad mejorada. El promedio total se encuentra en la escala de 1, lo que corresponde a plantas que presentan tallos gruesos, fuertes, erectos, flexibles que soportaron los vientos y acames, según Ponce et al., (2019) en las parcelas experimental. Los resultados concuerdan con los datos obtenidos de (Pichucho, 2022) ya que menciona que su ensayo obtuvo 2 líneas promisoras TA-18-008, TA-19-008 y una variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014 con un habito de crecimiento de una escala de 1, así coincidiendo con la presente investigación.

12.1.1.5. Tipo y color de grano

Tabla 24.

Cuadro de tipo y color de grano

Código	Promedio	Mínimo	Máximo	Color de grano
INIAP- IMBABURA-2014	2	2	2	R
TA-18-008	2	2	2	B
TA-19-003	2	2	2	R
TA-19-008	2	2	2	R
TA-20-001	2	2	2	B
Promedio total	2			

De acuerdo a la tabla 24 observamos las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada tienen un tipo de grano con escala dos, es decir granos medianos, bien formado y limpios según (Ponce et al., 2019). Por lo que estos resultados no concuerdan con los datos de (Pichucho, 2022) ya que en su investigación obtuvo una escala de grado tres.

12.1.2. Análisis de varianza

12.1.2.1. Altura de planta

Tabla 25.

Cuadro de análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura en cm.

Fuente de Variación.	Grados			F	p-valor	Nivel de significancia
	Suma de Cuadrados	de Libertad	Cuadrados Medios			
Total	323,33	14				
Rep.	3,33	2	1,67	0,06	0,9441	n.s.
Código	90	4	22,5	0,78	0,5671	n.s.
Error	230	8	28,75			
Promedio (cm)	91,33					
Cv	5,87					

En el análisis de varianza adeva de la tabla 25 no muestra significancia estadística para la fuente de variación de código y no existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 5,87. Con un promedio general del ensayo de 91,33 cm de la altura final de las plantas.

Tabla 26.

Variable altura de la planta en cm con prueba Tukey al 5%

Código	Promedio	Rango
INIAP-IMBABURA-2014	95,00	A
TA-19-008	93,33	A
TA-18-008	91,33	A
TA-20-001	90,00	A
TA-19-003	90,00	A
Promedio	91,33	

En la prueba de tukey al 5%, de la tabla 26 se observa que existe un rango (A) de significancia estadística, es decir no hay diferencia significativa, pero si diferencia numérica obteniendo en la mejor categoría la variedad INIAP-IMMBABURA-2014 con un promedio de 95 cm de la altura de planta, seguido por TA-19-008 con 93,33, por último, fue la línea promisorio TA-18-008 con 90 cm. Según Nieto (2019) las mejores variedades del INIAP tiene alturas promedio entre 85-105 cm, por lo que la presente investigación entra en los rangos con un promedio general de 91,33 cm en la altura de las plantas.

Estudios realizados en China por (Zhang et al., 2019) se comparó las siete variedades locales y 145 líneas introducidas, así obteniendo una gran variación en la altura de las plantas, donde las líneas presentaron una altura máxima de 101,3 cm mientras y la altura más baja de 57,20, por otro lado, el material local alcanzó a una altura de 74-90 cm. Esta información concuerda con los datos obtenidos en la presente investigación, de tal manera que las líneas promisorias muestran menor variación frente a la variedad.

12.1.1.1. Tamaño de espiga

Tabla 27.

ADEVA para tamaño de espiga en centímetros.

Fuente de Variación.	Grados			F calculado	p-valor	Nivel de significancia
	Suma de Cuadrados	de libertad	Cuadrado Medio			
Total	4,83	14				
Rep.	1,59	2	0,8	6,21	0,0236	*
Código	2,21	4	0,55	4,32	0,0374	*
Error	1,02	8	0,13			
Promedio (cm)	10,49					
Cv	3,41					

En el análisis de varianza adeva de la tabla 27 muestra significancia estadística para la fuente de variación de código y existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 3,47. Con un promedio general del ensayo de 10,49 cm de espigas.

Tabla 28.*Tamaño de espiga*

Código	Promedio	Rango
TA-19-003	10,87	A
TA-19-008	10,80	A
TA-20-001	10,75	A
TA-18-008	10,03	A
INIAP-IMBABURA-2014	10,02	A
Promedio total	10,5	

De acuerdo a la tabla 28 del tamaño de espiga el ensayo la línea promisorio TA-19-003 se ubicó en la categoría A con 10,87 cm. Mientras que en la investigación Galarza (2023) existe diferencia en el tamaño de espiga entre variedades, por tal razón no concuerdan con la presente investigación.

12.1.2. Reacción a enfermedades

12.1.2.1. Roya amarilla (*puccinia striiformis*)

Tabla 29.*Roya amarilla puccinia striiformis*

Código	Promedio	Mínimo	Máximo	Tipo de reacción
INIAP-IMBABURA-2014	5	5	5	MR
TA-18-008	5	5	5	MR
TA-19-003	5	5	5	MR
TA-19-008	5	5	5	MR
TA-20-001	5	5	5	MR
Promedio total	5			

En la tabla 29 muestra el porcentaje de severidad de la roya (*puccinia triticina*) en las cuatro líneas promisorias y la variedad mejorada del 5% de roya en las hojas, con una reacción MR lo que es decir pequeñas Uredias rodeadas por áreas cloróticas según (Ponce et al., 2019).

En comparación a la investigación anterior de (Pichucho, 2022) obtenemos que las líneas TA-18-008, TA-19-003, TA-19-008, TA-20-001 y la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014 tuvieron mayor incidencia en la presente investigación.

12.1.1.1. *Virus del enanismo (Barley Yellow Dwarf) BYDV*

Tabla 30.

Cuadro del virus del enanismo del trigo.

Código	Promedio	Mínimo	Máximo
INIAP-IMBABURA-2014	2,00	2	2
TA-18-008	2,00	2	3
TA-19-003	3,00	3	3
TA-19-008	2,00	2	2
TA-20-001	3,00	2	3
Promedio total	2,40		

La tabla 30 se observa el virus del enanismo de las cuatro líneas promisorias y la variedad. Donde las líneas promisorias TA-19-003 y TA-20-001 presentan mayor grado de enanismo con una escala de tres lo que significa que las plantas presentaron amarillamiento de cantidad moderada a baja, no presenta reducción de macollamiento, mientras que las líneas promisorias TA-19-008 y TA-18-008 y la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014 presentaron grado dos, según (Ponce et al., 2019), menciona que son plantas que presentan amarillamiento en las hojas en mayor cantidad en las áreas afectadas. Los datos no coinciden con la investigación de (Pichucho, 2022), el menciona que tuvo un mayor grado de enanismo en su ensayo por lo que la variedad mejorada INIAP-IMBABURA-2014 presentó grado cuatro de virosis.

12.1.2. *Rendimiento*

12.1.2.1. *Número de granos por espiga*

Tabla 31.

Número de grano por espiga

Fuente de variación	Grados			F	p-valor	Rango de significación
	Suma de Cuadrados	de de libertad	Cuadrados Medios			
Total	462,09	14				
Rep.	21,51	2	10,75	1,33	0,3165	*
Código	376,04	4	94,01	11,65	0,002	**
Error	64,55	8	8,07			
Promedio	43,04					
Cv	6,6					

En la tabla 31 muestra significancia estadística para la fuente de variación de código y existe diferencia para la categoría de repeticiones, además, posee un coeficiente de variación de 6,6 % con un promedio general 43,04 de número de granos por espiga.

Tabla 32.

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

Código	Promedio	Rangos		
TA-20-001	50,57	A		
TA-19-008	47,18	A	B	
INIAP-IMBABURA-2014	40,28		B	C
TA-19-003	40,03		B	C
TA-18-008	37,13			C

En la tabla 32 muestra el número de granos presentaron rangos de A, AB, BC y C de acuerdo a la prueba tukey al 5 % la línea promisorio TA-20-001 es el mejor en rendimiento con categoría A (50,57), y en último rango C con un promedio de 37,13 la línea TA-18-008. Los resultados obtenidos no se relacionan con las evaluaciones realizadas por Pichucho, (2022) ya que mencionan que en su investigación que el mejor rendimiento es (TA-19-003).

12.1.1.1. Rendimiento en kg ha⁻¹.

Tabla 33.

Rendimiento en ha.

Fuente de Variación	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor	Rango de significación
Total	13347683,60	14				
Rep.	99876,40	2	49938,2	0,41	0,6749	n.s
Código	12280968,27	4	3070242,07	25,4	0,0001	**
Error	966838,93	8	120854,87			
Promedio kg ha⁻¹	2951,60					
Cv	11,78					

En la tabla 33 se observa el análisis de varianza de rendimiento muestra significancia estadística para la fuente de variación del código y no existe significancia para las repeticiones, con el coeficiente de variación de 11,78% y un promedio general de 2951,60 kg ha⁻¹

Tukey

Tabla 34.

La prueba de tukey al 5% rendimiento en kg ha⁻¹.

Código	Promedio	Rangos			
INIAP- IMBABURA-2014	4210,00	A			
TA-19-008	3427,67	A	B		
TA-18-008	3163,00		B	C	
TA-20-001	2394,33			C	D
TA-19-003	1563,00				D

En la tabla 34 la variedad INIAP-IMBABURA-2014 obtuvo el mejor rendimiento con una producción de 4210 kg ha⁻¹, de esa manera ubicándose en el rango (A), seguido por la línea promisoría TA-19-008 con rendimiento de 3427,67 kg ha⁻¹. Sin embargo, estos datos son muy diferentes a la investigación de Pichucho (2022), ya que menciona que el mejor rango es la TA-18-008, con una media de 6282,63 kg/ha, superando a la variedad liberada en el 2014 (INIAP-IMBABURA).

12.1.1.2. *Peso hectolitrico (kg hl⁻¹)*

Tabla 35.

ADEVA de peso hectolitrico

Fuente de Variación	Suma de Cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor	Rango de significación
Total	128,93	14				
Rep.	0,81	2	0,41	0,35	0,7134	n.s
Código	118,9	4	29,73	25,81	0,0001	**
Error	9,22	8	1,15			
Promedio kg hl⁻¹	76,03					
Cv	1,41					

En la tabla 35 análisis de varianza indica el peso hectolitrico, de las cuatro líneas promisorias y la variedad muestran alta significancia, mientras que las repeticiones no son significativas, con un coeficiente de variación de 1,41% y promedio general de 76,03

Tabla 36.

Prueba tukey al 5% de peso hectolitrico.

Código	Promedio	Rango	
INIAP- IMBABURA-2014	80,23	A	
TA-19-008	77,44	A	B
TA-18-008	75,90		B
TA-20-001	74,87		B
TA-19-003	71,71		C

De acuerdo a la tabla 36 para la variable peso hectolitrico se aplicó la prueba tukey al 5% observando que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 fue el mejor con un promedio de 80,23 kg hl⁻¹ y mejor en rango (A), seguida de la línea promisorio TA-19-008 con un promedio de 77,44 kg hl⁻¹. Estos datos no se asimilan con los estudios realizados en Bolivia Huanca et al. (2016) el peso hectolítico de las líneas mejoradas alcanzaron un peso promedio entre 74,7 y 79,8 kg ha⁻¹, así determinando que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 supera en rendimiento a los estudios realizados en Bolivia.

Tabla 37.

Ponderación de los resultados obtenidos en las variables agronómicas morfológicas, variables a evaluar en postcosecha, enfermedades de virus.

VARIEDADES Y LÍNEAS PROMISORIAS					
VARIABLES	TA-18-008	TA-19-003	TA-19-008	TA-20-001	INIAP-IMBABURA-2014
Variables agronómicas y morfológicas					
Emergencia	91,67	91,67	93,33	90	91,66
Vigor de la planta	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2
Hábito de crecimiento o Porte	Esc: 1	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	2
Días al espigamiento	65	75	79	77	66
Altura de planta	91,33 cm	90 cm	93.33 cm	90 cm	95 cm
Tamaño de Espiga	10.3 cm	10,87 cm	10.8 cm	10.75 cm	10.02 cm
Número de granos por espiga	37.13	40.03	47.18	50.57	40.28
Tipo y color de grano	Grano: blanco mediano	Grano: Rojo Mediano	Grano: Rojo Mediano	Grano: Blanco Mediano	Grano: Rojo Mediano
Tipo de paja	Esc: 1	Esc: 1	Esc: 1	Esc: 1	Esc: 1
Variables a evaluar en postcosecha					
Rendimiento kg ha	3163,00	1563,00	3427,67	2394,33	4210,00
Peso Hectolítrico o específico	75,9	71.71	77,44	74,87	80,23
Enfermedades y virus					

Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	5 MR	5 MR	5 MR	5 MR	5 MR
Virus del enanismo (<i>Barley Yellow Dwarf</i>) BYDV	2 Amarillamiento restringido	3 Amarillamiento cantidad moderada	2 Amarillamiento restringido	3 Amarillamiento cantidad moderada	2 Amarillamiento restringido
Total	4	2	5	2	6

En la tabla 37 se puede observar que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 tiene una calificación de seis de las trece variables evaluadas dando como resultado: vigor de la planta 2, habito de crecimiento (2), altura de planta 95 cm, rendimiento en kg ha⁻¹ 42101, peso Hectolítrico 80,23 kg y con presencia de virus del enanismo (2).

13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

- **Científico**

Al momento de estudiar las líneas promisorias de trigo y una variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum* L.) es el aporte teórico-práctico de los nuevos conocimientos como resultado del proceso investigativo.

- **Social**

El impacto social se refiere a los beneficiarios tanto agricultores como consumidores, por ejemplo, el aumento de la productividad agrícola, la reducción de la pobreza rural, la mejora de la seguridad alimentaria y la creación de empleo.

- **Ambiental**

Los efectos negativos pueden incluir, por ejemplo, la contaminación ambiental, la pérdida de biodiversidad.

- **Económico**

Ecuador aporta con solo un 0.92% al BIP, de esa manera el país importa 99% de los productos primarios realizados

14. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El material de estudio de las líneas promisorias y la variedad mejorada de trigo, productos de fertilización, labores culturales fueron 100% financiados por la estación Santa Catalina-INIAP.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

15.1. CONCLUSIONES

- De las cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo se estableció que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 fue la mejor en adaptarse a las condiciones agroclimáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, destacándose en seis parámetros dentro de las trece variables evaluadas, seguida de la línea promisorio TA-19-008 que se destaca en cinco parámetros de evaluación.
- Se determinó que la variedad INIAP-IMBABURA-2014 presento mayor rendimiento con 4210 kg ha⁻¹, en comparación a los demás tratamientos, seguida de la línea promisorio TA-19-008 con un rendimiento de 3427,6 kg ha⁻¹.

15.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda establecer el mismo ensayo en diferentes localidades y épocas del año realizando pruebas de calidad agroindustrial de semillas de los mejores tratamientos obtenidos de trigo.
- De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda a los agricultores seguir cultivando la variedad INIAP-IMBABURA-2014 ya que presentan buenas características agronómicas, un buen rendimiento con bajos porcentajes de severidad a roya y virus del enanismo.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Agronomía. (2021). Trigo. In *Trigo, Cultivos*. Blogger.
- Avila, A., Avila, J., Rivas, F., & Martínez, D. (2014). *CULTIVOS EXTENSIVOS UNIVERSIDAD DE SONORA EL CULTIVO DEL TRIGO*.
- Bautista, D. (2022). “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA (*Avena sativa* L.) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021-2022” [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI]. <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9432/1/PC-002384.pdf>
- Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., Cruz-Morales, F., & Sangerman-Jarquín, D. (2017). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales*. 8. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>
- Calderón, C. J., Gamarra, G. D. P., & Solano Porras, R. C. (2022). Introducción de líneas de trigo del ICARDA y CIMMYT para la zona altoandina del Perú. *Yotantsipanko*, 2(1), 69–80. <https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v2i1.15>
- Condo, L. A., & Pazmiño, J. M. (2015). *Diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias*. [http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-17-214206-diseño experimental en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias-comprimido.pdf](http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2019-09-17-214206-diseño%20experimental%20en%20el%20desarrollo%20del%20conocimiento%20científico%20de%20las%20ciencias%20agropecuarias-comprimido.pdf)
- De la Fuente, S. (2013). Modelos De Análisis De La Varianza. *Análisis De La Varianza, Mlg*, 107. <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/ANALISIS-VARIANZA/analisis-varianza.pdf>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción , conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>
- Flores, C., & Flores, K. (2021). Pruebas Para Comprobar La Normalidad De Datos En Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov -Tests To Verify the Normality of Data in Production Processes. *Societas*, 23(2), 83–106. <http://orcid.org/0000-0002-1892http://orcid.org/0000-0003>

- Flores, J. (2015). *CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONOMICA DE 14 ACCESIONES DE TRIGO DURO (Triticum turgidum L. (Thell) durum) EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.*
- Franco, P. T. (2023). Industria importa el 99 \% del trigo para cubrir la demanda interna, consumo per cápita de los ecuatorianos ronda los 39 kg. In *El Universo*.
- Galarza, E. (2023). “*Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca, Cevallos*”. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD.
- Gamiño, R. F. (2013). *Maíz, trigo y arroz LOS CEREALES QUE ALIMENTAN AL MUNDO.*
<http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>
- García, M. ., Fernández, M., Ciudad, F. ., Ruano, D., & Caminero, C. (2021). *VIRUS DEL ENANISMO DEL TRIGO_2021-D.*
https://plagas.itacyl.es/documents/109511/1308033/CE-E-12_VIRUS+DEL+ENANISMO+DEL+TRIGO_2021-D.pdf/2b75483d-9dc0-db84-eb7e-d7d5ea7b68d2?t=1637914062083
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *INIAP-Estación Experimental Santa Catalina.*
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/381/4/iniapscbd411.pdf>
- Golik, S. (2000). *CAPÍTULO 1 Trigo : origen , sistemática , importancia.*
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos Herbáceos Extensivos.*
- Huerta, C. (2019). *Cuadros para organizar la información.* Unidades de Apoyo Para El Aprendizaje - CUAIEED - UNAM.
https://uapa.cuaieed.unam.mx/sites/default/files/minisite/static/fea1f0b9-b707-49f0-a97d-e712852a03af/cuadros_organizar/index.html
- Moreno, I., Ramírez, A., Plana, R., Iglesias, L., Moreno, M. C. I., Agregado, I., Ramírez, ; A, & Plana, C. R. (2001). EL CULTIVO DEL TRIGO. ALGUNOS RESULTADOS DE SU PRODUCCIÓN EN CUBA. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 55–67.
- Muñoz, V. (2020). *EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE CALIDAD DE LOS GRANOS DE TRIGO (Triticum spp) Y CEBADA (Hordeumvulgare) PRODUCIDOS EN EL ECUADOR, COMPARANDOMÉTODOS TRADICIONALES Y ALTERNATIVOS.*
<https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12137/1/UDLA-EC-TIAG-2020-06.pdf>

- Nieto, M., Garófalo, J., & Ponce, L. (2021). *GUIA CEREALES 2021*.
- Pichucho, C. M. (2022). “*EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DELÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (Triticum aestivum L.) DELINIAP BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL LAUNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS CEASA, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022.*”
- Pogo, A. (2022). “*EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO (Triticum aestivum L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022.*” UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *TRIGO. MANUAL DE MANEJO DEL CULTIVO y conservacion de los suelos*.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2022). *Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana*. www.iniap.gob.ec
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales*. www.iniap.gob.ec
- Prescott, J., Burnett, P. ., Saari, E. ., Ransom, J., Bowman, J., De Millano, W., Singh, R., & Abeyo Bekele Geleta. (1986). *Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo*. <http://hdl.handle.net/10883/1110>
- Ramos-Galarza, C. (2021). Diseño de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Riofrio, A. (2022). *EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LÍNEAS DE TRIGO FRENTE A Puccinia striiformis f. sp. tritici. DURANTE EL DESARROLLO VEGETATIVO Y FASE DE ESPIGADO, EN LA PARROQUIA LICTO, DEL CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO.
- Ronco, M., Beltrano, J., & Giménez, D. O. (2011). Fisiología de la germinación. In *Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales* (p. 17). https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/104169/mod_resource/content/2/germinación.pdf
- Salazar, S. (2016). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD]*. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22070/1/tesis-006 Producción Agric. sustentable -CD 370.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/22070/1/tesis-006%20Producci3n%20Agric.sustentable%20-CD%20370.pdf)

Satorre, E. H., Benech, A. R. L., Slafer, G., de la Fuente, E., Millares, D. J., Otegui, M. ., & Savin, R. (2003). *Escala Zadoks*. <http://www.fao.org>

Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. (2023). *Ficha sectorial Trigo Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios*. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-4-trimestre/Ficha-Sectorial-Trigo.pdf>

Tellez, R. (1950). *El ahijamiento del trigo*.

Vallejos, P. (2019). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, *14*(6), 415–421. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084>.

