



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.”

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

Autor:

Herrera Farinango Yesenia Elizabeth

Tutor:

Chasi Vizquete Wilman Paolo

Co-tutor:

Noroña Zapata Javier Patricio

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero- 2024

DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Herrera Farinango Yesenia Elizabeth, con cédula de ciudadanía No. 1753709607, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.”**, siendo el Ingeniero Msc. Wilman Paolo Chasi Vizuite, 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, 15 febrero del 2024



Yesenia Elizabeth Herrera Farinango
Estudiante
C.C: 1753709607

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 **HERRERA FARINANGO YESENIA ELIZABETH**, identificada con cédula de ciudadanía **1753709607** 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 AGRONOMIA, 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 DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.**”, 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. Wilman Paolo Chasi Vizuite, Msc.

Tema: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.”

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.

- 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.

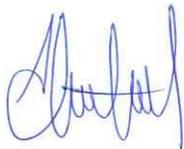
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

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, 15 de febrero del 2024



Herrera Farinango Yesenia Elizabeth

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

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

“EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE CUATRO LINEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA-INIAP.”, de Herrera Farinango Yesenia Elizabeth , 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, 15 de febrero del 2024



Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Msc.

C.C: 0502409725

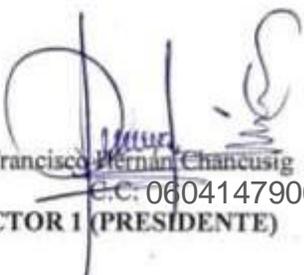
DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE LECTORES

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, el postulante: Herrera Farinango Yesenia Elizabeth, con el título de proyecto integrador “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMATICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.” 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, 24 de febrero del 2024



Ing. Francisco Hernán Chancusig
E.C: 0604147900
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Yauli Chicaiza Guido Euclides
C.C: 0501604409
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Carlos Javier Torres Miño, PhD.
C.C: 0502229238
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Primeramente, el agradecimiento a Dios por darme la fuerza y la voluntad para seguir adelante y culminar con uno de los tantos escalones que me quedan por recorrer.

Gracias a mis padres Sonia Iralda Farinango Quinaucho y Luis Patricio Herrera Soto por el cariño, apoyo y comprensión en todo mi proceso de formación profesional, por confiar en que lograría mis metas y siento un agradecimiento infinito hacia ellos que me dieron la oportunidad de llegar a donde estoy hoy en día.

Agradecer a mis hermanos que fueron pieza fundamental y el motor que me impulso a seguir cada día esforzándome para poder ser su ejemplo a seguir enseñándoles que todo lo que se hace con esfuerzo es bien recompensado.

Agradecimientos gratos hacia la Universidad Técnica de Cotopaxi quien me brindo la oportunidad de prepararme profesionalmente y aprender del conocimiento de cada uno de los docentes

Gracias a mi asesor de tesis el Inge Wilman Paolo Chasi y co-tutor el Inge Javier Patricio Noroña Zapata por guiarme y tenerme la paciencia suficiente durante la preparación del proyecto de investigación, y a mis lectores por el apoyo y conocimiento compartido hacia mí. También al proyecto FIASA por el apoyo ofrecido.

Agradezco a las personas especiales con quienes compartí momentos de mucha alegría en esta etapa llamada Universidad, Adriana, Mishell, Melida y Emerson gracias por el cariño y apoyo recibido de su parte.

Yesenia Elizabeth Herrera Farinango

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a dios y a mis queridos padres por luchar junto a mi incansablemente hasta el final de esta etapa, mi madre que siempre estuvo pendiente de mi en mis noches largas de estudio también a mi padre que siempre ha sido un ejemplo a seguir, gracias por cada uno de sus consejos y su compañía incondicional. Gracias por tanto amor y confianza.

Los Amo padres

Yesenia Elizabeth Herrera Farinango

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSO NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.”

AUTOR:

Herrera Farinango Yesenia Elizabeth

RESUMEN

Dentro del Ecuador existe una baja demanda de trigo en los últimos 15 años, por lo cual un 95-96% es grano importado, el problema de la baja producción de este cereal se debe a que la mayoría de productores de trigo se dedicaron a otros cultivos ya que se veían más viables económicamente. La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina- INIAP y el objetivo principal fue realizar la evaluación sobre el comportamiento agronómico de cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo durum (*Triticum durum*), teniendo en cuenta las condiciones agroclimáticas del sitio en estudio. El propósito fue encontrar líneas que tengan una mejor adaptabilidad, resistencia y mejor rendimiento para la producción de este cereal en esta zona. Se utilizó un diseño completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones y 5 tratamientos en parcelas de 3,6 m² con un total de 15 unidades experimentales. Se evaluó variables como emergencia, número de macollos, días al espigamiento, altura de planta, número de espigas por m², , número de granos por espiga, tipo de paja, reacción de enfermedades, rendimiento de grano, peso hectolitro, tipo de grano y proteína, para la evaluación se utilizó el manual °111 denominado “Parámetro de evaluación y selección de cereales” el cual nos ayudó a determinar cada una de las variables de evaluación. Para los análisis de datos se utilizó una prueba de normalidad y Tukey al 5% para los análisis de varianza, y para las variables de escalas se utilizó cuadros de promedios.

Los datos obtenidos determinaron que para el parámetro con mejor rendimiento fue UEB-carnavalero con un 2466,66 k/g ha⁻¹ seguido de la línea promisorio A-01 con un rendimiento 1975 k/g ha⁻¹ a diferencia de la línea promisorio A-02 con un rendimiento de 1557,41 k/g ha⁻¹ y la otra línea A-03 con un rendimiento de 1551,56 k/g ha⁻¹. Con los datos obtenidos la línea con mejor rendimiento para el lugar de estudio es la variedad UEB-Carnavalero ya que mantiene su estándar y no se ha degradado por lo que es recomendable continuar con la investigación de esta variedad y con las otras líneas.

Palabras clave: *Triticum durum*, adaptación, rendimiento, producción, líneas, análisis.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "EVALUATION OF THE AGRONOMIC PERFORMANCE OF FOUR PROMISING LINES AND A DURUM WHEAT VARIETY UNDER THE AGROCLIMATIC CONDITIONS OF THE SANTA CATALINA EXPERIMENTAL STATION - INIAP".

AUTHOR:

Herrera Farinango Yesenia Elizabeth

ABSTRACT

In Ecuador, there is a low demand for wheat in the last 15 years, so 95-96% is imported grain, the problem of low production of this cereal is due to the fact that most wheat producers were dedicated to other crops because they were more economically viable. The present research was carried out at the Santa Catalina Experimental Station - INIAP and the main objective was to evaluate the agronomic performance of four promising lines and one variety of durum wheat (*Triticum durum*), taking into account the agroclimatic conditions of the site under study. The purpose was to find lines with better adaptability, resistance and yield for the production of this cereal in this area. A completely randomized design was used with three replications and five treatments in plots of 3.6 m² with a total of 15 experimental units. Variables such as emergence, number of tillers, days to heading, plant height, number of spikes m², number of grains spike, number of grains spike, type of straw, disease reaction, grain yield, hectoliter weight, type of grain and protein were evaluated. For the evaluation we used the manual °111 called "Parameter evaluation and selection of cereals" which helped us to determine each of the evaluation variables. For the data analysis, a normality test and Tukey at 5% were used for the analysis of variance, and for the scale variables, average tables were used.

The data obtained determined that the parameter with the best yield was UEB-carnavalero with 2466.66 k/g ha⁻¹ followed by the promising line A-01 with a yield of 1975 k/g ha⁻¹, in contrast to the promising line A-02 with a yield of 1557.41 k/g ha⁻¹ and the other line A-03 with a yield of 1551.56 k/g ha⁻¹. With the data obtained, the line with the best yield for the study site is the variety UEB-Carnavalero, since it maintains its standard and has not been degraded, so it is advisable to continue with the investigation of this variety and the other lines.

Key words: *Triticum durum*, adaptation, yield, production, lines, analysis.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORIA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	v
AVAL DE APROBACION DEL TRIBUNAL DE LECTORES	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
INDICE DE CONTENIDO.....	xi
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE CUADROS	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION	4
5. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo general	5
5.2 Objetivos específicos	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA	6
7.1 Historia.....	6
7.2 Importancia	7
7.3 Características Botánicas	8
7.3.2 Sistema radicular	8

7.3.3	Tallo	8
7.3.4	Hojas	8
7.3.5	Inflorescencia	9
7.3.6	Fruto.....	9
7.3.7	Flores.....	9
7.4	Composición química de la harina de trigo duro.....	10
7.5	Morfología exterior del cultivo(Crecimiento y desarrollo).....	10
7.5.2	Zadoks 0 – Germinación	10
7.5.2	Zadoks 1 - crecimiento de plántula.....	11
7.5.3	Zadoks 2- Elongación de tallos	11
7.5.4	Zadoks 3 – Vaina engrosada	11
7.5.5	Zadoks 4 – Emergencia de la inflorescencia	12
7.6	Enfermedades del trigo	13
7.6.2	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	13
7.6.3	Roya anaranjada (<i>Puccinia triticina</i>).....	14
7.6.4	La roya negra del tallo (<i>Puccinia graminis f. sp tritici</i>).....	14
7.6.5	Mancha amarilla (<i>Pyrenophora tritici- repentis</i>)	15
7.6.6	Carbón (<i>Ustilago ssp.</i>)	15
7.7	Grano del trigo.....	15
7.8	Condiciones edafoclimáticas.....	16
7.8.2	Suelo	16
7.8.3	Temperatura.....	16
7.8.4	PH	16
7.9	Requerimientos agroclimáticos	17
7.10	Época de siembra y cosecha.....	17
7.11	Manejo del cultivo	17

7.11.2	La semilla	17
7.11.3	La siembra	18
7.11.4	Profundidad de siembra	18
7.11.5	Densidad de siembra	18
7.11.6	Fertilización inicial	19
7.11.7	Control de malezas	19
7.11.8	Desmezcla del lote	20
7.11.9	Cosecha y trilla	20
7.11.10	Secado	21
7.11.11	Almacenamiento	21
8.	VALIDACION DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS	22
8.1	Hipótesis nula	22
8.2	Hipótesis alternativa	22
9.	METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	22
9.1	Ubicación	22
9.2	Tipo de investigación	23
9.2.1	Experimental	23
9.3	Manejo específico del experimento.	23
9.3.1	Diseño experimental	23
9.3.2	Cualitativa-cuantitativa	24
9.4	Modalidad básica de investigación	24
9.4.1	De campo	24
9.5	Distribución de la parcela experimental y neta	24
9.6	Diseño del ensayo en campo	25
9.7	Variables de evaluación	25
9.7.1	Emergencia (%)	25

9.7.2	Vigor de planta	26
9.7.3	Habito de crecimiento	26
9.7.4	Días al espigamiento	27
9.7.5	Altura de planta	27
9.7.6	Tipo de paja	27
9.7.7	Tamaño de espiga	28
9.7.8	Numero de granos por espiga	28
9.8	Variables de evaluación en post-cosecha	28
9.8.2	Rendimiento	28
9.8.3	Peso hectolitrito o específico	29
9.8.4	Tipo y color de grano	29
9.8.5	Reacción de enfermedades	29
10.	ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	30
10.1	Variables con ADEVA	30
10.2	Variables con estadística descriptiva	30
10.3	Prueba de normalidad de Shapiro	30
10.4	Esquema del ADEVA	31
10.5	Variables evaluadas con ADEVA	31
10.5.1	Rendimiento	31
10.5.2	Altura de planta	32
10.5.3	Peso hectolitrito	34
10.5.4	Numero de macollos	35
10.5.5	Numero de espigas	36
10.5.6	Proteínas	37
10.6	Variables con estadística descriptiva	38
10.6.1	Incidencia de enfermedades	38

10.6.2	Vigor (1-5).....	39
10.1.	Habito de crecimiento	39
10.6.3	Días al espigamiento.....	40
10.6.	Tipo de paja.....	40
10.7.	Tipo de grano.....	41
10.7.1.	Emergencia.....	41
11.	Ponderación de variables	42
12.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	43
13.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	44
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
14.1	Conclusiones	44
14.2	Recomendación	44
15.	BIBLIOGRAFÍAS	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza (ADEVA) para rendimiento.	31
Tabla 2. Prueba Tukey para el rendimiento.....	32
Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de plantas	32
Tabla 4. Prueba Tukey para altura de planta	33
Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para el peso hectolitrito	34
Tabla 6. Prueba de Tukey para peso hectolitrito.....	34
Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) para el numero de macollos.....	35
Tabla 8. Prueba Tukey para Numero de macollos	35
Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA) para el numero de espigas	36
Tabla 10. Prueba de Tukey para número de espigas.....	36
Tabla 11. Análisis de varianza (ADEVA) de proteínas	37
Tabla 12. Prueba de Tukey para proteínas.....	37
Tabla 13. Análisis de frecuencia para incidencia de enfermedades	38
Tabla 14. Análisis de frecuencia para vigor (1-5).....	39
Tabla 15. Análisis de frecuencia para habito de crecimiento	39
Tabla 16. Análisis de frecuencia para los días al espigamiento.....	40
Tabla 17. Análisis de frecuencia para el tipo de paja.....	40
Tabla 18. Análisis de frecuencia para el tipo de grano.....	41
Tabla 19. Análisis de frecuencia para emergencia.....	41

INDICE DE CUADROS

Cuadro N.º 1. Objetivos, actividades y resultados de la actividad.....	6
Cuadro N.º 2. Composición de la harina de trigo duro	10
Cuadro N.º 3. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo	12
Cuadro N.º 4. Composición química del trigo.....	22
Cuadro N.º 5. Variables	25
Cuadro N.º 6. Escala de evaluación de emergencia en cereales	26
Cuadro N.º 7. Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.....	26
Cuadro N.º 8. Escala de evaluación habito de crecimiento en cereales	27
Cuadro N.º 9. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales	27
Cuadro N.º 10. Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.....	29
Cuadro N.º 11. Escala de valuación para el color de grano de trigo.....	29
Cuadro N.º 12. Escala para determinar el tipo de reacción en royas	29
Cuadro N.º 13. Ponderación de variables	41

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS Y UNA VARIEDAD DE TRIGO DURUM BAJO LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA – INIAP.”

Fecha de inicio: marzo 2023

Fecha de finalización: septiembre 2023

Lugar de ejecución: Estación Experimental Santa Catalina INIAP

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de Trabajo:

Responsable del Proyecto: Yesenia Elizabeth Herrera Farinango

Tutor: Ing. Msc. Wilman Paolo Chasi Vizuite

Lector 1: Ing. Chancusig Francisco Hernán

Lector 2: Ing. Yauli Chicaiza Guido Euclides

Lector 3: Ing. Torres Miño Carlos Javier Ph. D

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Yesenia Elizabeth Herrera Farinango

Teléfonos: 0985862665

Correo electrónico: yesenia.herrera9607@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Línea de investigación:

Desarrollo soberanía y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria representa una de las principales preocupaciones de nuestros tiempos. El crecimiento demográfico y las sequías provocadas por el cambio climático, se han convertido en razones primarias de la escasez alimentaria existente en el mundo entero (Heredia Guerrero, 2022).

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 FIASA-UEB-INIAP

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El trigo (*Triticum sp.*) es uno de los principales cultivos agrícolas y es un alimento importante para la mayor parte de la población mundial, por lo que se debe llevar a cabo el desarrollo de variedades que sean resistentes al estrés biótico y abiótico, debido a que el trigo (*Triticum sp.*) es la causa de una importante caída de la productividad, y debido al cambio climático, la frecuencia y magnitud de estas enfermedades aumenta cada año (Paniagua Gallego, 2020).

Los programas de mejora vegetal tienen diversas finalidades como mejorar el rendimiento y desarrollar alimentos de mayor calidad. En el caso del trigo duro, cuando hablamos de calidad nos referimos a las características del grano que definen las propiedades reológicas de la seolina y su valor nutricional. Al mejorar estas características, se obtienen productos finales de mayor calidad y con un mayor interés comercial (Algorta Bove, 2023).

En el país, el trigo duro importa un total de 600.000 TM, donde el 40% corresponde a trigo duro para la industria de fideos (pastas), elaboración de galletas, sémola, etc. Además, el precio

del trigo duro, es un 50% más caro que el trigo harinero, lo que se puede constituir en una alternativa favorable para los productores/as de trigo (Córdova, 2019). Además de los caracteres agronómicos, también hay caracteres fisiológicos que contribuyen a la mejora del rendimiento en trigo (Esquisabel & Simón, 2019).

La presente investigación está basada en encontrar datos reales sobre las líneas promisorias de trigo durum proporcionadas por el Programa de Cereales de la Estación Santa Catalina del INIAP y la variedad del UEB mediante una evaluación sobre el comportamiento agronómico, con ayuda de algunas variables para que los materiales en estudio vayan mejorando genéticamente y se adapten con mayor facilidad a las condiciones climáticas que existen dentro de esta zona. Con estas investigaciones se busca obtener y generar nuevos materiales mejorados para que los grandes y pequeños agricultores puedan aprovechar de esta semilla con buen gen de resistencia, buen rendimiento y de buena calidad y así se tendrá mejores cosechas y menos pérdidas de trigo duro lo cual beneficiara también a futuro para poder cumplir con el abastecimiento de trigo que necesita la población y se deje de importar grano foráneo de trigo duro del mercado exterior.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Del proyecto de investigación, los beneficiarios directos es la Estación Santa Catalina-INIAP es una investigación que aportan los datos dentro del Programa de Cereales, y los ensayos se guardaran para futuras investigaciones y tambien para el estudiante.

Por otro lado, los beneficiarios indirectos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial la carrera de Agronomía ya que en un futuro podrán hacer un seguimiento sobre la investigación.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

El trigo duro (*Triticum durum*), bajo las diferentes formas de consumo, es uno de los cereales más importantes en la alimentación humana, dicho consumo ha incrementado notablemente debido al rápido crecimiento de la población, y un excelente rendimiento de sémola, adecuado al balance de proteína y por sus favorables condiciones industriales (Flores Tacle, 2015). El trigo importado se utiliza para satisfacer la demanda de los consumidores de fideos, pastas y otros productos alimenticios en los trópicos húmedos. No hay duda de que varios millones de personas en todo el mundo dependen del trigo para una parte importante de su dieta.(Golik, 2022).

La mayoría de las unidades productivas dedicadas a la producción de trigo hoy son de subsistencia (bajos insumos). Actualmente, a nivel nacional se cultivan alrededor de 6.700 hectáreas de trigo, con una productividad de 2 toneladas ha-1. Sin embargo, las importaciones ascendieron a 1.300.000 toneladas durante 2020 (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022). Cabe señalar que las zonas de producción en el Ecuador se ubican a lo largo de la ruta interandina, en zonas con altitudes que van desde los 2000 a los 3200 metros (Garófalo et al., 2011).

La seguridad alimentaria representa una de las principales preocupaciones de nuestros tiempos. El crecimiento demográfico y las sequías provocadas por el cambio climático, se han convertido en razones primarias de la escasez alimentaria existente en el mundo entero (Heredia Guerrero, 2022).

A nivel mundial en algunos países el trigo duro se sigue produciendo sin ningún problema y existen cosechas de buena calidad, siendo el principal productor China y dentro de Sudamérica se posiciona Argentina que se encuentra en el 7mo lugar como mayor exportador en el mundo. Dentro del Ecuador la producción de trigo duro bajo considerablemente, ya que se vio afectado

por varios factores ambientales y también económicos, uno de ellos es la enorme falta de apoyo y crédito a grandes y pequeños productores de parte del estado de nuestro país, y la falta de adaptabilidad de la mayoría de las variedades de trigo duro a las condiciones edafoclimáticas del Ecuador.

También en la actualidad es la falta de capacitaciones a los agricultores ya que no tienen acceso a las nuevas tecnologías y no pueden ver las innovaciones modernas e ideas que existen por falta de asesoramiento técnico en el país.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento agronómico de las cuatro líneas y la variedad de trigo durum bajo las condiciones agroclimáticas de la Estación Santa Catalina- INIAP.

5.2 Objetivos específicos

- Evaluar cuales son las líneas promisorias de trigo que tienen mejores características agronómicas (adaptabilidad, resistencia y calidad).
- Analizar los datos de proteínas que contienen las líneas promisorias de trigo.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREA EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Cuadro N.º 1. Objetivos, actividades y resultados de la actividad

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS
Evaluar cuales son las líneas promisorias de trigo que tienen mejores características agronómicas (adaptabilidad y calidad).	Tomar las variables de evaluación: -Emergencia -Número de macollos -Días al espigamiento -Altura de planta - Numero de espigas -Tamaño de espigas -Número de granos por	Promedios -Emergencia (%) -Número de macollos(°N) -Días al espigamiento (días) -Altura de planta (cm) - Numero de espigas(°N) -Tamaño de espigas (cm)	Fotografías, Datos en Excel, Libro de campo, datos en InfoSta

	espiga -Tipo de paja -Reacción de enfermedades - Tipo de grano -Vigor -Habito -Rendimiento de grano -Peso hectolitrico	-Número de granos por espiga (°N) -Tipo de paja (1-3) -Reacción de enfermedades - - Tipo de grano(escala) -Vigor(1-3) -Habito(1-3) Rendimiento de grano(K/h) -Peso hectolitrico(kg/h ⁻¹)	
OBJETIVO 2	ACTIVIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS
Analizar los datos de proteínas que contienen las líneas promisorias de trigo.	Determinar datos sobre las proteínas del trigo durum	Estudios en el laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina	Tablas de Excel Datos en InfoSta

7. FUNDAMENTACION CIENTIFICA TECNICA

7.1 Historia

El trigo es una de las primeras especies vegetales que el hombre domesticó y utilizó como alimento, lo que fue un factor importante en los primeros asentamientos humanos al inicio de las primeras civilizaciones en Asia, Europa y África. Desde entonces, la mayoría de países tanto del Viejo Continente como del Nuevo Mundo basan parte de su dieta en este grano. El trigo como planta cultivada ocupa el primer lugar en términos de superficie cultivada y, junto al arroz, el segundo lugar en la producción total de cereales, sólo superado por el maíz en su producción. El trigo es la principal fuente de carbohidratos para el consumo humano (Miramontes et al., 2014).

En 1900, las leyes de Mendel fueron redescubiertas y sentaron las bases para la mejora científica basada en el cruce de dos o más variedades y la selección de los mejores individuos de la población segregante resultante. El programa actualmente más importante del mundo para mejorar la variedad de trigo duro es el del obtentor italiano Nazareno Strampelli. (Martínez-Moreno & Solís, 2017)

El trigo duro es una especie común del cereal (trigo), también conocido como trigo moruno, siciliano, de sémola o trigo fanfarrón. Es una de las especies de trigo con mayor valor nutricional, ya que tiene un alto contenido de gluten y está compuesto por entre un 12 y un 14% de proteína, es una especie muy resistente a la sequía y a las enfermedades y produce más rendimientos que otras especies (Flores Tacle, 2015).

7.2 Importancia

Desde la antigüedad, el trigo ha sido muy importante en la nutrición humana. Los orígenes de la agricultura en Oriente Medio están asociados a la domesticación del trigo y la cebada. Esta importancia continúa hasta el día de hoy, ya que representa uno de los cultivos más productivos y representa un tercio de la producción mundial de cereales. En el mundo se cultivan dos tipos de trigo: el trigo común o harinero (*T. aestivum*) y el trigo duro (*T. durum*), utilizado para hacer pan en el caso del trigo blando y pasta en el caso del trigo duro (Manangón Monteros, 2014).

En América Latina, el trigo y sus derivados son muy importantes porque conforman la canasta básica de alimentación familiar, este producto contiene carbohidratos, proteínas, humedad y es empleado como materia prima para la elaboración de importantes productos industriales como pan industrial, fideos, galletas, entre otros (Galarza Tenesaca, 2023).

7.3 Características Botánicas

7.3.2 Sistema radicular

La planta de trigo tiene dos tipos de raíces; Las raíces seminales o primarias originadas en los primordios radiculares del embrión de la semilla aparecen durante la germinación a través de la coleorhiza, luego aparecen 4 o 5 raíces seminales laterales, que forman el sistema radicular seminal que brinda soporte a la planta hasta la aparición de raíces nodulares, cuando comienza el macollamiento, estas raíces son más gruesas, y crecen horizontalmente, aparecen de 3 a 7 segmentos en la base de la planta, si los segmentos superiores están por encima del nivel del suelo, las raíces no penetran el suelo, sobresalen de las principales provenir. Cuando está maduro, el sistema de raíces puede alcanzar una profundidad de 1 a 2 m o más, dependiendo de las condiciones del suelo. La mayoría de las raíces crecen en los primeros 30 cm del suelo (Loayza Farfán, 2014).

7.3.3 Tallo

Son tallos herbáceos rectos y tienen estructura de caña, lo que significa que son huecos con excepción de los nudos, como otros granos, tienen dos partes: una cáscara que rodea el pecíolo y protege el meristemo o zona de crecimiento. y un tallo alargado con nervios paralelos (Pichucho Otacoma, 2022).

7.3.4 Hojas

Las hojas de trigo, como todas las hojas pertenecientes a este grupo de plantas, se componen de dos partes: una hendidura horizontal que abraza el tallo en un cierto borde y una lámina que sigue la horizontal. Las hojas son estrechas en la base y rizadas en la punta, las de la parte superior miden de 2 a 3 cm de ancho y de 20 a 30 cm de largo, el limbo tiene dos aletas en la base que apenas se tocan abrazando el tallo llamado aurículas. Las características de la aurícula son una de las cosas básicas e importantes que debemos considerar y utilizar como base para la diferenciación del trigo (Galarza Tenesaca, 2023).

7.3.5 Inflorescencia

Una inflorescencia es terminal y única para cada tallo y forma una espiga compuesta. El raquis es un nudo sinuoso con nudos muy cortos, de cada uno de los cuales nacen las espiguillas dispuestas alternadamente sobre aquel. Cada espiguilla está formada por un grupo de 2 a 6 flores hasta 7 ensartadas en un eje más corto llamado raquilla y cubierta por dos grandes escamas o glumas no todas las flores de las espiguillas fértiles, las espiguillas de la parte media desarrollan los mejores granos. Algunas veces se observan espiguillas abortados en la base (esterilidad basal) y vértice de las espigas

La inflorescencia es terminal, única para cada tallo y forma una espiga compleja. El raquis es un nudo sinuoso con nudos muy cortos, de cada uno de los cuales emergen espiguillas.

Cada espiguilla consta de un grupo de 2 a 6 flores, hasta 7 ensartadas en un eje más corto llamado raquilla, y cubiertas por dos grandes escamas o escamas no todas las flores de espiguilla son fértiles, las espiguillas se encuentran en la parte media para desarrollar mejores granos. A veces se observan espiguillas abortadas en la base (esterilidad de la raíz) y en la parte superior de las espiguillas (Galarza Tenesaca, 2023).

7.3.6 Fruto

El fruto del trigo es un grano (un fruto seco que no se abre), cuyas semillas están firmemente adheridas a la cáscara exterior. En la semilla, miremos la base, es decir, el extremo donde se asienta la pieza de trabajo, el inicio de la cabeza, opuesto a la ubicación de las vellosidades, dorsal o convexa, donde se ve la pieza de trabajo, un surco o superficie desde el lado ventral a los bordes o pliegues (Pichucho Otacoma, 2022).

7.3.7 Flores

Las flores no poseen pétalos ni sépalos, están conformadas por estambres y pistilo, no son vistosas y se reúnen en espigas (Galarza Tenesaca, 2023).

7.4 Composición química de la harina de trigo duro

Cuadro N° 2. Composición de la harina de trigo duro

Tipo	Refinado
Agua	11,92 g
Energía	3,64 kcal
Grasa	1,87 g
Proteína	15,40 g
Hidratos de carbono	76,31 g
Fibra	2,7 mg
Potasio	107 mg
Fosforo	108 mg
Hierro	3,88 mg
Sodio	2 mg
Magnesio	22 mg
Calcio	15 mg
Cobre	0,14 mg
Zinc	0,70 mg
Vitamina E	0,06 mg

Fuente: (Casa, 2013).

7.5 Morfología exterior del cultivo (Crecimiento y desarrollo)

Así, la escala de Zadoks nos permite, valorar la morfología externa del cultivo, hacernos una idea del estado de desarrollo actual. Esta escala es invaluable como herramienta para unificar criterios y hablar un mismo idioma a la hora de tomar decisiones agronómicas; Ejemplo: aplicación de fertilizantes, herbicidas, insecticidas, tratamientos fungicidas (J.C. zadoks, 2014).

7.5.2 Zadoks 0 – Germinación

La germinación comienza con la absorción de agua por la semilla (saturación) y finaliza con la aparición de la raíz. Hay 3 fases principales:

Absorción de agua: Indica el inicio de la germinación (Z01). Como regla general, las semillas deben alcanzar un contenido de humedad de aproximadamente 35% a 45% de su peso seco para iniciar la germinación.

Activación: Después de la imbibición, el embrión produce hormonas que estimulan la síntesis de enzimas responsables del metabolismo del almidón y las reservas de proteínas para que puedan usarse para el crecimiento del embrión.

Germinación visible: En esta parte el embrión tiene un desarrollo visible. Primero aparece la radícula, luego aparece la raíz principal (Sur, 2017).

7.5.2 Zadoks 1 - crecimiento de plántula

El tiempo entre la aparición de la primera hoja y su emergencia aumenta con la profundidad de siembra. La profundidad óptima varía entre 20 y 30 mm, aunque en determinados momentos es necesario colocar las semillas a mayor profundidad, para asegurar una mayor disponibilidad de agua. En este caso se debe tener en cuenta que la emergencia puede verse afectada negativamente a medida que aumenta la profundidad de siembra, ya que si el coleóptilo detiene su crecimiento antes de llegar a la superficie del suelo, la primera emergencia de hojas ocurre debajo de la superficie y en muchos casos no logra emerger y muere (Sur, 2017).

7.5.3 Zadoks 2- Elongación de tallos

Esta etapa se caracteriza por el alargamiento de los entrenudos, dando lugar al "verdadero tallo" de la planta. En este sentido, se ve que cada tallo presenta esencialmente un nudo por cada hoja diferenciada, separados por entrenudos menores a 1 mm. El crecimiento de los primeros cinco o seis segmentos hace que el tallo se alargue y lleve las espigas hacia arriba, mientras que los segmentos inferiores de las hojas no se alargan tanto (Sur, 2017).

7.5.4 Zadoks 3 – Vaina engrosada

La etapa de vaina engrosada o bota comienza cuando la púa se eleva (Z41) y finaliza cuando la primera tienda comienza a aparecer sobre la lígula de la hoja bandera (Z49). Durante este

periodo se alcanza el nivel máximo de acumulación de materia seca en la espiga y se produce la formación de gametos masculinos y femeninos (Sur, 2017).

7.5.5 Zadoks 4 – Emergencia de la inflorescencia

Este estado empieza cuando la espiguilla final es visible (Z51) y sigue hasta que la espiguilla aparece por completo (Z59). En esta situación, la antera aún se encuentra dentro de las antecias y es entonces cuando se produce la dehiscencia, la liberación de polen y la fecundación del estigma. En el trigo, las flores están polinizadas en un 95-99%, pero este porcentaje puede disminuir a alrededor del 90% en condiciones de estrés (Sur, 2017).

Cuadro N° 3. Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo

0	Germinación
7	Emergencia del coleóptilo
9	Hojas en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de 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 invisible
39	Ligula de hoja bandera invisible
40	Preemergencia floral

41	Vaina de la hoja bandera abierta
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: (Zadocks et al., 1974)

7.6 Enfermedades del trigo

7.6.2 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla es una de las enfermedades más dañinas del trigo en muchas áreas del mundo y en la actualidad es la más importante de las royas. En Argentina, también se ha convertido en la enfermedad más importante. Era una enfermedad de regiones frescas, pero luego del año 2000 aparecieron nuevas razas en distintas partes del mundo que permitieron su difusión hacia zonas de mayor temperatura (Esquisabel & Simón, 2019).

El método más fiable para confirmar la presencia de óxido en las plantas es la prueba basada en PCR. En estudios de campo se ha determinado que mediante PCR se puede detectar la presencia de infección en el trigo incluso antes de que los síntomas sean visibles en el tejido vegetal (Antonio et al., 2010).

La estrategia que ha tenido mayor éxito en el control de esta enfermedad es el uso de variedades resistentes que continuamente requieren fuentes de resistencia. Recombinando una variedad susceptible con una resistente se puede determinar el tipo de acción genética que se produce, ya que se puede observar si los genes actúan de forma dominante o recesiva. Los trabajos de mejoramiento genético realizados en los últimos años tienen como objetivo crear genotipos con mayor potencial de rendimiento que las variedades comerciales de la región, resistencia a la roya y alta calidad industrial. Una alternativa para lograr una mayor longevidad de la resistencia es desarrollar cultivares de resistencia a largo plazo basados en genes que proporcionen resistencia de enrollamiento lento (Antonio et al., 2010).

7.6.3 Roya anaranjada (*Puccinia triticina*)

La roya anaranjada es común en todas las regiones productoras de trigo del mundo. El agente causal es el hongo *Puccinia triticina*, un parásito biotrófico que causa daños tanto en climas húmedos como semiáridos. Los síntomas ocurren predominantemente en la superficie superior de la lámina de la hoja, donde aparecen pústulas uricosúricas redondas u oblongas de menos de 2 mm de tamaño. El principal daño de este patógeno dentro de la mazorca conduce a una disminución en la cantidad y el tamaño de los granos. Esta es una enfermedad que se desarrolla rápidamente en condiciones cálidas y húmedas (Socolsky, 2019).

7.6.4 La roya negra del tallo (*Puccinia graminis f. sp tritici*)

La roya negra del tallo del trigo fue históricamente una de las enfermedades más destructivas del trigo a nivel mundial. Sin embargo, a través del desarrollo de variedades de trigo resistentes, se logró contra restar los efectos de esta enfermedad. Por lo general las pérdidas económicas

ocasionadas por la roya negra del tallo son severas van de un (50% a 70%). El síntoma inicial de la infección ocurre como pequeñas lesiones o “pecas” posterior mente ocurre la formación pústulas y antes de que las masas de esporas emerjan a través de la epidermis, los tejidos superficiales adquieren una apariencia áspera. Las pústulas (uredias) son de color café-rojizo surgen como lesiones ovaladas, generalmente esporulan por ambos lados de las hojas, tallos y espigas (Vegetal, 2016).

7.6.5 Mancha amarilla (*Pyrenophora tritici- repentis*)

Entre las principales manchas foliares del trigo podemos mencionar la mancha amarilla, la mancha de la hoja, la mancha de la hoja, nudo y gluma y la mancha borrosa. Luego hay otras manchas que adquieren una importancia menor. Es producida por un patógeno necrotrófico y como tal destruyen los tejidos durante la colonización por las hifas del hongo a través de la secreción de toxinas y enzimas que degradan las paredes celulares, originando una pérdida de área verde y reducción del área foliar, reduciendo la radiación absorbida y la tasa de crecimiento del cultivo (Esquisabel & Simón, 2019).

7.6.6 Carbón (*Ustilago ssp.*)

Esto hace que toda la uña, excepto las costillas, sea reemplazada por una colección de esporas de carbón. Estas esporas son transportadas por el viento y caen sobre las flores de la planta de trigo, donde germinan e infectan al embrión.(Pichucho Otacoma, 2022).

7.7 Grano del trigo

El grano es la unidad reproductiva de la planta del trigo y es también el producto más importante de la industrialización.

- Capas aleurónicas: la cubierta protectora de la semilla está formada por el testículo, los élitros y el pericarpio. La aleurona es una capa de proteína alrededor del endospermo que secreta enzimas encargadas de disolver los carbohidratos almacenados.

- Endospermo: Incluye tejido que rodea al embrión y proporciona energía para la germinación. Es el principal producto que se obtiene durante la molienda. Constituye el 83% del peso del grano.
- Embrión: Contiene las principales estructuras de la planta. Incluye el escutelo, la plúmula y la radícula (Calo Quiroga, 2022).

7.8 Condiciones edafoclimáticas

7.8.2 Suelo

El laboreo debe consistir al menos en una pasada de arado y dos pasadas de grada; cuando se utiliza un tractor agrícola o cuando se utiliza una yunta, se requieren dos pasadas después del arado. Un suelo bien preparado favorece la germinación y facilita el establecimiento del cultivo de trigo (Chuquitarco Guanoluisa, 2015). Se considera una planta moderadamente tolerante a la sal y tiene un pH inferior a 8,0. Sin embargo, prefiere suelos con un pH entre 6,5 y 7,5, lo que resulta en una caída del 23% en el rendimiento por debajo de un suelo con una conductividad de 7,1 dS. Requiere suelos con buena ventilación, no tolera suelos húmedos o capas duras durante un período de tiempo más largo (Ávila Miramontes et al., 2014).

7.8.3 Temperatura

Las altas temperaturas aceleran el desarrollo y acortan el periodo crítico, afectando negativamente al número de granos; por su parte la radiación afecta positivamente al número de granos al aumentar la tasa de crecimiento del cultivo (Luis & Luis, 2018).

7.8.4 PH

El trigo no crece bien en suelos ácidos; Los prefiere neutros o ligeramente alcalinos. Además, los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren suelos neutros o alcalinos.

7.9 Requerimientos agroclimáticos

¿A qué altitud y temperatura se puede sembrar el trigo?

Para el trigo se consideró que la temperatura óptima era de 15 a 23 °C, la precipitación de 750 a 900 mm y una altitud de 4500 m sobre el nivel del mar, el TEF depende principalmente de la interacción de factores climáticos y genotipo. Los umbrales climáticos considerados fueron aquellos que aumentaron la incidencia relativa de la enfermedad: temperatura mínima superior a 11 °C, temperatura media superior a 16,5 °C, fluctuaciones térmicas inferiores a 13,4 °C y precipitación superior a 30 mm (Acuayte-Valdés et al., 2018).

7.10 Época de siembra y cosecha

Se debe procurar sembrar al inicio de la época lluviosa de cada zona para que haya una buena germinación y coincidir con la época seca para la cosecha, evitando así pérdidas y daño en la calidad del grano. En el norte y sur del país, las siembras inician en los meses de febrero y marzo, mientras que en el centro del país en los meses de noviembre a enero.

La siembra del cultivo de cereales en épocas inadecuadas puede ocasionar irregularidad en la germinación, por la falta de disponibilidad de agua, luz, nutrientes, competencia de malezas, ataques de plagas y enfermedades, estrés hídrico; y por ende una mala calidad del grano (Ponce-Molina, Garófalo, & Noroña, 2022).

7.11 Manejo del cultivo

7.11.2 La semilla

Los productores, además de poder ver los beneficios de su cosecha al sembrar semillas de calidad, también pueden tener la confianza de haber pasado por un proceso de seguimiento y verificación, una serie de actividades que garantizan que las semillas utilizadas fueron obtenidas con métodos de calidad y procesos de producción, cosecha y poscosecha (procesamiento, análisis y almacenamiento), que garantiza la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria

garantizada y finaliza con la emisión de un certificado de calidad (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

La semilla de trigo forma parte de un fruto llamado cariopsis, en el que las paredes del ovario (pericarpio) y la cubierta de la semilla están estrechamente conectadas y son inseparables entre sí. El fruto es irrompible y contiene una sola semilla. La forma de la semilla es ovoide, ligeramente aplanada en un extremo y provista de pelos cortos en el otro extremo, que tienen nervaduras en toda su longitud (Ley 25.632, 2002).

7.11.3 La siembra

La temporada de siembra comienza con el inicio de las lluvias o el inicio del invierno en cada región, de manera que la temporada de cosecha coincide con la estación seca. Así, históricamente, la siembra comenzó en noviembre para el centro-sur de Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) y finalizó en enero. En tanto, para las regiones centro y norte (Pichincha, Imbabura y Carchi, incluyendo también la provincia de Bolívar) comienza en enero y finaliza en marzo (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

7.11.4 Profundidad de siembra

La semilla debe ser sembrada a una profundidad no mayor a 5 cm, de esta manera la semilla emergerá rápidamente del suelo, evitando que se ahogue y se pierda. Por ello, es necesario que el suelo este bien preparado con una cama de siembra homogénea para evitar que se profundice la semilla (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

7.11.5 Densidad de siembra

El trigo es un cultivo tradicional en el sistema de producción del país y, aunque la superficie plantada muestra una variación considerable a lo largo del tiempo, el trigo sigue siendo el cultivo más importante entre los cultivos de invierno. Es un cultivo que se adapta bien a los planes de uso y gestión del suelo y contribuye a estabilizar los sistemas de producción. Actualmente, el aumento de los costos de producción está provocando que el rendimiento del

trigo se acerque al promedio nacional, lo que requiere una buena gestión para garantizar ganancias económicas (García, 2017).

La densidad de siembra utilizada para trigo es de 180 kg por hectárea. En cada parcela experimental se sembró 65 gramos de semilla (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

7.11.6 Fertilización inicial

La planta de trigo extrae del suelo los siguientes elementos esenciales: nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, magnesio, potasio, hierro, cloro, cobre, boro, zinc, manganeso y molibdeno. Cada uno de estos elementos juega un rol específico en el crecimiento y desarrollo de la planta. Así, por ejemplo, cuando hay déficit de nitrógeno, las plantas macollan poco, presentan menor altura que lo normal y las hojas presentan color amarillo claro o clorosis. La deficiencia de fósforo se refleja en una falta de vigor de la planta, menor desarrollo del sistema radicular, tallos más delgados y hojas de color verde oscuro y a menudo de color rojizo a púrpura. En el caso de deficiencia de azufre se produce una amarillez generalizada en la planta, con un mayor grado de clorosis en las hojas jóvenes (Zambrano, 2023).

La fertilización recomendada es 80 kg N, 60 kg P₂O₅, 60 kg K₂O, 30 S, para lo cual se aplicará por hectárea: 250 kg 15-30-15+ EM y dos sacos de urea.

Para el ensayo se aplicará como fertilización inicial: 90 gramos de 15-30-15+EM a la siembra y como fertilización complementaria: 36 gramos de Urea al macollamiento (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

7.11.7 Control de malezas

El control de malezas en trigo es uno de los factores más importante por su impacto directo en la productividad y calidad del cultivo de trigo. En la actualidad, el agricultor cuenta con una amplia oferta de herbicidas que pueden controlar eficazmente las malezas.

La estrategia de control para incrementar la productividad del trigo, debe basarse en un adecuado diagnóstico del problema, considerando factores como: especies de malezas existentes, presencia o ausencia de biotipos resistentes, tipo de suelo y clima, rotación de cultivos y tipo de labranza (Espinoza, 2002).

Al inicio del macollamiento, y previo a la fertilización complementaria: se aplicará metsulfuron-metil en dosis de 30 g por hectárea (Ponce-Molina, Garófalo, & Noroña, 2022).

7.11.8 Desmezcla del lote

Este proceso se realizó de forma manual al inicio del espigamiento y al inicio de la madurez fisiológica del cultivo, consistió en retirar de cada parcela las plantas extrañas que no correspondían a las variedades establecidas en cada parcela como: centeno, triticale, avena cebada u otra variedad de trigo, además se procedió a eliminar plantas deformes, enfermas y atípicas (INIAP, 2017).

Por ello se recomienda eliminar del lote las plantas:

- Extrañas, atípicas, deformes y enfermas.
- De otros cereales (cebada, avena, trigo o centeno).
- De otros cultivos (nabo, raygrass).

De otras variedades de trigo. Las plantas eliminadas deben colocarse fuera del lote de producción para evitar las mezclas de semillas (Ponce-Molina, Garófalo, Velásquez, et al., 2022).

7.11.9 Cosecha y trilla

La cosecha se realiza cuando las plantas han alcanzado la madurez en campo (granos cristalinos), aproximadamente entre 170 y 180 días. En pequeñas parcelas la cosecha se realiza manualmente, cortando el grano con una hoz y formando gavillas que se agrupan en un montón. La trilla se suele realizar con una trilladora estacionaria. Además, se puede realizar manualmente utilizando animales (caballos, mulas o burros) o palos (palos de madera o hierro)

en la “era”. Después de la trilla, el grano debe ser limpiado, secado y clasificado, luego recogido en bolsas para su comercialización (Chuquitarco Guanoluisa, 2015).

7.11.10 Secado

El grano que se cosecha maduro en el campo tiene un contenido de humedad superior al 18%, por lo tanto es necesario secar el grano para que no supere el 13% de humedad requerido por la industria y para evitar daños al grano. durante el almacenamiento. Para secar el grano se necesita un tendedero, preferiblemente de cemento, de lo contrario el grano se puede secar en suelo sólido cubierto con plástico transparente. Para un secado uniforme, se debe mover el grano al menos tres veces al día, dependiendo de la humedad inicial del grano cosechado y de las condiciones ambientales (sol y viento), el secado puede tardar de dos a tres días, más o menos (Ponce-Molina, Garófalo, & Noroña, 2022).

7.11.11 Almacenamiento

El lugar que destinemos al almacenamiento de nuestra cosecha debe proveer las condiciones de humedad, temperatura y ventilación adecuadas para evitar que nuestro grano se deteriore. Previo al almacenamiento preocúpese de que el lugar esté limpio, libre de cualquier plaga, como roedores y/o insectos que puedan causar pérdidas. Preocúpese que el personal que realice la limpieza y desinfección del lugar aplique el producto necesario bajo las condiciones de seguridad recomendadas específicamente para aquel agente (Castillo et al., 2017).

Los saquillos etiquetados de trigo fueron almacenados en la bodega de la Estación Experimental INIAP Santa Catalina sobre pequeñas plataformas de madera, este lugar contaba con buena ventilación y buenas condiciones necesarias para una adecuada conservación de los granos (Galarza Tenesaca, 2023).

Cuadro N° 4. Composición química del trigo

Composición del trigo	%
Humedad	10-14
Proteína	7-12
Carbohidratos	63-73
Fibra fruta	1-4
Grasa	1-5
Cenizas	1,5-2,5

Fuente:(Chuquitarco, 2015).

8. VALIDACION DE LAS PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS

8.1 Hipótesis nula

Las líneas promisorias y la variedad de trigo durum tienen una igualdad y sus datos se ajustan a la normativa.

Variables homogéneas: son aquellas variables que aceptan la hipótesis nula

8.2 Hipótesis alternativa

Las líneas promisorias y variedad de trigo durum contienen una desigualdad esto quiere decir que los datos no se encuentran ajustados a la normativa.

Variables heterogéneas: las siguientes variables aceptan la hipótesis alternativa.

9. METODOLOGIA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Ubicación

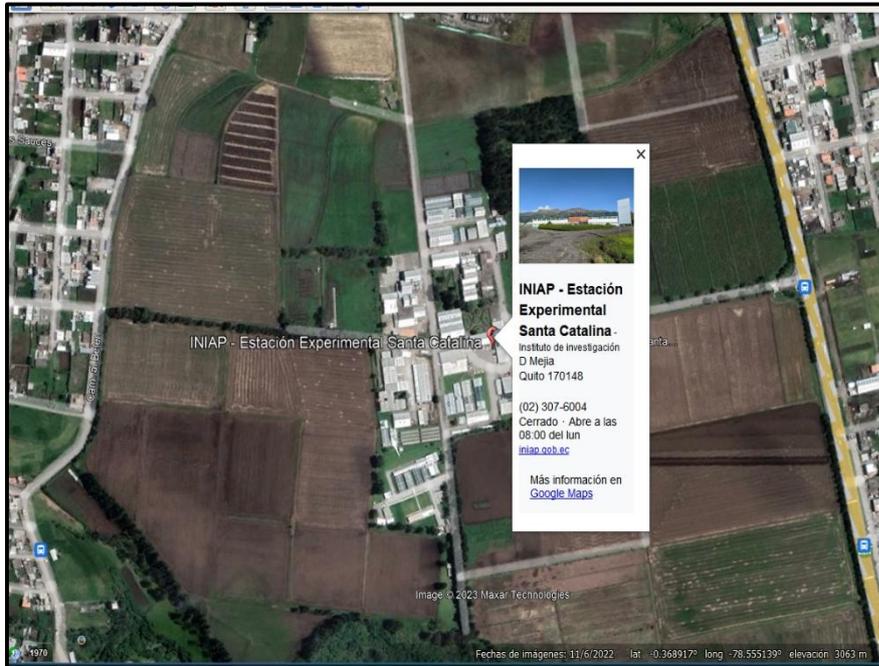
La investigación presentada de las cuatro líneas promisorias y una variedad de trigo se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina INIAP ubicada en el cantón Mejía, sector Cutuglagua dentro de la provincia de Pichincha.

Altitud: 3050 metros

Extensión: 89 Ha

Latitud: -0.368923°

Altitud: -78.555139°



Fuente: (Google maps)

9.2 Tipo de investigación

9.2.1 Experimental

Esta investigación utiliza el método experimental porque se va estudiar una variable de tipo experimental que aún no ha sido verificada, en este caso las variables independientes son las líneas promisorias de trigo ya que ayudan analizar la adaptación como variable dependiente, bajo las condiciones agroclimáticas de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP.

9.3 Manejo específico del experimento.

9.3.1 Diseño experimental

Se realizó esta investigación con un diseño experimental completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y tres repeticiones, como resultado se obtendrá 15 unidades experimentales dentro de cada parcela que miden de 3m x 12m teniendo en cuenta que al final se obtendrá una parcela de un 3,6 m².

Variable: Es una característica que va ser medida o estudiada en la investigación.

Repetición: Es el número de veces que se va repetir los tratamientos.

Aleatorización: Se ubican los tratamientos de una investigación completamente al azar.

Error experimental: está relacionado con la variabilidad de los datos y dentro del infostad debe existir solo un 5% de error experimental.

Unidad experimental: Es el elemento de observación en el cual se aplica determinado tratamiento.

Tratamiento: son cada una de las variedades que se van a evaluar.

Factor en estudio: Es la variable dependiente e independiente que se va estudiar.

9.3.2 Cualitativa-cuantitativa

El modo cualitativo describe el comportamiento agronómico que se dio dentro de las variables en medio de su habitad en cambio el modo cuantitativo indica que las variables tomadas si requieren tener cálculos dentro de alguna herramienta como el Infostad.

9.4 Modalidad básica de investigación

9.4.1 De campo

Se utilizó esta modalidad de campo porque se evaluaron las variables donde fue implementado el ensayo dentro de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP.

9.5 Distribución de la parcela experimental y neta

Total: 15 unidades experimentales

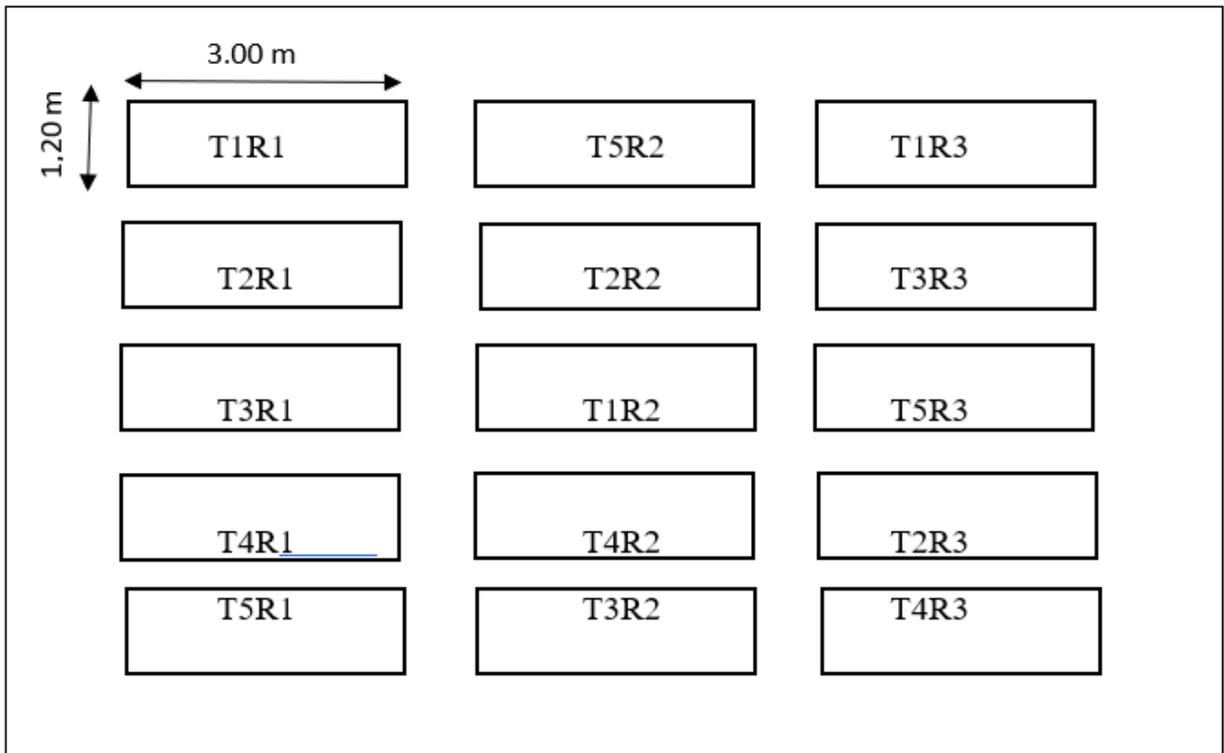
Parcela neta: 3 m x 1.2 m (3,6 m²)

Parcela bruta: 4 m x 2.2 m (8,8 m²)

Área neta: 54 m²

Área bruta: 132 m²

9.6 Diseño del ensayo en campo



9.7 Variables de evaluación

Cuadro N° 5. Variables

Códigos
T-01
T-02
T-03
T-04
UEB-Carnavalero

9.7.1 Emergencia (%)

Esta variable se toma al inicio del crecimiento de las líneas promisorias y la variedad cuando las plantas tengan de dos a tres hojas ya desarrolladas y también para tener datos de cuantas plantas emergieron en las parcelas.

Cuadro N° 6. Escala de evaluación de emergencia en cereales

Escala	Descripción
Buena	81-100% plantas germinadas
Regular	60.80% plantas germinadas
Malo	<60% plantas germinadas

9.7.2 Vigor de planta

Se empieza a tener datos antes del inicio del macollamiento, y determina lo que es fuerza con que crece las plantas en las parcelas donde se encuentran sembrados los ensayos.

Cuadro N° 7. 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

9.7.3 Habito de crecimiento

Este factor está relacionado con la forma en que crece la planta, básicamente en cuanto a la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo en etapas iniciales (Ponce-Molina et al., 2019).

Cuadro N° 8. Escala de evaluación habito de crecimiento en cereales

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Erecto	Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba
2	Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	Hojas dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45°
3	Postrado	Hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo

9.7.4 Días al espigamiento

En los días al espigamiento se toma en cuenta desde el día 1 de la siembra hasta que se tiene casi por completo la espiga de las plantas.

9.7.5 Altura de planta

La altura de la planta se realiza con una regleta colocándola en medio de la parcela donde se encuentran sembradas las líneas y la variedad. Es el tamaño final cuando se terminan el crecimiento y el desarrollo de la planta.

La etapa de desarrollo del cultivo, para el registro de este parámetro, según la escala de Zadoks es la Z 91, cariósipide duro (Ponce-Molina et al., 2019).

9.7.6 Tipo de paja

En esta variable existe una tabla con las escalas del 1-3 para determinar la dureza y flexibilidad de las plantas.

Cuadro N° 9. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame
2	Tallo intermedio	Tallo 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

9.7.7 Tamaño de espiga

Este parámetro se lo mide desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas. Se usa una regla y se expresa en centímetros. La evaluación se lo realiza cuando el cultivo ha alcanzado la madurez comercial, es decir a la cosecha. Este es uno de los componentes que nos permite estimar la productividad del cultivo. Es necesario tomar al azar al menos 10 espigas y sacar un promedio (Ponce-Molina et al., 2019).

9.7.8 Numero de granos por espiga

En este proceso se recogen del campo 10 espigas como mínimo y luego de forma manual se separa los granos y se los cuenta para saber el promedio de cuantos granos existen por espiga.

9.8 Variables de evaluación en post-cosecha

9.8.2 Rendimiento

Esta variable es una de las más importantes y especiales ya que nos indica el potencial de la producción en las parcelas.

Este valor esta dado en g parcela-1, y se lo puede transformar a kg ha-1, para calcular el rendimiento potencial estimado. Para ello debemos pesar en su totalidad la producción de cada unidad experimental, previamente definida. Para realizar esta medición el grano debe estar con 13% de humedad y limpio (Ponce-Molina et al., 2019).

9.8.3 Peso hectolitrito o específico

Esto es el peso que tiene un grano y si existe mayor peso es mejor el grano en cambio si hay menos peso el grano baja su valor, este dato se tomó con una herramienta del iniap llamado balanza para peso hectolitrito y al final se saca un promedio.

9.8.4 Tipo y color de grano

Esta es la calificación que recibe el grano en función de su color, forma, tamaño, uniformidad o daño. Se evalúa cuando el grano está completamente seco (Ponce-Molina et al., 2019).

Cuadro N° 10. 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

Cuadro N° 11. Escala de valuación para el color de grano de trigo

Color de grano	
B	Blanco
R	Rojo

9.8.5 Reacción de enfermedades

Otro de los parámetros evaluados en materiales resistentes principalmente a royas, es el tipo de reacción, que está asociado con la reacción en campo que tiene la planta ante el ataque de los patógenos, la cual dependiendo de su nivel de resistencia permitirá o no el crecimiento del mismo (Ponce-Molina et al., 2019).

Cuadro N° 12. Escala para determinar el tipo de reacción en royas

Reacción	Descripción
Tr	Ningún síntoma en la planta
R	Clorosis o necrosis visible sin presencia de uredias
MR	Pequeñas uredias rodeadas por áreas cloróticas
M	Uredias de varios tamaños, algunos con clorosis y necrosis
MS	Uredias de tamaño mediano posiblemente rodeadas de clorosis
S	Grandes uredias generalmente con poca o ninguna clorosis ni necrosis

10. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

10.1 Variables con ADEVA

Para las siguientes variables: Incidencia de enfermedades, altura de planta, rendimiento, peso hectolitrito, numero de macollos, numero de espigas y proteínas.

10.2 Variables con estadística descriptiva

Para las otras variables: emergencia, vigor de planta, habito de crecimiento, días al espigamiento, tipo de paja y tipo-color de grano se realizará un estudio de estadística descriptiva.

10.3 Prueba de normalidad de Shapiro

El test de *Shapiro-Wilks* plantea la hipótesis nula que una muestra proviene de una distribución normal. Elegimos un nivel de significancia, por ejemplo 0,05, y tenemos una hipótesis alternativa que sostiene que la distribución no es normal (*Dietrichson, 2019*).

10.4 Esquema del ADEVA

Fuente de variación		Grados de libertad	Infostad
Total	(5-1)	4	
Tratamientos	(3-1)	2	TRAT
Repeticiones	T(5-1).r (3-1)	8	REP
Error	T.r-1	14	

10.5 Variables evaluadas con ADEVA

Prueba de normalidad (Shapiro)

	Pv shapiro wills	Nivel de significancia	Homogeneidad de varianzas	Nivel de significancia
Rendimiento Kg ha ⁻¹	0,91	Ns	0,1200	Ns
Altura de planta	0,26	Ns	0,0565	Ns
Peso hectolitrito	0,62	Ns	0,3353	Ns
Nº macollos	0,72	Ns	0,0624	Ns
Nº de espigas	0,079	Ns	0,0880	Ns
Proteínas	0,799	Ns	0,3579	Ns

10.5.1 Rendimiento

En el ADEVA (Tabla 2) para rendimiento (k/h^{-1}) se determinó ninguna significancia para repetición y alta significancia estadística para variedad lo que nos quiere decir que existió diferencia entre las variedades. El promedio en general del ensayo fue de $1733,89k/h^{-1}$ con un coeficiente de variación de 8,62 con estos resultados nos da confiabilidad en estos datos.

Tabla 1. Análisis de varianza (ADEVA) para rendimiento.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	3155144,04	14				
Rep	25777,32	2	12888,66	0,57	0,5865	Ns
Código	2948715,97	4	737178,99	32,65	0,0001	**
Error	180650,74	8	22581,34			
Promedio (kg/h ⁻¹)	1733,89					
CV (%)	8,62					

En la prueba de tukey al 5% para líneas identifico 3 rangos de significación, ubicándose como la mejor variedad en el primer rango A la UEB- carnavalero con 2466,66 k/g esto quiere decir que dentro de la escala es buena con un porcentaje de 81-100% de emergencia luego como rango B esta la variedad A-01, con diferentes rangos B y C esta la A-02 y la A-03 y como último rango C la A-04 con 1164,81 k/g. En si sigue predominando la UEB-Carnavalero

Tabla 2. Prueba Tukey para el rendimiento

Código	Medias	Rangos
UEB- Carnavalero	2466,66	A
A- 01	1975	B
A- 02	1557,41	B C
A- 03	1551,56	B C
A- 04	1164,81	C

10.5.2 Altura de planta

En el ADEVA (Tabla 3) para altura de plantas (k/h) se determinó una significancia estadística normal para variedad y ninguna significancia estadística para repetición lo que nos quiere decir que existió una diferencia no muy grande entre las variedades. El promedio en

general del ensayo fue de 87,1666 cm con un coeficiente de variación de 3,01 con estos resultados nos da confiabilidad en estos datos.

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de plantas

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	235,83	14				
Código	165	4	41,25	6	0,0156	S
Rep	15,83	2	7,92	1,15	0,3635	Ns
Error	55	8	6,88			
Promedio (altura planta)	87,1666					
CV (%)	3,01					

En la prueba de tukey para variedades identifico 2 rangos de significación, ubicándose como la mejor altura en la variedad en el rango A la A-04 con 90 cm y también en el mismo rango A esta la variedad A-02 y A-01 luego como rango A y B esta la variedad A-03 y como ultimo rango B la línea UEB-Carnavalero con 81,97 cm. En este caso podemos ver que las líneas promisorias si sobrepasaron la altura de la variedad.

Tabla 4. Prueba tukey para altura de planta

Código	Medias	Rangos
A- 04	90	A
A- 02	90	A
A- 01	89,17	A
A- 03	85	A B
UEB- Carnavalero	81,67	B

10.5.3 Peso hectolitrito

En el ADEVA (Tabla 5) para peso hectolitrito (kg/h) se determinó ninguna significancia para repetición y ninguna significancia estadística para variedad lo que nos quiere decir que no existió diferencia entre las variedades. El promedio en general del ensayo fue de 69,01 kg /h con un coeficiente de variación de 3,35 con estos resultados nos da confiabilidad en estos mismos.

Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para el peso hectolitrito

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	100,78	14				
Código	57,71	4	14,43	2,71	0,1077	Ns
Rep	0,42	2	0,21	0,04	0,9616	Ns
Error	42,66	8	5,33			
Promedio (P.H kg/h)	69,01					
CV (%)	3,35					

En la prueba de tukey para variedades identifico un solo rango de significación, ya que todos tienen promedios casi iguales solo varia algunos decimales el primer promedio es de UEB-Carnavalero con 71,38 kg/h y como ultimo la variedad A-04 con 65,93kg/h.

Tabla 6. Prueba de tukey para peso hectolitrito

Código	Medias	Rangos
UEB- Carnavalero	71,38	A
A- 01	70,57	A
A- 03	69,41	A
A- 02	67,77	A
A- 04	65,93	A

10.5.4 Numero de macollos

En el ADEVA (Tabla 7) para número de macollos (nº) se determinó ninguna significancia para repetición y alta significancia estadística para variedad lo que nos quiere decir que existió diferencia entre las variedades. El promedio en general del ensayo fue de 177,8 con un coeficiente de variación de 16,43 con estos resultados nos da confiabilidad en estos mismos.

Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) para el numero de macollos

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	69404,4	14				
Código	60105,07	4	15026,27	17,6	0,0005	**
Rep	2470	2	1235	1,45	0,2909	Ns
Error	6829,33	8	853,67			
Promedio (Nºmacollos)	177,8					
CV(%)	16,43					

En la prueba de tukey para nº de macollos se encontró 2 tipos de rangos de significación, ubicándose como la mejor variedad en el rango A la UEB- carnavalero con 298,33 luego como 4 rangos B esta la variedad A-01, A-03, A-04 y A-02. Como se puede denotar la variedad sigue siendo predominante ante las líneas promisorias

Tabla 8. Tabla tukey para Numero de macollos

Codigo	Medias	Rangos
UEB- Carnavalero	298,33	A
A- 01	181	B
A- 03	151	B
A- 04	135,67	B
A- 02	123	B

10.5.5 Numero de espigas

En el ADEVA (Tabla 9) para número de espigas (n°) se determinó alta significancia estadística para variedad y ninguna significancia para repetición lo que nos quiere decir que existió diferencia entre las variedades. El promedio en general del ensayo fue de 173 con un coeficiente de variación de 11,68 con estos resultados podemos analizar que confiabilidad tienen.

Tabla 9. Análisis de varianza (ADEVA) para el numero de espigas

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	64998	14				
Código	61026,67	4	15256,67	37,46	<0,0001	**
Rep	713,2	2	356,6	0,88	0,453	Ns
Error	3258,13	8	407,27			
Promedio (n° espigas)	173					
CV(%)	11,67					

En la prueba de Tukey para variedades identifico 2 rangos de significación, ubicándose como la mejor variedad en el rango A la UEB- Carnavalero con 298,33 luego como rango B están las

variedades A-01, A-03, A-04 y la última A-02 está con 123 esto nos indica que las líneas promisorias no superaron en promedios a la variedad.

Tabla 10. Prueba de tukey para número de espigas

Código	Medias	rango
UEB- Carnavalero	298,33	A
A- 01	157	B
A- 03	151	B
A- 04	135,67	B
A- 02	123	B

10.5.6 Proteínas

En el ADEVA (Tabla 11) para proteínas se identificó ninguna significancia para variedad y alta estadística para repetición lo que nos quiere decir que no hubo diferencia entre las variedades. El promedio en general del ensayo fue de 13,1 con un coeficiente de variación de 2,07.

Tabla 11. Análisis de varianza (ADEVA) de proteínas

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Significación
Total	2,74	14				
Código	0,24	4	0,06	0,83	0,5421	ns
Rep	1,91	2	0,95	12,96	0,0031	**
Error	0,59	8	0,07			
promedio (proteinas)	13,1					
Cv(%)	2,07					

En la prueba de tukey para las líneas promisorias y la variedad se identificó un solo rango A con diferentes promedios, pero solo por decimales ubicándose como principal línea con más

proteína el A-03 y como último el A-02 esto nos quiere decir que existieron dos líneas que superaron por decimales a la variedad (testigo) UEB-Carnavalero.

Tabla 12. Prueba de tukey para proteínas

Código	Medias	Rangos
A- 03	13,3	A
A- 04	13,2	A
UEB- Carnavalero	13,1	A
A- 01	13,03	A
A- 02	12,93	A

10.6 Variables con estadística descriptiva

10.6.1 Incidencia de enfermedades

Dentro de (Tabla 13) se puede determinar que dentro de la variedad UEB-Carnavalero y en la línea A-03 se presentó datos un poco más altos que en las demás variedades teniendo como resultado de incidencia de roya amarilla en la variedad y en la línea promisorio mientras que en las otras es menos el porcentaje de incidencia

Tabla 13. Análisis de frecuencia para incidencia de enfermedades

Código	Promedio	Mín	Máx	tipo de reaccion
A- 01	10	10	10	MR
A- 02	10	10	10	MR
A- 03	31,7	20	50	MS
A- 04	15	15	15	MR
UEB- Carnavalero	36,7	30	40	MS-S
Promedio	21	17	25	

10.6.2 Vigor (1-5)

Dentro de la (Tabla 14) podemos determinar que existió un promedio de 3 que significa un vigor regular esto quiere decir que se tiene plantas y hojas medianamente desarrolladas de las líneas promisorias, en cambio en la variedad UEB-Carnavalero tiene una escala de 2 que es una escala intermedia.

Tabla 14. Análisis de frecuencia para vigor (1-5)

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	3	3	3
A- 02	3	3	3
A- 03	2,67	2	3
A- 04	3	3	3
UEB- Carnavalero	2	2	2
Promedio	3	3	3

10.1.Habito de crecimiento

En la (Tabla 15) podemos ver que todas las líneas promisorias y la variedad tienen un promedio de 1 y dentro de la escala esto quiere decir que el habito de crecimiento es erecto, tiene hojas dispuestas verticalmente para arriba.

Tabla 15. Análisis de frecuencia para habito de crecimiento

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	1,67	1	2
A- 02	1,67	1	2
A- 03	1	1	1
A- 04	1,33	1	2
UEB- Carnavalero	1	1	1
Promedio	1,3	1	1,6

10.6.3 Días al espigamiento

En esta variable (Tabla 16) podemos observar que se dio con más rapidez el espigamiento en la variedad UEB-Carnavalero a los 79 días al igual que las líneas promisorias A-01 y A-02, luego sigue la línea promisorias A-03 con 82 días y al final se encuentra la línea A-04 con 79 días que es un mayor número de días entre todas.

Tabla 16. Análisis de frecuencia para los días al espigamiento

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	79	79	79
A- 02	79	79	79
A- 03	82	82	82
A- 04	87	87	87
UEB- Carnavalero	79	79	79
Promedio	81,2	81,2	81,2

10.6. Tipo de paja

Dentro de la (Tabla 17) se puede denotar que todas las líneas promisorias y la variedad se encuentran en una escala de 1 eso significa que su tallo es fuerte con las siguientes características: Tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame. Estos datos sirven para entender que se obtuvieron buenos resultados de los códigos.

Tabla 17. Análisis de frecuencia para el tipo de paja

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	1	1	1
A- 02	1	1	1
A- 03	1	1	1
A- 04	1	1	1
UEB- Carnavalero	1	1	1

10.7. Tipo de grano

Dentro de la (Tabla 18) se observa que las líneas A-04 y A-01 tienen una escala de 1 lo que nos quiere decir que tiene un grano grueso, grande, bien formado y limpio en cambio en las líneas A-02 y A-03 existe más variabilidad en sus datos y se encuentran en una escala de 1 y 2 junto con la variedad UEB-Carnavalero.

Tabla 18. Análisis de frecuencia para el tipo de grano

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	1	1	1
A- 02	1,33	1	2
A- 03	1,67	1	2
A- 04	1	1	1
UEB- Carnavalero	1,67	1	2
Promedio	1,334	1	1,6

10.7.1. Emergencia

Dentro de la (Tabla 19) la emergencia de las plantas obtuvo un promedio de casi el 100% pero llegó al 99% por las líneas promisorias que no llegaron al 100% que son la A-03 y A-04.

Tabla 19. Análisis de frecuencia para emergencia

Código	Promedio	Mín	Máx
A- 01	100	100	100
A- 02	100	100	100
A- 03	98,33	95	100
A- 04	98,33	95	100
UEB- Carnavalero	100	100	100
Promedio	99	98	100

11. Ponderación de variables

Cuadro N° 13. Ponderación de variables

Variables	UEB-Carnavalero	A-01	A-02	A-03	A-04
Rendimiento	2466,66	1975			1164,81
Altura de plantas	89,17		90	90	90
Peso hectolitrito	71,38	70,57			
Numero de macollo	298,33	181			
Numero de espigas	298,33	157			
Proteínas			12,93	13,3	
Incidencia de enfermedades	36,7			31,7	
Vigor	2: Escala intermedia	3: Plantas y hojas medianamente desarrolladas		2: Escala intermedia	
Habito de crecimiento	1: Erecto	2: Intermedio	2: Intermedio	1: Erecto	2: Intermedio
Días al espigamiento				82	87
Tipo de paja	1: Tallo fuerte	1: Tallo fuerte	1: Tallo fuerte	1: Tallo fuerte	1: Tallo fuerte

Tipo de grano	2: grano mediano	1: Grano grande	2: grano mediano	1: Grano grande	2: grano mediano
Emergencia	100	100	100		

Dentro de la tabla de valores de ponderación de variables se evidencia que la variedad UEB-carnavalero lidero con nueve variables de trece por siguiente la línea A-03 con seis variables de trece, luego las siguientes variedades A-01, A-02 y A-03.

La variedad UEB-Carnavalero sobresalió en rendimiento, peso hectolitrico, numero de macollos, numero de espigas, incidencia de enfermedades, vigor, habito de crecimiento, tipo de paja y emergencia.

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

Para la elaboración de pastas usualmente se utilizan harina de trigo duro, agua y algunos ingredientes opcionales como las espinacas, tomates, hierbas, entre otros. Los mismos que influyen en el contenido nutricional de la pasta. No obstante, se puede decir que una ración típica de 225g de pasta aporta el 10% de los requerimientos diarios de proteína. Por otra parte los consumidores han redescubierto las ventajas tradicionales de la pasta como son su larga vida útil, su bajo costo, versatilidad y diversidad de preparación (Cuzco Méndez, 2014).

Dentro de los impactos socio-económicos a nivel mundial se notó una gran diferencia del 2019 al 2022 ya que dentro del 2019 existió un porcentaje de producción de trigo del 2,6 pero bajo a un porcentaje de -1,3 esto quiere decir que la producción durante los últimos tres años bajo de manera considerable afectando a la demanda que se tiene de este cereal (Fao, 2023).

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Dentro del proyecto de investigación los insumos utilizados para evaluar las variables fueron 100% proporcionados por la Estación Experimental Santa Catalina.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

- Se logró evaluar todas las variables establecidas teniendo en cuenta que, en la mayoría de datos tomados, el testigo en este caso la variable (UEB-Carnavalero) sigue predominando con respecto a las líneas promisorias de trigo. Para
- Dentro de las líneas promisorias y la variedad se pudo identificar que sigue teniendo mejor adaptabilidad, resistencia y calidad la variedad UEB-Carnalera, por consiguiente, se encuentra con mejores datos la línea A-01 destacándose ante las otras tres líneas promisorias.

14.2 Recomendación

- Se recomienda seguir evaluando esta línea de investigación con la variedad (UEB-Carnavalero) y la línea A-01 ya que son las que más se adaptaron y tuvieron mejor rendimiento con respecto a las otra.
- Se recomiendo en un futuro realizar un cruzamiento genético entre las dos mejores variedades para mejorar aún más la semilla del trigo duro.

15. BIBLIOGRAFIAS

- Acuayte-Valdés, E., Sandoval-Islas, S., Carballo-Carballo, A., Villaseñor-Mir, E., Leyva-Mir, S. G., & Vargas-Hernández, M. (2018). Áreas para producción de semilla de trigo en Valles Altos Centrales de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(4), 737–746. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i4.1391>
- Algorta Bove, J. (2023). *Desarrollo de un nuevo mapa genético de alta densidad en trigo duro para la identificación de nuevos QTLs de calidad*.
- Antonio, L., Amaro, M., Espino, J. H., Gerardo, S., Mir, L., & Islas, S. (2010). Test of Similarity in Genes With Resistance To Stem Rust. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 541–554.
- Ávila Miramontes, J. A., Ávila Salazar, J. M., Rivas Santoyo, F. J., & Martínez Herebia, D. (2014). *El Cultivo Del Trigo Sistemas De Produccion En El Noroeste De Mexico*. 1–139.

- <https://agricultura.unison.mx/memorias de maestros/EL CULTIVO DEL TRIGO.pdf>
- Calo Quiroga, S. E. (2022). *Desarrollo de un biopolímero a partir de la mezcla de almidón de trigo (*Triticum aestivum* L.) y centeno (*Secale cereale*) para el uso en el embalaje de alimentos.*
- Chuquitarco Guanoluisa, P. G. (2015). *Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de trigo (*triticum aestivum* l). mediante el apoyo de investigación participativa en las localidades el Chan y San Ramón del canton Latacunga, Cotopaxi. LATACUNGA/UTC/2015.*
- Cuzco Méndez, J. P. (2014). *Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*triticum durum*) por achogcha (*cyclanthera pedata*) en la elaboración de pastas tipo tallarín con un mejor aporte nutricional.* Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
- Espinoza, N. (2002). *Avances de control de malezas en trigo.*
- Esquisabel, E., & Simón, M. R. (2019). *Impacto de enfermedades del trigo en la fertilidad de la espiga y número de granos en diferentes posiciones de la espiga: variabilidad genotípica y localización molecular.* Investigación Joven.
- Flores Tacle, J. J. (2015). *Caracterización morfoagronómica de 14 accesiones de trigo duro (*Triticum turgidum* L.(thell) durum) en la localidad de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar.* Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela
- Galarza Tenesaca, E. R. (2023). *Evaluación del comportamiento agronómico de dieciocho variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) liberadas por el INIAP en el Campus Querochaca, Cevallos.*
- García, A. (2017). Densidad de siembra en cultivos de invierno. *Revista INIA, N° 49, 17–22.*
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del cultivo de Trigo.*
- Golik, S. I. (2022). Trigo: origen, sistemática, importancia. *Libros de Cátedra.*
- Heredia Guerrero, D. G. (2022). *Valoración agronómica y fitosanitaria de 106 accesiones de avena (*Avena sativa*), trigo (*Triticum aestivum*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en la localidad de Naguan provincia Bolívar.* Guaranda. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias
- J.C. zadoks, T. T. C. (2014). *Escala Zadoks.* 3–5. Ley 25.632. (2002). *Trigo.*
- Loayza Farfán, R. R. (2014). *Comportamiento agronómico y calidad comercial de tres cultivares de trigo harinero (*Triticum Aestivum* l.), bajo las condiciones de valle costero.*

- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, 1–116.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4128>
- Luis, F., & Luis, C. (2018). *Comportamiento agronómico de cinco variedades de trigo en el centro de la provincia de Córdoba*. 1–25.
- Manangón Monteros, P. R. (2014). *Evaluación de siete variedades de trigo (Triticum aestivum L.) Con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 MSNM Juan Montalvo-Cayambe-2012*.
- Martínez-Moreno, F., & Solís, I. (2017). trigo duro en España. *Vida Rural*.
- Miramontes, M. J. A. A., Salazar, I. J. M. A., Santoyo, D. F. J. R., & Heredia, M. D. M. (2014). *EL CULTIVO DEL TRIGO*. [https://agricultura.unison.mx/memorias de maestros/EL CULTIVO DEL TRIGO.pdf](https://agricultura.unison.mx/memorias_de_maestros/EL_CULTIVO_DEL_TRIGO.pdf)
- Paniagua Gallego, F. (2020). *Mejora genética del trigo para el aumento de la resistencia a los estreses bióticos y abióticos*. <http://hdl.handle.net/10612/14737>
- Pichucho Otacoma, C. M. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (Triticum aestivum L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022*. Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña Cruz, D. F., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de evaluación y selección en cereales*.
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *Trigo (Triticum aestivum L.): Manual de manejo del cultivo y conservación de suelos*. (Quito, EC:).
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2022). *Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana* (INIAP-FIASA (ed.)). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6016>
- Socolsky, L. D. (2019). *Respuesta productiva y calidad de carcasa en pollos parrilleros alimentados con dietas compuestas por grano de colza durante el crecimiento y terminación Alternativas de control químico de roya anaranjada (Puccinia triticina) del trigo en la región semi*. 29(1), 75–76.
- Sur, P. L. C. (2017). *Manual del Cultivo del Trigo*. Buenos Aires, Argentina: Instituto Internacional de Nutrición de Plantas.
- Vegetal, D. general de sanidad. (2016). ROYA DEL TALLO DEL TRIGO Puccinia graminis sp. tritici. *Servicio Nacional De Sanidad, Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria*, 14. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/216676/16_Ficha_T_cnica_-_Roya_negra_del_tallo_del_trigo.pdf