



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO
AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO
HARINERO (*Triticum aestivum* L.) INIAP Y CUATRO
LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI,
2023-2024”**

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

Autora:

Ugsha Cayo Paola Carolina

Tutor:

Jiménez Jácome Santiago Cristian

Cotutor:

Garófalo Sosa Javier Alberto

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Ugsha Cayo Paola Carolina, con cédula de ciudadanía No. 0504799826, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE 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, 14 de agosto del 2024



Paola Carolina Ugsha Cayo

CC: 0504799826

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 **UGSHA CAYO PAOLA CAROLINA**, identificada con cédula de ciudadanía **0504799826** 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 UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum L.*) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE 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: Mayo 2020 – Septiembre 2020

Finalización de la carrera: Abril – agosto 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 29 de Febrero del 2024

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

Tema: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum L.*) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE 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 comuniquen, 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, 14 de agosto del 2024.

Paola Carolina Ugsha Cayo

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* L.) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2023-2024”, de Ugsha Cayo Paola Carolina, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de agosto del 2024



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

CC: 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: Ugsha Cayo Paola Carolina, con el título del Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum L.*) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE 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, 14 de agosto 2024


Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, MSc.
C.C: 0501715494.

LECTOR 1 (PRESIDENTE).


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

LECTOR 2 (MIEMBRO).


Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete, Mg.
C.C: 0502409725.

LECTOR 3 (MIEMBRO).

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar un fraterno agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por su acogida y enseñanzas para formarme académicamente

Agradezco al Programa de Cereales perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) quienes me dieron la oportunidad de demostrar mis capacidades al realizar el presente trabajo, en especial agradezco a la Ing. Vicky Lopez, Ing. Javier Garofalo por brindarme cada uno de sus conocimientos, confianza y apoyo.

También quiero agradecer a mi tutor. Ing. Santiago Jiménez por guiarme de la mejor manera, por su paciencia, colaboración y apoyo para culminar con éxitos mi proyecto de titulación.

Por último y no menos importante agradezco a mi familia por el apoyo incondicional, no solo en esta etapa importante de mi vida, si no en el proceso de formación como persona, inculcándome buenos valores, agradezco también a mis amigos, Estrella y Lennin quienes me han alentado con sus ánimos a sobresalir y no desmayar.

Paola Carolina Ugsha Cayo

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se la dedico a mis padres, José Ugsha y Celinda Cayo por su apoyo y amor incondicional, quienes han sido mis guías y consejeros, inculcándome que todo sacrificio tiene su recompensa, es por ello que hoy quiero agradecerles por formar parte de ello.

A mis hermanas/os quienes me han alentado a seguir y sus palabras han sido fundamentales para no desmayar en este camino y a mi querida Tea quien para mí fue un apoyo emocional.

Gracias a todas las personas que estuvieron en este proceso de formación quienes me brindaron ese apoyo moral para seguir adelante y no decaer, pudiendo así cumplir mi meta.

Paola Carolina Ugsha Cayo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE UNA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum L.*) INIAP Y CUATRO LÍNEAS PROMISORIAS UEB CAMPUS SALACHE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2023-2024”.

Autora:

Ugsha Cayo Paola Carolina

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo harinero bajo las condiciones agronómicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache situado en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, el trigo harinero (*Triticum aestivum L.*) es el cultivo agrícola más importante del mundo y principal fuente de producción de harina, se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones en un área total de 54 m², en total 15 unidades experimentales con un área de 3,6 m² por parcela. Las líneas promisorias evaluadas fueron H-01-UEB, H-04-UEB, TA-18-008 y TA-20-003, y la variedad mejorada INIAP-IMABABURA 2014 como testigo. Las variables evaluadas fueron porcentaje de emergencia, vigor de planta, hábito de crecimiento, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de grano por espiga, rendimiento (kg ha⁻¹), peso hectolítrico o específico (kg hl⁻¹), tipo y color de grano, enfermedades y virus, las variables tomadas fueron las indicadas en el manual N° 111 publicado en el 2019 por el INIAP, basado en la escala de Zadoks y Cobb; los resultados fueron analizados con las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y el test Tukey al 5% para las fuentes de variaciones que mostraron significancia estadística para analizar los datos obtenidos. En los resultados obtenidos se evidencia que, de las cuatro líneas promisorias y una variedad, la línea TA-20-003 y la línea promisorias INIAP-IMABABURA 2014 y la variedad H-01-UEB presentaron un excelente rendimiento en peso hectolítrico y mayor resistencia. La línea TA-20-003 presentó el mejor rendimiento con 5890,49 kg ha⁻¹, todas las líneas y la variedad presentaron una similitud en crecimiento y se ajusta al rango ideal en cada etapa fenológica.

Palabras claves: Variables, Evaluación, Rendimiento, Enfermedades y Calidad.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITLE: “EVALUATION OF THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF A VARIETY OF FLOUR WHEAT (*Triticum aestivum* L.) INIAP AND FOUR PROMISING LINES UEB CAMPUS SALACHE OF THE UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, 2023-2024”.

Author:

Ugsha Cayo Paola Carolina

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate agronomic performance of promising lines of flour wheat under the agronomic conditions of Universidad Técnica de Cotopaxi, Salache Campus located in province of Cotopaxi, Latacunga Canton, the bloomy wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most important agricultural crop in the world and the main source of flour production. A completely randomized block design (CRBD) was implemented with five treatments and three replications in a total area of 54 m², a total of 15 experimental units with an area of 3.6 m² per plot. The promising lines evaluated were H-01-UEB, H-04-UEB, TA-18-008 and TA-20-003, and the improved variety INIAP-IMABABURA 2014 as a control. The evaluated variables were percent emergence, plant vigor, growth habit, days to heading, plant height, straw type, ear size, number of grains per ear, yield (kg ha⁻¹), hectoliter or specific weight (kg hl⁻¹), grain type and color, diseases and viruses, the variables taken were those indicated in the manual N° 111 “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” this book was published by INIAP in 2019, based on the Zadoks and Cobb scale, the obtained results were analyzed with Shapiro-Wilk normality tests and the Tukey test at 5% for the sources of variations that showed statistical significance to analyze the obtained data. The obtained results show that, from four promising lines and one variety, line TA-20-003 and the promising line INIAP-IMABURA 2014 and the variety H-01-UEB presented an excellent yield in hectoliter weight and greater resistance. The line TA-20-003 presented the best yield with 5890.49 kg ha⁻¹, all the lines and the variety presented a similarity in growth and adjusted to the ideal range in each phenological stage.

Key words: Variables, Evaluation, Yield, Diseases and Quality.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INDICE DE CONTENIDO	xi
INDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE ILUSTRACIONES	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION.....	3
Beneficiarios directos	3
Beneficiarios indirectos	3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
5. OBJETIVOS	4
5.1. Objetivo general.....	4
5.2. Objetivos específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA.....	6
7.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	7
Clasificación taxonómica.....	7
7.2.2. Características Botánicas del trigo.....	8
7.2.3 Requerimientos climáticos y edáficos	9
7.2.4. Enfermedades del trigo	10
7.2.5. Principales enfermedades del trigo harinero.....	10
7.3. Manejo de cultivo	11
7.3.1. Selección del lote	11
7.3.2. Incorporación de abono verde.....	11
7.3.3. Rotación de cultivos	11

7.3.4.	Siembra.....	11
7.3.5.	Preparación del lote.....	11
7.3.6.	Cantidad y calidad de semilla	12
7.3.7.	Fertilización.....	12
7.3.8.	Control de malezas	12
7.3.9.	Desmezcla	12
7.3.10.	Cosecha.....	12
7.3.11.	Trilla	13
7.3.12.	Labores de Post-Cosecha	13
7.3.12.1.	Secado de grano.....	13
7.3.12.2.	Limpieza y clasificación del grano	13
7.3.12.3.	Ensayado e identificación de semilla.....	13
7.3.12.4.	Almacenamiento	13
7.3.13.	Parámetros de evaluación y selección en cereales	13
7.3.13.1.	Escala de Zadocks	13
7.3.14.	Variables agronómicas y morfológicas.....	14
7.3.14.1.	Emergencia	14
7.3.14.2.	Vigor de la planta	14
7.3.14.3.	Hábito de crecimiento o porte	14
7.3.14.4.	Días al espigamiento.....	14
7.3.14.5.	Altura de planta	15
7.3.14.6.	Tipo de paja	15
7.3.14.7.	Tamaño de espiga	15
7.3.14.8.	Número de grano por espiga.....	15
7.4.	Variables a evaluar post-cosecha.....	16
7.4.1.	Rendimiento kg ha ⁻¹	16
7.4.2.	Peso hectolítrico o específico (kg hl ⁻¹).....	16
7.4.3.	Peso de mil gramos	16
7.4.4.	Tipo y color de grano	17
7.5.	Variedades de Trigo.....	19
7.5.1.	Líneas promisorias	19
7.5.2.	Variedad	19
7.5.3.	Variedad mejorada	19
7.6.	Variedades mejoradas de trigo (INIAP)	19
7.6.1.	INIAP CHIMBORAZO 78	19
7.6.2.	INIAP ZHALAO 2003.....	20

7.6.3.	INIAP VIVAR 2010.....	20
7.6.4.	INIAP SAN JACINTO 2010.....	20
7.6.5.	INIAP MIRADOR 2010	20
7.6.6.	INIAP IMBABURA.....	20
8.	HIPOTESIS	20
8.1.	Hipótesis	20
	• Hipótesis alternativa	20
	• Hipótesis nula	20
9.	METODOLOGIA / DISEÑO EXPERIMENTAL	21
9.1.	Área de estudio	21
9.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	21
9.2.1.	Experimental.....	21
9.2.2.	Diseño Experimental	22
9.2.3.	Cualitativa- Cuantitativa.....	22
9.3.	MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.....	22
9.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS	
	22	
	Observación en campo.....	22
	Registro de datos.....	22
	Análisis estadísticos.....	22
	Método de evaluación.....	22
9.5.	ESPECIFICACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	23
	Diseño experimental	23
	Factores en estudio	23
	Variables independientes	23
	Operacionalización de variables	23
9.5.1.	VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN	25
	Porcentaje de emergencia	25
	Vigor de la planta.....	25
	Habito de crecimiento o porte.....	26
	Días al espigamiento.....	26
	Altura de planta.....	26
	Tipo de paja	26
	Tamaño de espiga	27
	Número de grano por espiga.....	27
	Variables a evaluar en post-cosecha	27

Rendimiento.....	27
Peso hectolitrico o especifico	27
Tipo y color de grano.....	27
Reacción de enfermedades	28
9.5.2. DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL Y NETA	28
9.6. MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO	29
Fase de campo UTC.....	29
Selección del lote	29
Preparación del suelo	29
Nivelación del terreno.....	30
Trazado de parcelas	30
Desinfección de semilla.....	30
Siembra.....	30
Riego.....	30
Fertilización	30
Control de malezas	30
Controles fitosanitarios.....	30
Cosecha.....	30
Fase de campo INIAP.....	31
Trilla	31
Secado y limpieza de grano	31
Almacenado y etiquetado	31
10. ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS	31
Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico.....	31
10.2. Indicadores agronómicos y morfológicos del cultivo.....	32
10.2.1. Porcentaje de germinación (emergencia).....	32
10.2.3. Hábito de crecimiento (1-3).....	34
10.2.4. Días al espigamiento (panojamiento)	34
10.2.5. Altura de la planta (cm)	35
10.2.6. Tipo de paja (1-3)	36
10.2.7. Tamaño de espiga	36
10.2.8. Número de granos por espiga	37
10.3. Variables a evaluar en la poscosecha.....	39
10.3.1. Rendimiento en kg ha ¹	39
10.3.2. Peso hectolítrico o específico kg hl ¹	40
10.3.3. Tipo de color de grano	41

10.4 Resistencia a enfermedades	42
10.4.1. Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV)	42
10.4.2. Roya Amarilla.....	43
10.4.3. Roya de la hoja (Puccinia Triticina)	44
Ponderación de los resultados obtenidos de las variables	45
11. PRESUPUESTO.....	47
12. CONCLUSIONES.....	47
13. RECOMENDACIONES	47
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos, actividades, resultados de la actividad (técnicas e instrumentos).	4
Tabla 2: Clasificación taxonómica del trigo harinero.....	7
Tabla 3: Requerimientos climáticos y edáficos.	9
Tabla 4: Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez.	17
Tabla 5: Características del área de estudio.....	21
Tabla 6: Esquema del ADEVA.....	23
Tabla 7: Variables independientes.....	23
Tabla 8: Variables dependientes e independientes.	23
Tabla 9: Escala de evaluación de emergencia en cereales.....	25
Tabla 10: Escala de evaluación de vigor de la planta en cereales.	25
Tabla 11: Escala de evaluación habito de crecimiento en cereales.	26
Tabla 12: Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.	26
Tabla 13: Escala de evaluación para tipo de grano en cereales.	27
Tabla 14: Escala para determinar el tipo de reacción en royas.....	28
Tabla 15: Prueba de normalidad para las variables agronómicas.....	31
Tabla 16: Promedios de germinación en líneas de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.) a los 8 días en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.....	33
Tabla 17: Promedios de vigor de planta en líneas promisorias de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	33
Tabla 18: Promedios de habito de crecimiento (1-3) en líneas de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.) en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	34
Tabla 19: Promedios de días de espigamiento en líneas de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	34
Tabla 20: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura de planta en las líneas de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.	35
Tabla 21: Prueba de Tukey al 5% para la variable de altura de plantas en (cm).....	36
Tabla 22: Promedios de tipo de paja (1-3).....	36

Tabla 23: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable del tamaño de espiga en líneas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.).	37
Tabla 24: Prueba Tukey al 5% para líneas de la variable tamaño de espiga (cm).	37
Tabla 25: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable de número de granos por espiga por m ² en líneas de trigo harinero (<i>Triticum aestivum</i> L.).	38
Tabla 26: Prueba Tukey al 5% para la variable de numero de granos por espiga.	38
Tabla 27: Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha ¹).	39
Tabla 28: Prueba Tukey al 5% para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha ¹).	40
Tabla 29: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico o específico (kg hl ¹).	40
Tabla 30: Prueba Tukey al 5% para la variable peso hectolítrico o específico en kilogramos por hectolitrico (kg hl ¹).	41
Tabla 31: Promedios de tipo y color de grano de acuerdo a la escala de evaluación para el tipo de grano del trigo.	41
Tabla 32: Grano Blanco y Rojo	41
Tabla 33: Cuadro de promedios del virus del enanismo del trigo.	42
Tabla 34: Escala para determinar el grado de daño por virosis.	42
Tabla 35: ADEVA de incidencia de enfermedades (roya amarilla).	43
Tabla 36: Prueba de Tukey al 5% para la variable de incidencia de enfermedades.	44
Tabla 37: Análisis de la varianza (ADEVA) para el porcentaje de incidencia del virus de roya de la hoja del trigo.	44
Tabla 38: Prueba Tukey para la variable de porcentaje de incidencia del virus de la roya de hoja del trigo.	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del área de estudio (Lote 5)	21
Ilustración 2: Distribución de la parcela experimental y neta.	28
Ilustración 3: Diseño del ensayo en campo.	29

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto:

“Evaluación del comportamiento agronómico de una variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) INIAP y cuatro líneas promisorias UEB campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2023-2024”

Fecha de inicio:

Marzo del 2023

Fecha de finalización:

Agosto del 2024

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi- Barrio Salache- Parroquia Eloy Alfaro- Cantón Latacunga- Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales- UTC (CAREN)
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias (INIAP) – La Estación Experimental Santa Catalina.
- Universidad Estatal de Bolívar- Facultad Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Proyecto de investigación vinculado:

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

Responsable del proyecto vinculado:

Ing. Karina Paola Marín Quevedo Mg.

Convenio interinstitucional:

Fondo de Investigación para Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable en el Ecuador. (FIASA)

Estación Experimental Santa Catalina-INIAP.

Universidad Estatal de Bolívar (UEB)

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.

Cotutor: Ing. Garofalo Sosa Javier Alberto (Convenio Institucional Estación Experimental Santa Catalina INIAP).

Lector 1: Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

Lector 2: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Lector 3: Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuetete, Mg.

Coordinador del Proyecto:

Nombre: Paola Carolina Ugsha Cayo.

Teléfonos: 0984295341

Correo electrónico: paola.ugsha9826@utc.edu.ec

Área de conocimiento:

Agricultura - Agricultura, Silvicultura y Pesca- Producción agropecuaria.

Línea de investigación:

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

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles, permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación de patrimonio cultural, así como el uso racional de los recursos naturales y mitigar riesgos naturales

Sub línea

Producción agrícola sostenible

Línea de vinculación de la carrera:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El trigo (*Triticum aestivum L.*) cumple un papel importante a nivel nacional, considerado como la materia principal para la elaboración de harinas y productos de consumo diario, también es utilizada en la producción de alimentos animales, el trigo es cultivada en todo el mundo bajo las diversas condiciones climáticas (Baloch, 2017).

En la sierra sur (Ecuador) en razón de su empleo diversificado, el trigo es el cereal de más amplia distribución en la región interandina, incluso esta ha sido decretada como reglamento

de fortificación y enriquecimiento de la harina de trigo para la prevención de las anemias nutricionales (Ii & Bejarano, 2011)

En el país el programa de cereales perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP evalúa anualmente nuevos materiales mejorados de trigo que tiene como objetivo cultivar en varias áreas de la serranía ecuatoriana, ya que esta es resistente a plagas y enfermedades como la roya amarilla y tiene una calidad de grano superior, INIAP produce alimentos saludables y de alta calidad, lo que aumenta la autonomía y la seguridad alimentaria (*INIAP -Estación Experimental Santa Catalina Trigo 2019*, n.d.)

En el año 2019 la Estación Experimental Santa Catalina implemento el primer proyecto en tres provincias (Imbabura, Pichincha, Chimborazo) el objetivo de esta era recuperar el suelo a través de técnicas de conservación ya que recuperado el suelo se obtuvo una mejora en la productividad de cereales (trigo) (Ponce-Molina et al., 2020)

La presente investigación aportara nuevas líneas promisorias y una variedad de trigo harinero con mejores características agronómicas que permitirá aumentar la zona de producción, ya que se obtendrá una semilla adaptada a nuevas condiciones agroclimáticas y esta podrá ser cultivada en diversos lugares, esto aportara en el ámbito económico al agricultor al tener una semilla mejorada tendrá una mejor producción resistente a las diversas enfermedades.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

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 – Universidad Estatal de Bolívar.

Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos son los productores de trigo.

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El trigo esta como el segundo principal producto agrícola en volumen de importaciones colombianas sin embargo en ecuador la producción de esta es muy poca tan solo 3.37% de su demanda anual, el trigo se cosecha principalmente en la región sierra, en la Provincia de Pichincha. (Tecnol, n.d.)

En el año 2021 en el ecuador la cantidad de trigo cosechada fue de 6,038 ha, alcanzando una producción de 10,898, la provincia de Carchi cubrió el 55% y seguido fue la Provincia de Bolívar con el 18% y Pichincha con el 17% (Corporación Financiera Nacional, 2021). En la superficie de labor agropecuaria fue de 5.2 millones de hectáreas de las cuales el 39.7% estaba

dirigida al cultivos de pastos, en relación al sector agrícola esta tenía el 27.7% (INEC, 2021). En el año 2021 en el sector cereales (trigo) se exporto \$271 miles evidenciándose una caída del 34% pero en julio de 2022 fue notoria la demanda por que se registró exportaciones con el valor de \$ 181.21 miles la cual esto es equivalente al 67% de lo reportado en todo el año del 2021, para el año 2021 Estados Unidos es el principal destino de estas exportaciones con el 88% (Corporación Financiera Nacional, 2021).

Cabe recalcar que el cultivo de trigo es importante en la serranía ecuatoriana ya que esta constituye parte de la canasta básica para los pequeños productores de la región. Para incrementar la producción en el Ecuador actualmente las políticas agrícolas están encaminadas al fomento del cultivo para esto se ha visto necesario crear una guía técnica de producción que sea fácil de entender para los agricultores y tengan la información necesaria para el manejo integral del cultivo, esta guía técnica fue hecha en conjunto con el Departamento de Desarrollo Rural de Corea (RDA-Korea) gracias al Programa Coreano de Agricultura Internacional de Ecuador (KOPIA-ECUADOR) en convenio con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP- ECUADOR) y ejecutado por el Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, este proyecto ha ayudado mucho a los productores de trigo ya que se minimiza el impacto de plagas y enfermedades, mejora la fertilización y la cosecha y obtienen un mejor rendimiento y una semilla de calidad. (Ponce et al., 2022)

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de una variedad de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) INIAP y cuatro líneas promisorias UEB campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

5.2. Objetivos específicos

- Determinar la línea promisorio y variedad del trigo harinero con mejores características agronómicas.
- Seleccionar el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad del trigo harinero.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1: *Objetivos, actividades, resultados de la actividad (técnicas e instrumentos).*

Objetivo 1	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Determinar la línea promisorio y variedad del trigo harinero con mejores características agronómicas.	Implementación del ensayo: Un DBCA con cinco tratamientos y tres repeticiones	Parcela Bruta: 8,8 m ²	Libro de campo, fotografías, hoja de cálculo, cuadro de resumen y gráficos.
		Área total: 132 m ²	
		Área neta: 54 m ²	
		Total 15 unidades experimentales	
	Variable a medir según la escala de Zadoks	Datos de variables a estudiar:	
	Porcentaje de emergencia	Porcentaje de plantas emergidas	
	Vigor	Desarrollo de la planta (tamaño de planta y hoja)	
	Habito de crecimiento	Forma de crecimiento de la planta (hojas y tallos)	
	Días al espigamiento	# de días desde la siembra hasta el espigamiento	
	Altura de planta	Tamaño alcanzado por la planta en diferentes etapas	
	Tipo de paja	Estimación de la dureza y flexibilidad del tallo	
	Tamaño de espiga	Tamaño final que alcanzo la espiga	
	Número de granos por espiga	Número de granos en su desarrollo completo	
	Evaluación de enfermedades según la escala de Cobb	Datos de reacción de enfermedades	
	Severidad	Cuantificar la presencia del daño causado	
	Tipo de reacción	El nivel de resistencia de la planta a la enfermedad	
Aplicación de prueba de Shapiro- Wilks	Prueba de Shapiro-Wilks:		

	Base de datos recopiladas con las alturas de las plantas semanales desde la siembra hasta la cosecha.	Son las variables que indican un p valor superior a 0,05, ajustándose a la distribución normal, esta se analiza bajo una estadística paramétrica gráfica de altura de planta de las dos variables y de tres líneas en el software Excel.	
Objetivo 2	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Seleccionar el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad del trigo harinero.	Toma de datos post-cosecha	Toma de datos post-cosecha	Libro de campo, fotografías, hoja de cálculo, cuadro de resumen y gráficos.
	Rendimiento	Producción en kg ha ⁻¹	
	Peso hectolitrico o especifico	Peso de grano en volumen	
	Tipo de color y grano	Calificación de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño	

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA

Origen

El término trigo proviene del latín *Triticum*, esto significa trillado este término hace referencia a separar el grano de la cáscara, en los estudios realizados los primeros asentamientos de este cultivo fue en Mesopotamia que hoy en día se lo conoce como Asia menor, Asia Central y África (Abbate, 2024). Estos hallazgos fueron descubiertos por los egipcios quienes lo implementaron en su alimentación de consumo diario.

El trigo ha sido el cultivo más importante en la vida humana para solventar la alimentación, a pesar de que hace 8 mil años surgió el cruzamiento y las mutaciones con otras especies que fomento a que el cereal tenga nutrientes y carbohidratos, y dio como resultado una planta con más de tres juegos de cromosomas. (Manangón, 2014).

Instituciones dedicadas al estudio del trigo han determinado que estas se encuentran determinadas por 21 cromosomas, estas instituciones en las cuales los científicos han logrado que tengan una secuencia de genomas para facilitar la producción de variedades y que esta se adapte a los diferentes factores climáticos que se presenta en cada sector o país y de este obteniendo un mejor rendimiento y mejor calidad (Jobet, 1988)

Importancia

El trigo el maíz y el arroz son cereales principales e importantes para solventar la soberanía alimentaria. En el Ecuador se cultiva un aproximado de 5 mil ha en la sierra (Falconí, n.d.)

La especie que más se ha cultivado es el *Triticum aestivum* L, siendo esta la principal producción de harina a nivel nacional y mundial (Ponce et al., 2022). El trigo es utilizado para varios productos por que tiene una gran adaptabilidad para la producción de alimentos ya que esta contiene una gran fuente de energía y nutrientes para la alimentación humana y animal, la harina de trigo tiene su uso principal en la alimentación humana en procesos de panadería por otro lado el salvado de trigo es decir la parte externa del cereal, su cubierta, es utilizada para el producto que se destina a la alimentación animal (Sáenz, 2021)

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería realizan entregas anuales de semillas certificadas a las diferentes provincias con el fin de reactivar el interés por las producción de este cereal y al ser certificadas obtienen un producto de calidad y mejor rendimiento (INIAP, 2015)

Distribución Geográfica

Este cultivo tiene una distribución geográfica en todo el callejón interandino tales como la provincia de Carchi, Chimborazo, Bolívar, Imbabura y Pichincha, estas registran gran parte de superficie sembrada en el país (Ponce et al., 2022)

7.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Clasificación taxonómica

Tabla 2: Clasificación taxonómica del trigo harinero.

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

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

7.2.2. Características Botánicas del trigo

Sistema radicular

Esta tiene raíces fibrosas o fasciculadas se desarrolla a partir de los primeros nudos de la base del tallo, alcanzan una profundidad hasta 1.50 metros esta depende de las condiciones en las que se encuentre el suelo (Fernandez, 2016b)

Tallo

Esta es una planta herbácea que llega a alcanzar una altura de 0,60 a 1,20 centímetros estas se caracterizan por tener los tallos erectos de un color verde esta posee vacíos en su interior a excepción de los nudos e internudos. El tallo se alarga y tiene 4 hojas que son las envainadoras a lo largo de la longitud del entrenudo el crecimiento del tallo se produce debido al estiramiento de los tejidos (David, 2022)

Hoja

El trigo desarrolla un aproximado de 7-8 hojas estas emergen de nudos conformados de dos partes como es la vaina la cual rodea al peciolo y el limbo que presenta nervios paralelos con forma alargada entre estas dos partes mencionadas existe una que recibe el nombre de cuelio de cuyas partes laterales salen las prolongaciones llamadas aurículas (Silva, 2022)

Inflorescencia

Las espigas están compuestas de 15 a 25 espiguillas cada espiguilla presenta dos brácteas denominadas glumas y estas contienen 3 a 5 antecios dispuestos sobre una raquilla cada antecios esta compuesta de un lemma de una palea y de una flor (Espín, 2018)

Flores

Estas se componen por tres estambres y por dos estigmas plumosos que nacen directamente del ovario en la base de la flor, el trigo es autógama esto quiere decir que su fecundación se produce antes de la apertura es decir cuando las antenas aparecen al exterior esto quiere decir que la flor ya está fecundada (Agropecuarias et al., 2022)

Grano de trigo

El fruto es un grano que tiene la forma ovoide con una ranura en la parte vertebral, estas están compuestas por tres partes como es el endospermo mismo que está compuesta por almidón y proteínas la cual es la principal fuente de nutrientes, salvado esta cubre y protege la semilla y por último germen el cual es el embrión de la nueva planta que es la que da paso para que crezca una nueva raíz, tallo y hojas (Avila, 2018)

Ciclo vegetativo

En esta etapa es distinguida por 3 periodos:

- Periodo vegetativo esta empieza desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- Periodo de reproducción se da desde el encañado hasta la culminación del espigado.
- Periodo de maduración se da desde el final del espigado hasta el momento de la recolección. (Estrada et al., 2014).

Etapas fenológicas

Germinación

La temperatura óptima para la germinación es de 20-25°C pero también puede germinarse en una temperatura de 3-4°C hasta los 30-32°C, cabe mencionar que la humedad no debe sobrepasar el 11%, el grano debe absorber agua un alrededor de 40% a un 65% de su peso en agua (P. Chuquitarco, 2015).

Ahijamiento

El trigo tiene un tallo que se compone de nudos y entrenudos cada una de estas tienen una yema la cual origina una hoja, cuando los entrenudos se alargan es decir el encañado y como observación cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos (Giráldez et al., 2012)

Encañado

El encañado consiste del crecimiento del tallo por el alargamiento de los entrenudos esto sucede cuando la temperatura se eleva y por ende los nudos pierden facilidad para emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo (Ojeda, 2021).

Espigado

Este periodo es el máximo de actividad fisiológica, es decir la transpiración y extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan a su tope, aquí los azúcares de las hojas emigran a los granos, el agua juega un papel importante para transferir las reservas al grano (Trigo, 2009)

Maduración

Esta es la etapa final del ciclo y en esta se da la acumulación de almidón en el grano por ende el almidón producido por la fotosíntesis se torna resistente en las últimas hojas y espiga pero los carbohidratos y proteínas se mueven en dirección al ápice en el caso que se suspenda el riego existe un gran riesgo de que las sustancias mencionadas no puedan moverse y producir un asurado en el grano (García, 2019)

7.2.3 Requerimientos climáticos y edáficos

Tabla 3: *Requerimientos climáticos y edáficos.*

Requerimientos climáticos y edáficos

Altitud	2200 a 3400 msnm
Suelo	Arcillosos, profundos, buen drenaje, alto contenido de materia orgánica y nitrógeno.
Precipitación	Requerimiento hídrico de 600 a 700 mm anuales. Mayor cantidad de agua en la etapa de espigado. Tiempo seco: 300 a 400 mm.
Temperatura	Temperatura mínima de crecimiento 3°C. Temperatura máxima 30°C esta temperatura desacelera el crecimiento. Floración: > 16°C las temperaturas menores no se auto fecundan.
PH	Alta tolerancia a la salinidad 6,5-7,5

Fuente: (Generales, 2012)

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

7.2.4. Enfermedades del trigo

Las enfermedades son causadas por hongos y virus estas se presentan en las hojas y tallos y esta hace que su rendimiento disminuya las enfermedades mas comunes en el trigo es la roya amarilla en hojas y tallos.

La roya es una enfermedad que se presenta en cualquier parte de la planta, sin embargo, se presenta con frecuencia en las hojas, tallo y espiga (Miguel Rivadeneira, Luis Ponce, Segundo Abad, 2003)

7.2.5. Principales enfermedades del trigo harinero (*Triticum aestivum* L.)

Roya amarilla

Es producida por el hongo *Puccinia striiformis* y se presenta en el follaje y las espigas.

Roya de la hoja

Esta es causada por el hongo *Puccinia triticina* esta se caracteriza por que las pústulas tienen forma circular y no se distribuye en forma uniforme.

Roya del tallo

Esta es generada por el hongo *Puccinia graminis*, las pústulas son identificadas en el haz y el envés de la hoja, en el tallo y la espiga.

Fusarium (*Fusarium spp.*)

Esta enfermedad ataca a la espiga la cual afecta a la parte floral, glumas, granos y raquis esta enfermedad produce un blanqueamiento temprano en la espiguilla en la cual se puede observar masas de esporas y micelio rosado.

Carbón (*Ustilago spp.*)

Esta se forma por el hongo *Ustilago* esta aparece en la etapa de floración y se manifiesta antes que las espigas salgan de la vaina que las rodea. (*Iniapscpl210i.Pdf*, n.d.)

7.3. Manejo de cultivo

7.3.1. Selección del lote

El lote seleccionado para realizar el ensayo debe de ser realizado en una zona que tenga los siguientes parámetros:

- Debe tener una pendiente de 10%
- Debe ser un terreno que no se haya cultivado ningún tipo de cereal.
- Debe ser un terreno descansado o que tenga rotación de cultivos.

Fuente: (Mendoza et al., 2023b)

7.3.2. Incorporación de abono verde

El abono verde se incorpora en las plantas en estado de floración para suministrar nutrientes enriqueciendo el suelo de nitrógeno y suprimiendo el crecimiento de las malas hierbas una de las recomendaciones para efectuar la técnica mencionada es sembrar avena con vicia para obtener abono verde esta técnica se la debe realizar con uno o dos meses de anticipación. (Mendoza et al., 2023b)

7.3.3. Rotación de cultivos

El principal objetivo de la agricultura al realizar la rotación de cultivos es tener un buen rendimiento y gracias a esto se disminuye la falta de nutrientes o las propagaciones de plagas en el cultivo y de esta manera también se evita el monocultivo (Mendoza et al., 2023b)

7.3.4. Siembra

Hay dos métodos de siembra la cual es al voleo y mecanizado para la cual el suelo debe tener una temperatura y humedad ideal es decir un campo óptimo para que la semilla pueda germinar, generalmente en el país se siembra en los meses de febrero y marzo es decir al norte y sur esto se debe porque la siembra inicia en época lluviosa ya que la cosecha se la realiza en la época seca, hay un método llamado puño esta nos sirve para verificar la capacidad de campo esta consiste en empuñar un poco de tierra y apretarla y observar que no desprenda agua y de esta manera se puede asegurar una buena germinación (Mendoza et al., 2023b)

7.3.5. Preparación del lote

Para la preparación del suelo se lo realiza mediante el arado en la cual se incorpora rastrojos y residuos vegetales que se encuentren en el mismo, antes de realizar la siembra se debe hacer dos pases de rastras para que el suelo quede mullido (Mendoza et al., 2023b)

7.3.6. Cantidad y calidad de semilla

Lo más aconsejable para sembrar es usar semillas certificadas que contengan un porcentaje de germinación superior al 85% y hay que destacar que antes de sembrar se debe desinfectar para evitar cualquier tipo de enfermedad que se pueda dar (Mendoza et al., 2023b)

7.3.7. Fertilización

El objetivo de la fertilización en el trigo es aumentar la rentabilidad del mismo como primer paso se debe realizar un análisis de suelo en ocasiones no se puede contar con el mismo, pero existe la guía de fertilización en la que se puede saber que necesita el trigo (Mendoza et al., 2023b)

En el trigo el nitrógeno juega un papel muy importante ya que garantiza un buen macollamiento la cual obtendrá mayor número de espigas y granos por espiga no obstante también se puede realizar la fertilización orgánica esta se la realiza al momento en el que se prepara el suelo es decir dos meses antes de la siembra (*INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO*, 2007)

7.3.8. Control de malezas

La presencia de plantas no deseadas es decir malas hierbas influye por la época de siembra y estas compiten por los nutrientes del cultivo pero se las puede controlar de forma manual y de forma química como también la óptima forma de prevenir estas plantas no deseadas es realizando una excelente preparación del suelo (Mendoza et al., 2023b)

7.3.9. Desmezcla

Esta actividad se la debe realizar en dos ocasiones una en el espigamiento y la otra al inicio de la madurez por que en estas etapas es más susceptible diferenciar plantas de otro tipo ya que esto nos ayudara a mantener el cultivo limpio y se evita mezcla con otros cultivos por que en estas dos fases mencionadas se deben eliminar plantas que estén deformes y enfermes u otros cereales tales como cebada, avena y centeno (*INIAP -Estación Experimental Santa Catalina Trigo 2019*, n.d.)

7.3.10. Cosecha

Esta actividad se la realiza cuando el cultivo ya ha alcanzado su estado de madurez esto ocurre aproximadamente a los 170-180 días en este estado el grano debe alcanzar una humedad del 12,5 % aproximado, la cosecha se la puede realizar de forma manual o mecanizada, dado el caso que se lo quiera realizar de forma manual lo puede hacer con la ayuda de una hoz y en cambio de manera mecanizada se lo realiza donde la maquina pueda acceder pero no es posible realizarlo en terreno que tengan mucha pendiente (*INIAP -Estación Experimental Santa Catalina Trigo 2019*, n.d.)

7.3.11. Trilla

Esta labor se la realiza de dos maneras manual y mecanizada de manera manual se lo realiza con la ayuda de ciertos animales para estos realicen presión en los atados que son extendidos era es decir el lugar de trabajo un espacio limpio y firme donde se realiza la trilla con esta actividad manual se llega a obtener de 15 a 40 kg, en cambio en la mecanizada se hace uso de una trilladora estacionaria (Ojeda, 2021)

Después de esta actividad el grano obtenido se debe limpiar, secar y debe ser clasificada en sacos para su respectiva comercialización (Fernandez, 2016a)

7.3.12. Labores de Post-Cosecha

7.3.12.1. Secado de grano

Después del labor de la cosecha del grano se debe realizar el secado en una superficie de cemento, para evitar daños en la semilla para almacenar la humedad no debe sobrepasar el 13% (Mendoza et al., 2023b)

7.3.12.2. Limpieza y clasificación del grano

Aquí la semilla debe estar limpia de impurezas para que sean clasificadas por su tamaño y para esto se lo realiza con la ayuda de dos tipos de zarandas.

Zaranda de 5mm: Esta zaranda retiene impurezas grandes y da paso a los granos grandes y pequeños.

Zaranda de 3mm: Esta zaranda retiene el grano grande y permite el paso al grano pequeño es decir delgado al cual no se lo puede tomar en cuenta como semilla debido al tamaño que tiene (Fernandez, 2016a)

7.3.12.3. Ensacado e identificación de semilla.

La semilla una vez limpia y clasificada se lo coloca en sacos en buen estado y limpios para poder identificarlos se debe colocar una etiqueta con la información básica, es decir la variedad el año de cosecha el nombre del productor y peso (Mendoza et al., 2023a)

7.3.12.4. Almacenamiento

En este proceso debe ser almacenado en un lugar libre de humedad y los sacos no deben estar cerca del suelo o pegados a la pared por que estas pueden llegar absorber humedad y se pueden ocasionar daños en la semilla (Mendoza et al., 2023b)

7.3.13. Parámetros de evaluación y selección en cereales

7.3.13.1. Escala de Zadocks

Esta es usada para descubrir los estados morfológicos externos esta escala no solo se utiliza en trigo también es utilizada en todos los cereales como la avena la cebada y triticale, los factores

importantes para el uso de la escala, la primera es que algunos de los estados de la escala no tienen significación como en este caso es el Z 38 es decir el estado intermedio entre la hoja bandera que es visible y la hoja bandera expandida, algunos estados de la escala se superponen por ende se describe el estado haciendo referencia al código más alto (Norma IRAM 15858-1, 1996)

7.3.14. Variables agronómicas y morfológicas

7.3.14.1. Emergencia

La emergencia implica estimar el número de plantas emergidas en el campo de estudio esta es evaluada de manera visual para determinar una emergencia buena, regular o mala la etapa que se debe evaluar es en la de desarrollo Z 12 o Z 13 según la escala de Zadoks cuando la planta presenta 2 o 3 hojas desarrolladas (Mendoza et al., 2023b)

- **Factores a considerar**

Tipo de suelo, preparación de suelo, profundidad de siembra y calidad de semilla, también las condiciones ambientales presentes en la zona experimental antes y después de la siembra es decir precipitación, temperatura, etc.

7.3.14.2. Vigor de la planta

La evaluación del cultivo se la realiza para evaluar el desempeño de cada accesión el vigor es la fuerza con la que crecen este parámetro nos ayuda para evaluar la expresión genética de cada material como el tamaño de planta, tamaño de hojas, etc. Este parámetro se evalúa cuando el cultivo se encuentra en desarrollo según la escala de Zadoks Z 14 o Z 15 (4-5 hojas) (Ponce et al., 2022)

7.3.14.3. Hábito de crecimiento o porte

Esta esta relacionada en la forma en la que crece la planta, en la etapa inicial se debe observar el tallo y hojas en esta etapa se evalúa los siguientes parámetros: Erecto, semierecto y postrado. Según la escala de Zadoks empieza desde Z 20 a Z 29, es decir en la etapa de mancollamiento (Ponce et al., 2022)

7.3.14.4. Días al espigamiento

Estos son los días de espigamiento, es decir el número de días desde la siembra hasta la aparición de espigas, dentro del campo, este parámetro se lo realiza de manera visual, para evaluar el número de días desde la siembra hasta que el 50% de espigas de la parcela aparezcan en su totalidad (Ponce et al., 2022)

- **Factores a considerar**

Sequias, condiciones climáticas, cambios bruscos de temperatura, alta humedad, nubosidad y fotoperiodo (Ponce et al., 2022)

7.3.14.5. Altura de planta

Es el tamaño final que la planta ha alcanzado durante su desarrollo, este parámetro se mide con un metro tomando como referencia la superficie del suelo hasta la punta de sus aristas excluyendo el borde según la escala de Zadoks es la etapa Z 91, cariósides duras (Ponce et al., 2022)

- **Factores a considerar**

Altas lluvias, disponibilidad de nutrientes y genética, pisos altitudinales, nubosidad, temperatura, condiciones climáticas, sequia (Ponce et al., 2022)

7.3.14.6. Tipo de paja

Es la estimación de la planta cuando esta dura y tiene flexibilidad del tallo que puede tolerar el viento y el asentamiento del cultivo. Según la escala Zadoks utilizada para registrar este parámetro es Z 19 cariósides duras (difícil de dividir) (Ponce et al., 2022)

- **Factores a considerar**

Nutrición, alta precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequia, densidad, viento y fotoperiodo, viento, fotoperiodo (Ponce et al., 2022)

7.3.14.7. Tamaño de espiga

En este parámetro se evalúa el tamaño final que la espiga haya alcanzado en su proceso de desarrollo es decir su madurez, para evaluar este parámetro se lo evalúa desde la base de la espiga hasta la punta es decir su extremo excluyendo las aristas, según la escala de Zadoks para registrar este parámetro es Z 92, carispodes duras (no se marca con la uña) (Ponce et al., 2022)

- **Factores a considerar**

Disponibilidad de nutrientes, precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperiodo y temperatura (Ponce et al., 2022)

7.3.14.8. Número de grano por espiga

Es el número de granos que la espiga obtuvo en su desarrollo, este parámetro es visual ya que se debe escoger al azar 10 espigas y se procede a contar manualmente el número de granos de la misma y se saca un promedio en el cual determinamos el rendimiento del cultivo (Ponce et al., 2022)

- **Factores a considerar**

Disponibilidad de nutrientes, precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperiodo y temperatura (Ponce et al., 2022)

7.4. Variables a evaluar post-cosecha

Después de la cosecha se evalúan varias variables para permitir la selección de germoplasmas apropiados para el parámetro de calidad que es exigida para los consumidores finales.

7.4.1. Rendimiento kg ha⁻¹

Este parámetro es fundamental para evaluar nuestro rendimiento potencial que cada material logro alcanzar, este valor están en g parcela ⁻¹ pero las unidades en la que se deben evaluar es en kg ha⁻¹ y de esta manera calculamos el potencial de rendimiento, para poder realizar esto se debe pesar la totalidad de producción de cada unidad experimental (Ponce et al., 2022)

Factores a considerar

- **Factores bióticos**

Plagas y enfermedades

- **Factores abióticos**

Clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, ph, granizado, helada, etc.

Fuente: (Ponce et al., 2022)

7.4.2. Peso hectolítrico o específico (kg hl⁻¹)

Para determinar esta variedad se usa una balanza específicamente utilizada para obtener el peso específico o hectolitrico esto quiere decir que cuanto mayor sea el peso mejor será el rendimiento de cada material experimental (Ponce et al., 2022)

Factores a considerar

- **Factores bióticos**

Plagas y enfermedades

- **Factores abióticos**

Clima, temperaturas altas y bajas, nutrientes, agua, pH, luminosidad nubosidad, y también humedad del grano.

Fuente: (Ponce et al., 2022)

7.4.3. Peso de mil gramos

Mediante una balanza electrónica se evalúa esta variable, esta consiste en 100 granos seleccionados al azar esto quiere decir que mientras mayor es el peso mayor es el rendimiento del cultivo (Ponce et al., 2022)

- **Factores que afectan**

Porcentaje de humedad del grano, tamaño del grano, condiciones del suelo, clima durante el desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2022)

7.4.4. Tipo y color de grano

Después de que el grano fue secado por completo, se va clasificando de acuerdo al color el tamaño y la uniformidad o daño (Ponce et al., 2022)

- **Factores que afectan**

Lluvias, temperaturas presentes al final del ciclo del cultivo y enfermedades que afectan a la espiga (Ponce et al., 2022)

Escala de Zadoks

La mencionada escala de Zadoks es importante para los cultivos de cereales menores ya que esta escala sirve como base para realizar las evaluaciones y parámetros necesarios para la selección de germoplasma con característica específica (Norma IRAM 15858-1, 1996).

Tabla 4: *Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez.*

Escala	Descripción
0	Germinación
07	Emergencia del coleóptilo
09	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de la planta
11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	Macollaje
21	Un tallo principal y un macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos

30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	Preemergencia floral
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de la antítesis
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: (Norma IRAM 15858-1, 1996)

7.5. Variedades de Trigo

7.5.1. Líneas promisorias

Este término determina algo prometedor se debe tener en cuenta que una especie vegetal tiene el carácter de promisorio cuando es muy poca conocida a nivel local o mundial (Sotaminga Cueva, 2023)

7.5.2. Variedad

Este es un grupo de plantas que tienen características morfológicas en común, son cultivares con distintas autógamias y alógamas, en las autógamias se denomina variedad al cultivo homocigoto, y en la especie alógama se la denomina como cultivo de polinización abierta (Lalama, 1997)

7.5.3. Variedad mejorada

Para obtener una variedad mejorada se debe realizar una investigación durante 12 a 15 años de trabajo, dentro de este mejoramiento están incluidos genetistas, fitopatológicos, entomológicos, fisiológicos, especialistas en semillas, entre otros, la variedad mejorada es el resultado de una técnica de mejora genética que tiene características bien definidas y que reúnen la condición de ser diferentes a otras (H., 1968)

7.6. Variedades mejoradas de trigo (INIAP)

7.6.1. INIAP CHIMBORAZO 78

Esta variedad fue introducida como una línea avanzada en 1964, esta fue evaluada durante 8 años en 30 áreas trigueras del país, dentro de la estación experimental Santa Catalina, con un rendimiento de 4,5 tn ha⁻¹, se puede cultivar en zonas elevadas de la sierra ecuatoriana su ciclo vegetativo es de 180 días y puede llegar a alcanzar una altura de 100 cm (Camino et al., 2008)

7.6.2. INIAP ZHALAO 2003

El cruzamiento Iniap-Cotijamiento 9/FINKI/IA 883, fue realizado en 1997 esta fue evaluada en los ensayos de la Estación Experimental Chuquipata en el año 2001. Es cultivada en áreas elevadas de 2200 a 3200 msnm; su grano es bueno y el rendimiento harinero es alto (Miguel Rivadeneira, Luis Ponce, Segundo Abad, 2003)

7.6.3. INIAP VIVAR 2010

Se llevo acabo en el Ecuador en el año 2003 y se examino en varias zonas del Austro del país, proviene del Centro Internacional del mejoramiento de maíz y trigo de México, su ciclo vegetativo es de 165-175 días, es resistente a sequias y enfermedades por hongos, roya de hoja y fusarium de la espiga, se adapta a áreas entre los 2400 y 300m (Coronel B. et al., 2010)

7.6.4. INIAP SAN JACINTO 2010

En el año 1998 se llevó a cabo una evaluación al Ecuador y a partir del año 2000 se llevó a cabo en diversas áreas de la sierra centro norte. Un ciclo vegetativo de 160 a 170 días con un rendimiento de 4.0 tn ha⁻¹, se produce en una altitud de 2200 a 3000 msnm (Abad, 2010)

7.6.5. INIAP MIRADOR 2010

Durante el año 2000, se llevó a cabo una evaluación en diversas zonas de la provincia de Bolívar. Se cosecha en 160 a 170 días y se adapta a las zonas de producción de cereales entre los 2200 y 3000 msnm, puede alcanzar una altura de 92 cm (INIAP, 2010)

7.6.6. INIAP IMBABURA

Se introdujo en el país en el vivero 10TH HRWSN en el año 1999, desde el principio fue elegida como una línea con características favorables en el año 2009 se llevo a cabo una evaluación en varios lugares de la Sierra. Se puede sembrar a una altitud de 2000 a 3000 msnm; su ciclo dura entre 160 a 180 días, puede alcanzar una altura de 105 cm y, sobre todo, tiene un buen rendimiento harinero (Falconi-Catillo, Esteban Garófalo, Javier Ponce, Luis Coronel, 2014)

8. HIPOTESIS

8.1. Hipótesis

- **Hipótesis alternativa**

Las líneas promisorias y la variedad de trigo harinero presentaran características y rendimientos bajo las condiciones agronómicas del Campus Salache.

- **Hipótesis nula**

Las líneas promisorias y las variedades de trigo harinero no presentaran características y rendimientos bajo las condiciones agronómicas del Campus Salache.

9. METODOLOGIA / DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Área de estudio

El proyecto de investigación se lo realizo en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache ubicado en la Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Tabla 5: Características del área de estudio.

Altitud	2.750 msnm.
Longitud	78°37'16.04" Oeste
Latitud	0°59'59.04" Sur

Ilustración 1: Ubicación del área de estudio (Lote 5)



Fuente: (Earth, n.d.)

La segunda etapa de estudio es decir la poscosecha fue realizada en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- Estación Experimental Santa Catalina.

9.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

9.2.1. Experimental

La variedad experimental no comprobada es utilizada en el presente proyecto de investigación, la variedad es la variable independiente y las líneas promisorias de trigo harinero son la variable dependiente que permitirá observar el impacto. Para evaluar tanto variables como factores, se empleó un diseño completamente al azar (DBCA) (Flores-Margez et al., 2021)

9.2.2. Diseño Experimental

El diseño completamente al azar analiza tres fuentes de variabilidad: el error aleatorio, los bloques y el factor de tratamiento; se divide en los diseños experimentales al azar DCA y bloques (DBCA) (Flores-Margez et al., 2021)

9.2.3. Cualitativa- Cuantitativa

Se recopilarán datos cualitativos para obtener información sobre el comportamiento de las etapas y los sucesos naturales, así como datos cuantitativos para obtener información numérica precisa de las variables en estudio.

9.3. MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

Campo

Se llevará a cabo una investigación de campo porque las variables a evaluar se realizarán en el mismo lugar de estudio.

Bibliografía y documental

Para proporcionar contexto a la fundamentación teórica y a la interpretación de los resultados obtenidos, el proyecto incluye una revisión de material documental y bibliográfico.

9.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Observación en campo

Para obtener información sobre las variables planteadas, esta fase es la conexión entre el investigador y el área de estudio.

Registro de datos

Se utilizó una libreta de campo en el cual se fue recopilando cada uno de los datos de cada tratamiento.

Análisis estadísticos

Se empleó un software estadístico (InfoStat) para procesar los datos; se ofrecieron varios análisis: la prueba de normalidad de Shapiro Wilks, que se aconseja para el análisis de datos menores o iguales a 50; la prueba Tukey al 5%, que se utilizó para establecer las fuentes de variación y determinar si existe significancia; y una tabla de promedios (medidas de resumen) para los datos que no mostraron diferencias.

Método de evaluación

De acuerdo con el Manual de Evaluación y Parámetros de Selección de Granos No. 111, publicado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, el personal técnico del (INIAP) en 2019, el personal técnico del INIAP realiza la evaluación de los cultivos utilizando las escalas establecidas y las etapas de desarrollo de los cultivos Zadoks.

9.5. ESPECIFICACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Diseño experimental

Para determinar que el tratamiento se adaptó mejor a las condiciones climáticas y agrícolas de la región de estudio, se ubicaron cinco tratamientos con tres repeticiones dentro del diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Tabla 6: *Esquema del ADEVA.*

Fuentes de variación		Grados de libertad
Código/Tratamientos	(5-1)	4
Repeticiones	(3-1)	2
Error Experimental	T (5-1) R (3-1)	8
Total	t.r-1	14

Factores en estudio

Variables

El programa de cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias proporciona cada una de las semillas utilizadas en el proyecto (una variedad mejorada y cuatro líneas promisorias).

Variables independientes

Tabla 7: *Variables independientes.*

Variedad	INIAP-IMBABURA 2014 (T)
Línea 1	H-01-UEB
Línea 2	H-04-UEB
Línea 3	TA-18-008
Línea 4	TA-20-003

Elaborado por: Paola Ugsha (2024).

Operacionalización de variables

Tabla 8: *Variables dependientes e independientes.*

	Dimensiones	Indicadores	Índice (unidad de media)	Técnica	Instrumentos
Variable independiente	Características agronómicas	Emergencia	Porcentaje de emergencia	Observación y conteo	Escala de Zadoks

(comportamiento agronómico)					(buena, regular y malo)
		Vigor de planta	Escala de vigor	Observación y conteo	Escala de Zadoks (buena, regular y malo)
		Habito de crecimiento	Escala (1-3)	Evaluación visual	Escala de Zadoks (erecto, intermedio, postrado)
		Días al espigamiento	Días	Evaluación visual	Observación directa
		Altura de la planta	(cm)	Medición directa	Cinta métrica
		Tipo de paja	Escala (1-3)	Evaluación visual	Escala de Zadoks (tallos fuerte, intermedio, débil)
		Tamaño de espiga	(cm)	Medición directa	Regla
		Número de granos por espiga	(#)	Evaluación visual	Observación directa
	Variable dependiente (líneas promisorias y variedad de trigo)	Rendimientos de cultivo	Severidad	% de severidad	Cálculo de porcentaje
Tipo de reacción			Reacción del cultivo a enfermedades	Evaluación visual	Observación directa
Rendimiento			kg ha ¹ .	Pesaje	Balanza

		Peso hectolitrico	kg hl ¹ .	Pesaje	Balanza
		Tipo y color de grano	Escala descriptiva	Evaluación visual	Observación directa

9.5.1. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Porcentaje de emergencia

Esta variable es evaluada de manera visual 13 días después de la siembra, nos da a conocer el porcentaje de plantas germinadas. (Ponce et al., 2019a)

Tabla 9: *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., 2019a)

Vigor de la planta

El aspecto cualitativo de las hojas del trigo se observó en cada tratamiento. Para obtener los datos, se empleo la escala de evaluación del Manual N°11 del programa de cereales como guía (Ponce et al., 2019a)

Tabla 10: *Escala de evaluación de vigor de la 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., 2019a)

Habito de crecimiento o porte

Durante la etapa inicial de crecimiento, se observaron las características de cada una de las hojas y tallos. Se uso la escala de los parámetros de evaluación y selección en los cereales (Ponce et al., 2019a)

Tabla 11: *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 grados.
3	Postrado	Hojas opuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Fuente: (Ponce et al., 2019a)

Días al espigamiento

Para medir esta variable se encontró que al menos el 50% de las espigas aparezcan en los tratamientos (Ponce et al., 2019a)

Altura de planta

En el momento en que la planta alcanza su estado de madurez fisiológica, se mide esta variable mediante una regleta que va desde la base del suelo hasta el extremo de las espigas (Ponce et al., 2019a).

Tipo de paja

Antes de la cosecha, se mide con la mano la paja de cada tratamiento y se determina a que tipo pertenece, utilizando la escala de evaluación (Ponce et al., 2019a).

Tabla 12: *Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.*

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

Fuente: (Ponce et al., 2019a)

Tamaño de espiga

Se seleccionan 10 espigas al azar de cada uno, después de que los tratamientos hayan alcanzado la madurez fisiológica. Cada una de las espigas se medirá con una regla desde la base hasta el final de la arista para obtener un promedio general (Ponce et al., 2019a)

Número de grano por espiga

Se debe trillar las espigas que fueron seleccionados para medir el tamaño, luego de ello se debe contar de manera manual cada uno de los granos de tratamientos y repetición elegida (Ponce et al., 2019a).

VARIABLES A EVALUAR EN POST-COSECHA

Rendimiento

Se debe considerar que el grano esté limpio y tenga un 13% de humedad; este valor se encuentra en g parcela⁻¹ y se puede convertir a kg ha⁻¹ para calcular el rendimiento (Ponce et al., 2019a).

Peso hectolitrico o específico

Para obtener los datos, se colocaron los granos de trigo dentro un contenedor cilíndrico de 1 litro, y se niveló el borde superior con una regla de madera. Luego, se colocó en una balanza electrolítica, teniendo en cuenta que las unidades serán en g l⁻¹ y se deberán convertir a kg hl⁻¹ (Ponce et al., 2019a)

Tipo y color de grano

Para obtener información, utilizamos la escala de evaluación del trigo para clasificar los granos según su color, tamaño, forma, uniformidad o daño (Ponce et al., 2019a)

Tabla 13: Escala de evaluación para tipo de grano en cereales.

Escala	Descripción
Tipo de grano	
1	Grano grueso, grande, bien formado y limpio.
2	Grano mediano, bien formado y limpio
3	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado
Color de grano	
B	Blanco
R	Rojo
**	Grano excelente, grueso, grande, amarillo o blanco
*	Grano mediano, grueso, blanco o amarillo

+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado
---	---

Fuente: (Ponce et al., 2019a)

Reacción de enfermedades

Se llevó a cabo una evaluación visual en cada parcela para determinar si había o no enfermedad en el trigo; se encontró la roya amarilla (*Puccinia striiformis*) y el virus del enanismo amarillo (BYDV), para determinar cuál fue la incidencia, se utilizó la escala siguiente (Ponce et al., 2019a)

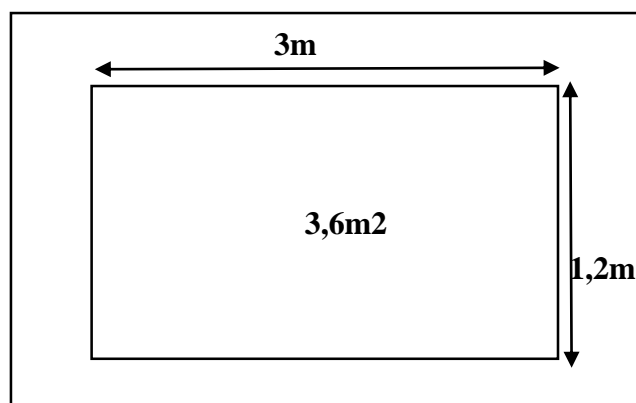
Tabla 14: Escala para determinar el tipo de reacción en royas.

Reacción	Descripción	
0	Ningún tipo de reacción	No hay infección visible.
R	Resistente	Áreas necróticas con o sin pústulas pequeñas.
MR	Moderadamente resistente	Pústulas pequeñas rodeadas por áreas necróticas.
M	Modernamente	Pústulas de tamaño variable; algo de necrosis y/o clorosis.
MS	Susceptible	Pústulas de tamaño mediano; sin necrosis, pero es posible que exista algo de clorosis.
S	Susceptible	Pústulas grandes, sin necrosis ni clorosis.

Fuente: (Ponce et al., 2019a)

9.5.2. DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL Y NETA

Ilustración 2: Distribución de la parcela experimental y neta.

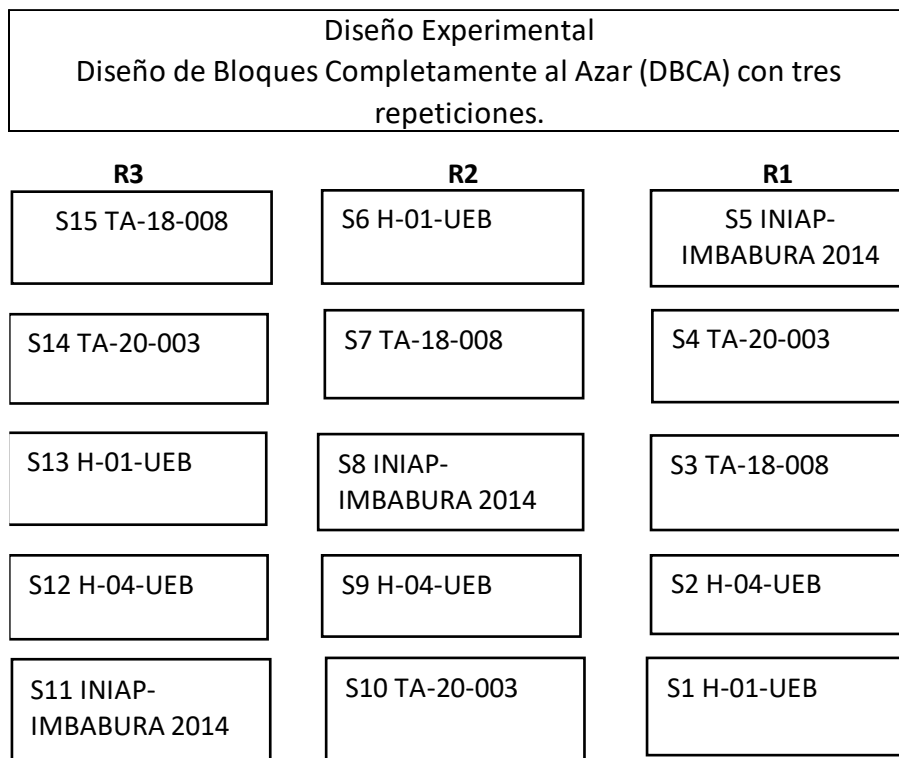


Elaborado por: Paola Ugsha (2024).

Diseño del campo de ensayo

- 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

Ilustración 3: Diseño del ensayo en campo.



9.6. MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO

Fase de campo UTC

Selección del lote

El terreno elegido para llevar a cabo el análisis del comportamiento agronómico del trigo es el de la Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus Salache, el cual cumple con todos los requisitos para llevar a cabo la siembra, incluyendo mantenerse sin cultivar ningún otro tipo de cereal y ser un terreno plano sin inclinación superior al 5%.

Preparación del suelo

El laboreo se lleva a cabo de antemano y consta de un arado un mes antes de la siembra para garantizar que los residuos, las malas hierbas y/o el abono orgánico estén completamente descompuestos; además, se utiliza un rastrillo dos semanas después para incorporarlos a la

parcela. Con el fin de mejorar la germinación y el desarrollo de los cultivos, se pretende que el suelo este suelto y libre de malezas y terrones al momento de la siembra.

Nivelación del terreno

El día en que se sembró, se removió la tierra con un rastrillo para la nivelación y quitar los residuos de malezas que se encontraban en el mismo.

Trazado de parcelas

Se trazo cada una de las parcelas con la ayuda de una cinta métrica y piolas, para trazar con las medidas del diseño experimental planteado.

Desinfección de semilla

Los técnicos del INIAP realizaron el proceso de desinfección de la semilla con fludioxonilo en una dosis de $2\text{cm}^3 \text{kg}^{-1}$. Después, se enumeraron, etiquetaron y se guardaron en fundas de papel. Después, las semillas fueron llevadas a lote seleccionado de la Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus Salache.

Siembra

La siembra fue realizada de manera manual es decir al voleo, siguiendo las recomendaciones de los técnicos.

Riego

El riego se realizó con la ayuda que brinda la Universidad de una maquinaria, que dura alrededor de una hora, también fue de gran ayuda las lluvias que se presentaba regularmente en el sector.

Fertilización

Para la fertilización se aplicó urea prillada al voleo en cada una de las parcelas.

Control de malezas

El control de malezas fue realizado de manera manual, se lo realizó con cuidado, para no sacar ninguna planta de trigo que ya estaban en germinación

Controles fitosanitarios

El propósito de esta investigación es evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades principales del cultivo de trigo, por lo que no se intentó controlar ninguna enfermedad con funguicidas a lo largo del ciclo de madurez.

Cosecha

La cosecha se llevó a cabo después de que el cultivo alcanzara su estado completo de madurez. Se cortó la mitad de la planta con una hoz y se colocó en costales limpios, y fueron etiquetados con sus correspondientes códigos de identificación.

Fase de campo INIAP

Trilla

La estación experimental Santa Catalina nos brindó la herramienta para llevar a cabo el proceso de trilla.

Secado y limpieza de grano

Para el secado, los costales fueron llevados a un invernadero durante 8 días, después se utilizó un ventilador de granos con un motor a base de luz para limpiar; una vez limpio, el grano se colocó en los costales y se dejó en el instituto.

Almacenado y etiquetado

Para culminar una vez que el grano haya estado limpio se lo guardó en fundas de tela con su debida etiqueta de identificación y fueron guardados en un lugar fresco y seco para evitar que absorba la humedad.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

Prueba de normalidad para variables de comportamiento agronómico

Para las variables agronómicas, la prueba de Shapiro Wilks mostró valores superiores a 0,05, lo que indica que se ajustaron a la normalidad. La prueba de homogeneidad de varianzas también mostró valores superiores a 0,05, lo cual indica que las varianzas eran iguales.

Tabla 15: *Prueba de normalidad para las variables agronómicas.*

Variable	p Shapiro-Wilks	Nivel de Significancia	Homogeneidad de varianza	Nivel de Significancia
Características agronómicas				
Emergencia	0,192	ns	0,5261	ns
Vigor (1-5)	>0,9999	-	sd	-
Hábito (1-3)	0,1337	ns	0,0014	**
Días Espigamiento	<0,0001	**	<0,0001	**
Altura de planta (cm)	0,4205	ns	0,1378	ns
Tipo de paja	>0,9999	-	sd	-
Tamaño de espiga	0,1657	ns	0,397	ns
Numero de grano por espiga	0,8675	ns	0,0689	ns
Rendimiento Kg ha ⁻¹	0,0819	ns	0,207	ns
Peso hectolítrico	0,4496	ns	0,389	ns
Tipo y color de grano	>0,9999	-	sd	-
Enfermedades				
BYDU (1-9)	>0,9999	-	sd	-
P TRITICI	0,7543	ns	0,0729	ns
RA S	0,7543	ns	0,0729	ns

** : Altamente significativo y * : significativo y n.s. : no significativo al $P < 0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha

10.2. Indicadores agronómicos y morfológicos del cultivo

10.2.1. Porcentaje de germinación (emergencia)

En la variable de porcentaje de emergencia se puede observar que la línea TA-18-008 tiene el mejor rendimiento promedio de 88,33 por otro lado la variedad INIAP-IMABABURA 2014 también tiene un buen rendimiento de 81,67, la línea TA-20-003 Y H-01-UEB tienen promedio bajo es decir una germinación baja.

Según la escala de evaluación de emergencia en cereales (Ponce-Molina et al., 2020), se considera una escala buena para los valores que van del 81 al 100 % de las plantas germinadas. En ensayos de líneas de trigo utilizadas en el área de Ambato, Vargas (2023), obtuvo valores de emergencia del 64,67%. En cambio, según Franklin (2019), en Chupaca - Perú, las evaluaciones muestran un promedio de 73,88 % de emergencia. Los hallazgos de la investigación actual muestran que la variable evaluada mostró valores aceptables, confiables y buenos, como ya se mencionó.

Tabla 16: Promedios de germinación en líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) a los 8 días en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
TA-18-008	88,33	85	90
INIAP-IMBABURA 2014	81,67	70	95
TA-20-003	70	60	80
H-01-UEB	66,67	50	90
H-04-UEB	40	30	50
Promedio	69,334		

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.2.2. Vigor de la planta (1-5)

Todas las líneas de plantas tienen los mismos valores de vigor (promedio, mínimo y máximo) de 2. Esto indica que no hay variabilidad en la medida de vigor entre las diferentes líneas. Este resultado puede interpretarse como una alta uniformidad en la salud y fortaleza de las plantas evaluadas. La falta de variación entre los valores mínimo y máximo (todos son 2) esto quiere decir que no hubo fluctuaciones en el vigor de las plantas dentro de cada línea. Esto es un indicativo de estabilidad en las condiciones de crecimiento o en la calidad genética de las plantas, la escala 2 quiere decir que es intermedia es decir entre hojas grandes, bien desarrolladas y hojas medianamente desarrolladas.

Con los resultados expuestos se puede convalidar la información con lo articulado por Heredia, (2022) y Manuel, (2022) quienes, a través de sus investigaciones en líneas promisorias de trigo harinero en Ecuador, presentaron un vigor de planta promedio de 2, señalando que se encuentran bajo una escala buena e intermedia.

Tabla 17: Promedios de vigor de planta en líneas promisorias de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	2	2	2
H-04-UEB	2	2	2
INIAP-IMBABURA 2014	2	2	2
TA-18-008	2	2	2
TA-20-003	2	2	2
Promedio	2		

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.2.3. Hábito de crecimiento (1-3)

En el hábito de crecimiento se observa que las líneas promisorias H-01-UEB y H-04-UEB e INIAP-IMBABURA 2014 presentan un promedio de 2 lo que quiere decir que se las considera como plantas semierectas o semipostrado al contrario de TA-18-008 y TA-20-003 tienen un promedio de 1,67 y 1,33 van en el rango de erecto y semierecto.

La variación en los resultados obtenidos en esta variable puede deberse a diferentes factores como la precipitación, horas luz y nutrientes del suelo. Si el cultivo no se encuentra en las condiciones aptas que necesita no podrá tener un buen desarrollo vegetal (Ponce-Molina et al., 2020).

Tabla 18: Promedios de hábito de crecimiento (1-3) en líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en el campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	2	2	2
H-04-UEB	2	2	2
INIAP-IMBABURA 2014	2	2	2
TA-18-008	1,67	1	2
TA-20-003	1,33	1	2
Promedio	1,8		

Elaborado por: Paola Ugsha

10.2.4. Días al espigamiento (panojamiento)

La línea H-01-UEB tiene mayor tiempo al espigamiento con 94 días, mientras que TA-18-008 es la que presenta el menor tiempo con 65 días, hay una diferencia de 29 días entre la línea con el espigamiento más tardío H-01-UEB y la más temprana TA-18-008.

Los resultados obtenidos, se relacionan con la información obtenida por Emam et al., (2022) quien dentro de su investigación en Egipto presentó un promedio de un espigamiento a los 87 días, similar a la media que se presentó en la presente investigación. Por otro lado, en las líneas de trigo evaluadas por Galarza Edisson, (2023) en Tungurahua presentaron un promedio de 63 días. Según Ponce-Molina et al., (2020), estas variaciones pueden verse afectadas por diferentes factores como condiciones climáticas, temperaturas altas y bajas y porcentaje de humedad.

Tabla 19: Promedios de días de espigamiento en líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	94	94	94

H-04-UEB	88	88	88
INIAP-IMBABURA 2014	80	80	80
TA-20-003	69	69	69
TA-18-008	65	65	65
Promedio	79,2		

Elaborado por: Paola Ugsha

10.2.5. Altura de la planta (cm)

En el ADEVA se observaron diferencias estadísticas no significativa para líneas y significativa para repeticiones.

Tabla 20: *Análisis de varianza (ADEVA) para la variable altura de planta en las líneas de trigo harinero (Triticum aestivum L.) en el Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi.*

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	1043,33				
Línea	4	343,33	85,83	2,68	0,1101	ns
Repeticiones	2	443,33	221,67	6,91	0,0181	*
Error	8	256,67	32,08			
Promedio	109,33					
C.V. (%)	5,18					

** : Altamente significativo, * : significativo, y n.s. : no significativo al $P < 0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

Tukey al 5% para las líneas de trigo, se detectó que todas las líneas y variedades están dentro del rango A que se las considera como normales pero la que más sobresale es la altura TA-18-008.

En relación a lo obtenido dentro de la investigación, la altura promedio de las líneas de trigo fue de 89,8 cm, el cual corrobora con Garófalo, Noroña, et al., (2021) donde indica que las

variedades mejoradas del INIAP tienen un promedio entre 85-105 cm de altura, de la misma manera, estudios realizados en la Estación Experimental Santa Catalina presentaron un promedio total de altura de 103,5 cm (Garófalo, Ponce-Molina, et al., 2021).

Tabla 21: Prueba de Tukey al 5% para la variable de altura de plantas en (cm).

Línea	Promedio	Rango de significancia
TA-18-008	115	A
TA-20-003	113,33	A
H-04-UEB	110	A
INIAP-IMBABURA		
2014	106,67	A
H-01-UEB	101,67	A

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.2.6. Tipo de paja (1-3)

Según los datos obtenidos se puede observar que todas las líneas promisorias de trigo presentaron un valor de escala de 1, es decir, resistencia al acame, con tallo grueso, erecto y flexible, que permite soportar vientos y evitar el acame.

Los datos obtenidos en las investigaciones en trigo realizadas dentro de la Estación Experimental Santa Catalina. se muestra que el promedio total del tipo de paja es de 1 (Garófalo, Ponce-Molina, et al., 2021), por otro lado Sotaminga, (2023), en estudios realizados en Querchaca-Tungurahua, menciona que las líneas promisorias mostraron un tipo de paja 2; materiales con resistencia parcial para soportar vientos y acames, debido a que poseen un tallo no muy grueso, erecto y medianamente flexible.

Tabla 22: Promedios de tipo de paja (1-3).

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	1	1	1
H-04-UEB	1	1	1
INIAP-IMBABURA 2014	1	1	1
TA-18-008	1	1	1
TA-20-003	1	1	1
Promedio	1		

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.2.7. Tamaño de espiga

En el ADEVA se observaron que tanto para cogido es decir líneas y para las repeticiones no hubo ninguna significancia estadística. La significancia estadística para líneas nos permite aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente.

El promedio general del ensayo fue de 10,753 cm en el tamaño de la espiga con un coeficiente de variación del 5.94%.

Tabla 23: *Análisis de varianza (ADEVA) para la variable del tamaño de espiga en líneas de trigo (*Triticum aestivum* L.).*

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	7,82				
Rep.	2	1,4	0,7	1,72	0,2391	ns
Código	4	3,16	0,79	1,94	0,1975	ns
Error	8	3,26	0,41			
Promedio	10,753					
C.V. (%)	5,94					

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba Tukey al 5% para líneas en la variable tamaño de espiga determino el rango A ubicándose en el primer rango la línea H-01-UEB con un promedio de 11,2 cm, mientras que en el último rango se ubica la línea H-04-UEB con un promedio de 9,87.

En base a los resultados conseguidos se puede refrendar la información con los datos obtenidos en Chupaca-Perú, las líneas de trigo presentaron un promedio tamaño de espiga de 10 cm (Franklin, 2019); mientras que Lozada, (2022) quien implemento su ensayo en Cotopaxi presento un promedio de 10,8 cm; Según Ponce-Molina et al., (2019), el tamaño de espiga se ve afectado por condiciones climáticas, pisos altitudinales temperatura y precipitaciones.

Tabla 24: *Prueba Tukey al 5% para líneas de la variable tamaño de espiga (cm).*

Línea	Promedio	Nivel de significancia
H-01-UEB	11,2	A
INIAP-IMBABURA 2014	10,93	A
TA-18-008	10,9	A
TA-20-003	10,87	A
H-04-UEB	9,87	A

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.2.8. Número de granos por espiga

En el ADEVA se observaron que tanto para cogido es decir líneas y para las repeticiones no hubo ninguna significancia estadística. La significancia estadística para líneas nos permite

aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente. El promedio general del ensayo fue de 53,5 con un coeficiente de variación del 7,62%.

Tabla 25: *Análisis de varianza (ADEVA) para la variable de número de granos por espiga por m² en líneas de trigo harinero (Triticum aestivum L.).*

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	266,06				
Repetición	2	14,04	7,02	0,42	0,6692	ns
Línea	4	119,05	29,76	1,79	0,2239	ns
Error	8	132,96	16,62			
Promedio	53,5					
C.V.(%)	7,62					

** : Altamente significativo, * : significativo y n.s. : no significativa al $P < 0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba Tukey al 5% para el factor líneas en la variable número de espigas por m², estableció el rango, A se ubicaron 5 líneas, sin embargo, la línea que se ubicó en primer lugar fue la H-01-UEB con un promedio de 56,73, mientras que en el último lugar se sitúa la línea INIAP-IMABABURA 2014 con un promedio bajo de 49,4 espigas por m².

En base a los resultados obtenidos con un promedio general de 256,9 espigas por m², se puede corroborar la información con los datos que se han presentado en la provincia de Bolívar donde se obtuvo un promedio de 481 espigas por m² (Quispe & Cristhian, 2021). De la misma manera dentro de la provincia de Cotopaxi donde el promedio que se alcanzó fue de 101,4 espigas en total (Fernanda, 2016), y por último dentro de la provincia de Pichincha en el cual el ensayo presentó un total de 198,8 espigas por m² (Manangón, 2014).

Tabla 26: *Prueba Tukey al 5% para la variable de número de granos por espiga.*

Línea	Promedio	Rango de significancia
H-01-UEB	56,73	A
H-04-UEB	56,27	A

TA-20-003	53,77	A
TA-18-008	51,33	A
INIAP-IMBABURA 2014	49,4	A

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.3. Variables a evaluar en la poscosecha

10.3.1. Rendimiento en kg ha¹

En el ADEVA se observaron diferencias estadísticas significativa para el código y ninguna significancia estadística para repeticiones. La significancia estadística para los códigos nos permite aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente. El promedio general del ensayo fue de 3844,884 kg ha⁻¹, con un coeficiente de variación de 8,83%.

Tabla 27: Análisis de varianza para el rendimiento en kilogramos por hectárea (kg ha¹).

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	35841915				
Rep.	2	623347,19	311673,6	2,7	0,1269	Ns
Código	4	34295904	8573976	74,34	<0,0001	**
Error	8	922664,21	115333,03			
Promedio		3844,884				
C.V.(%)		8,83				

** : Altamente significativo, * : significativo y n.s.: no significativo al P<0,05

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba Tukey al 5% para líneas en la variable rendimiento determinó cuatro rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la línea TA-20-003 con un promedio de 5890,49 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que en último rango se ubicó la línea H-04-UEB con 1375 kg ha⁻¹. Las línea TA-18-003, supero al testigo INIAP-IMBABURA 2014, que presentó 4379,17 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos, se asemejan a los obtenidos en investigaciones realizadas en la Estación Experimental Santa Catalina, en los cuales se evaluaron líneas promisorias de trigo, obteniéndose un rendimiento promedio de 7100 kg ha⁻¹ (Garófalo et al., 2021). De igual manera, estudios realizados en la provincia de Tungurahua, obtuvieron rendimientos promedios de 4071,85 kg (Sotaminga Cueva, 2023). En México, evaluaciones de ensayos de trigo,

presentaron rendimientos promedios de 2300 kg. Basado en estos resultados y de acuerdo a lo que afirma Ponce-Molina et al., (2020)

Tabla 28: Prueba Tukey al 5% para la variable de rendimiento en kilogramos por hectárea ($kg\ ha^{-1}$).

Línea	Promedio	Rango de significancia
TA-20-003	5890,49	A
TA-18-008	4443,96	B
INIAP-IMBABURA 2014	4379,17	B
H-01-UEB	3135,8	C
H-04-UEB	1375	D

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.3.2. Peso hectolítrico o específico $kg\ hl^{-1}$

En el ADEVA se observaron diferencias estadísticas significativa para la línea y ninguna significancia estadística para repeticiones. La significancia estadística para los códigos nos permite aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente. El promedio general del ensayo fue de $78,636\ kg\ hl^{-1}$, con un coeficiente de variación de 1,03%.

Tabla 29: Análisis de varianza (ADEVA) para la variable peso hectolítrico o específico ($kg\ hl^{-1}$).

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	159,38				
Repeticiones	2	1,25	0,63	0,96	0,4229	Ns
Línea	4	152,92	38,23	58,64	<0,0001	**
Error	8	5,22	0,65			
Promedio	78,636					
C.V. (%)	1,03					

** : Altamente significativo, * : significativo y n.s. : no significativo al $<0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba de Tukey al 5% para las líneas en la variable peso hectolítrico determinó tres rangos de significación estadística, ubicándose en el primer rango la línea, TA-20-003 con $81,93\ kg\ hl^{-1}$; mientras que en el último rango se ubicó la línea H-04-UEB con $73,31\ kg\ hl^{-1}$.

Por otro lado, investigaciones de Pichucho Otacoma, (2022) y Sotaminga Cueva, (2023) en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua obtuvieron promedios de 66,94 kg hl⁻¹ y 76, 78 kg hl⁻¹, respectivamente.

Tabla 30: Prueba Tukey al 5% para la variable peso hectolítrico o específico en kilogramos por hectolitrico (kg hl^l).

	Promedio	Rango de Significancia
TA-20-003	81,93	A
INIAP-IMBABURA 2014	81,12	A
H-01-UEB	80,06	A
TA-18-008	76,76	B
H-04-UEB	73,31	C

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.3.3. Tipo de color de grano

Según los datos obtenidos en la se puede observar que la línea promisoría H-04-UEB tiene un valor de 1 presentando un grano grueso, grande, bien formado, limpio y de color blanco, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 y la línea promisoría H-01-UEB y la las líneas TA-18-008 y TA-20-003 presentan un valor de 2 es decir un grano mediano, bien formado, limpio y de color rojo.

Tabla 31: Promedios de tipo y color de grano de acuerdo a la escala de evaluación para el tipo de grano del trigo.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	2	2	2
INIAP-IMBABURA 2014	2	2	2
TA-18-008	2	2	2
TA-20-003	2	2	2
H-04-UEB	1	1	1
Promedio	1,8		

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

Color de grano

Grano grueso, grande, bien formado, limpio color blanco, grano mediano, bien formado, limpio y de color rojo.

Tabla 32: Grano Blanco y Rojo

Línea	
TA-18-008	R
INIAP-IMBABURA 2014	R
TA-20-003	R
H-01-UEB	R
H-04-UEB	B

10.4 Resistencia a enfermedades

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

Según los datos obtenidos se puede observar que van todas las líneas y la variedad en el rango 2 es de decir Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoloradas.

Se puede considerar que la incidencia del virus es perjudicial para el rendimiento de la planta a partir de un grado cinco, esto debido a que el virus del enanismo amarillo (BYDV) es una de las enfermedades virales más importantes de los cereales en el mundo, que ha ocasionado pérdidas no solo en el cultivo de trigo sino también en cebada, centeno y arroz (González Segnana et al., 2015).

Tabla 33: Cuadro de promedios del virus del enanismo del trigo.

Línea	Promedio	Mínimo	Máximo
H-01-UEB	2	2	2
H-04-UEB	2	2	2
INIAP-IMBABURA 2014	2	2	2
TA-18-008	2	2	2
TA-20-003	2	2	2
Promedio	2		

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

Tabla 34: 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., 2019b)

10.4.2. Roya Amarilla

En el ADEVA se observaron que tanto para la línea es decir líneas y para las repeticiones no hubo ninguna significancia estadística. La significancia estadística para líneas nos permite aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente. El promedio general del ensayo fue de 7% de severidad con un coeficiente de variación del 103,51%.

Los resultados obtenidos se relacionan con los estudios realizados en diferentes provincias del Ecuador por Garófalo-Sosa et al., (2023), donde se ha llegado a determinar que las líneas de trigo presentan un promedio de 9,8% de severidad para la enfermedad de roya amarilla, en cambio, Sotaminga Cueva, (2023), en líneas de trigo presento un promedio de 8,6 de severidad, por último Galarza Edison, (2023) obtuvo un porcentaje de incidencia de 19,3%.

Tabla 35: ADEVA de incidencia de enfermedades (roya amarilla).

Fuente de Variación	de Grados de libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	840				

Repeticiones	2	30	15	0,29	0,7588	ns
Línea	4	390	97,5	1,86	0,2115	ns
Error	8	420	52,5			
Promedio	7					
C.V. (%)	103,51					

** : Altamente significativo. * : significativo y n.s. : no significativo al $P < 0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba Tukey al 5% para las líneas y la variable determino un solo rango A y la que menos incidencia tiene es la línea H-01-UEB que no presento ningún síntoma visible de roya amarilla y la que mayor incidencia tuvo fue la línea TA-20-003.

Tabla 36: Prueba de Tukey al 5% para la variable de incidencia de enfermedades.

Línea	Promedio	Rango de Significancia
TA-20-003	15	A
TA-18-008	10	A
INIAP-IMBABURA 2014	5	A
H-04-UEB	5	A
H-01-UEB	0	A

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

10.4.3. Roya de la hoja (Puccinia Triticina)

En el ADEVA se observaron que tanto para líneas y para las repeticiones no hubo ninguna significancia estadística. La significancia estadística para líneas nos permite aceptar la hipótesis alternativa, que indica que las líneas tuvieron un comportamiento diferente. El promedio general del ensayo fue de 8 con un coeficiente de variación del 90,57%.

Tabla 37: Análisis de la varianza (ADEVA) para el porcentaje de incidencia del virus de roya de la hoja del trigo.

Fuente de Variación	de Grados de libertad	Suma de Cuadrados	de Cuadrados Medios	F	p-valor	Rango de significancia
Total	14	840				
Repeticiones	2	30	15	0,29	0,7588	ns
Línea	4	390	97,5	1,86	0,2115	ns

Error	8	420	52,5
Promedio	8		
C.V.(%)	90,57		

** : Altamente significativo, * : significativo y n.s.: no significativa al $P < 0,05$

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

La prueba de Tukey al 5% para las líneas y la variable determino un solo rango A y la que menos incidencia tiene es la línea TA-20-003 que no presento ningún síntoma visible de roya amarilla y la que mayor incidencia tuvo fue la línea H-01-UEB.

Tabla 38: Prueba Tukey para la variable de porcentaje de incidencia del virus de la roya de hoja del trigo.

Línea	Promedio	Rango Significativo
H-01-UEB	15	A
INIAP-IMBABURA 2014	10	A
H-04-UEB	10	A
TA-18-008	5	A
TA-20-003	0	A

Elaborado por: Paola Ugsha (2024)

Ponderación de los resultados obtenidos de las variables

VARIABLES Y LÍNEAS PROMISORIAS					
Variable	TA-18-008	INIAP IMBABURA 2014	TA-20-003	H-01-UEB	H-04-UEB
Emergencia	88,33	81,67	70	66,67	40
Vigor de la planta	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2	Esc: 2
Hábito de crecimiento o porte	Esc: 1,67	Esc: 2	Esc: 1,33	Esc: 2	Esc: 2
Días al espigamiento	65	80	69	94	88

Altura de la planta	115	106,67	113,33	101,67	110
Tamaño de espiga	10,9	10,93	10,87	11,2	9,87
Numero de grano por espiga	51,33	49,4	53,77	56,73	56,73
Tipo de paja	Esc: 1 Tallo fuerte	Esc: 1 Tallo fuerte	Esc: 1 Tallo fuerte	Esc: 1 Tallo fuerte	Esc: 1 Tallo fuerte

Variables a evaluar en post-cosecha

Rendimiento en kg ha ⁻¹	4443,96	4379,17	5890,49	3135,8	1375
Peso hectolítrico o específico	76,76	81,12	81,93	80,12	73,31
Tipo y color de grano	Esc: 2 Grano median, bien formado, limpio.	Esc: 2 Grano median, bien formado, limpio.	Esc: 2 Grano median, bien formado, limpio.	Esc: 2 Grano median, bien formado, limpio.	Esc: Grano grueso, grande, bien formado, limpio.

Enfermedades y virus

Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	10 MR	5 R	15 MR	0 O	5 R
Virus del enanismo (BYDV)	Esc: 2 Amarillamiento	Esc: 2 Amarillamiento	Esc: 2 Amarillamiento	Esc: 2 Amarillamiento	Esc: 2 Amarillamiento

	restringido de las hojas	restringido de las hojas	restringido de las hojas	restringido de las hojas	restringido de las hojas
--	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

11. PRESUPUESTO

100% INIAP (Insumos agrícolas, maquinaria, entre otros). Actividad planificada dentro del Proyecto FIASA-UEB-INIAP. Contraparte tesista: cuidado ensayo, evaluación, registro de datos. Propiedad intelectual: compartida.

12. CONCLUSIONES

En los resultados obtenidos se evidencia que, de las cuatro líneas promisorias y una variedad, la línea TA-20-003 y la línea promisorio INIAP-IMABURA 2014 y la variedad H-01-UEB presentaron un excelente rendimiento en peso hectolitrico y mayor resistencia. La línea TA-20-003 presento el mejor rendimiento con 5890,49 kg ha¹, todas las líneas y la variedad presentaron una similitud en crecimiento y se ajusta al rango ideal en cada etapa fenológica.

13. RECOMENDACIONES

Debido a que el Ecuador es el principal importador de trigo, se recomienda continuar realizando estudios en diferentes zonas climáticas del país para continuar con el mejoramiento de las líneas que han sido investigadas, ya que los datos obtenidos de esta investigación con el transcurso de los años y expuestos a las diferentes condiciones climáticas se podrá obtener resultados variados.

Tener un manejo del cultivo adecuado al inicio y al final de la siembra como también al final cuando se realiza la post cosecha y obtener una buena calidad de grano, es necesario difundir los resultados obtenidos a los agricultores y productores de cereales para dar a conocer las ventajas positivas que tienen las variedades mejoradas de trigo.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, E. F. C. M. M. R. L. P. J. G. S. (2010). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina- San Jacinto*.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Abbate, P. E. (2024). *Manual del Cultivo del Trigo Cultivo de Tri. March*.
- Agropecuarias, C., Naturales, R., Carrera, A., De, F., Avena, A. D. E., La, E. N., Naguan, L. D. E., Bol, P., Proyecto, V. A. R., & Agr, I. (2022). *Universidad estatal de bolívar clasi5*.
- Avila, J. A. (2018). EL CULTIVO DEL TRIGO (1^a parte) clasi6.
[Www.Infoagro.Com/Herbaceos/Cereales/Trigo.Htm](http://www.infoagro.com/Herbaceos/Cereales/Trigo.Htm).
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6228/1/UPS-YT00285.pdf>

- Baloch, U. (2017). Trigo importancia. *Fao*, 21.
- Camino, C., Espín, S., Samaniego, I., & Carpio, C. (2008). Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. *Iniap*, 12, 10. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Coronel B., J., Falconí, E., Garófalo Sosa, J. A., Rivadeneira, M., & Abad G., S. (2010). *INIAP-Vivar 2010*.
- Corporación Financiera Nacional. (2021). *Ficha Sectorial*. 1(1), 5. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichas-sectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Alimentos-preparados-para-animales.pdf%0Ahttps://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2022/fichas-sectoriales-3-trimestre/>
- David, P. M. A. (2022). “EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022” clasi2. In *Sistema Biodigestor*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>
- Earth, G. (n.d.). *Google Earth*. <https://earth.google.com/web/@-0.99982584,-78.62104469,2711.65594212a,154.32389655d,35y,0.0001h,22.62043357t,0r>
- Espín, E. R. (2018). Escuela Superior Politecnica De Chimborazo clasi4. *Infoplcn.net*, 2–145. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8370/1/20T01021.pdf>
- Estrada, D., Martinez, J., Iglesias, L., & Paz, E. (2014). Caracterización agronómica y económica del Trigo (*Triticum aestivum*) variedad Jupateco, en la comunidad La Colmena, Jinotega, Nicaragua. clasi7. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León, August 2014*, 10. https://www.researchgate.net/profile/David-Estrada-Santana/publication/303312567_Caracterizacion_agronomica_y_economica_del_Trigo_Triticum_aestivum_variedad_Jupateco_en_la_comunidad_La_Colmena_Jinotega_Nicaragua/links/573c7fb508ae298602e587a6/Caracterizac
- Falconi-Catillo, Esteban Garófalo, Javier Ponce, Luis Coronel, J. A. G. (2014). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina- IMBABURA*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Falconí, J. G. E. (n.d.). *Fomento y recuperación del cultivo de trigo en Ecuador*. 340.

- Fernandez, F. (2016a). *Trigo grano*.
- Fernandez, F. (2016b). *Trigo grano clasi1*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96345/TrigoGrano_monografias.pdf
- Flores-Margez, J. P., Corral-Díaz, B., Osuna-Ávila, P., & Hernández-Escamilla, J. A. (2021). Response of wheat flour varieties in three types of soils in northern Mexico-Diseño. *Terra Latinoamericana*, 39, 1–13. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.817>
- García, G. A. D. F. O. (2019). *Mantaro-Jauja 2019*.
- Generales, I. D. (2012). *Universidad nacional hermilio valdizan huánuco facultad de ciencias agrarias eda*. 1–100.
- Giráldez, L., Silva, Y., & Trasmonte, G. (2012). Sector Agricultura clasi9. *Manejo de Riesgos de Desastres Ante Eventos Meteorológicos Extremos En El Valle Del Mantaro*, 2, 125–151.
- H., J. L. S. P. M. L. (1968). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO*. (2007). 1–12.
- Ii, L., & Bejarano, G. N. (2011). *decreto*. 1–122.
- INEC. (2021). Boletín Técnico “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020.” *Boletín Técnico*, 1–15. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletín Técnico ESPAC 2020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Boletín_Técnico_ESPAC_2020.pdf)
- INIAP. (2010). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina- Mirador*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- INIAP. (2015). Producción de semillas categoría certificada para el Proyecto Nacional de Semillas de Agrocadenas Estratégicas del MAGAP. *Onal de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*, 1(2), 93. <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2019/04/Proyecto Producción de Semillas.pdf>
- INIAP -Estación Experimental Santa Catalina trigo 2019*. (n.d.). <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf> *iniapscpl210i.pdf*. (n.d.).
- Jobet, C. (1988). Origen Del Trigo Y Su Distribucion En El Mundo. *Ipa Carillanca*,

- 7(3), 2–5.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/41495/NR06895.pdf?sequence=1>
- Lalama, M. (1997). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina*.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Manangón, P. (2014). Evaluación de siete variedades de trigo (*triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012. *Universidad Politécnica Salesiana*, 111.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Mendoza, G. L., Jaramillo, R., Autores, V., Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2023a). Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana. In *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* (Issue 132).
- Mendoza, G. L., Jaramillo, R., Autores, V., Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P., & Jiménez, C. (2023b). Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana. 2022. In *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias* (Issue 132).
- Miguel Rivadeneira, Luis Ponce, Segundo Abad, J. C. (2003). *iniapscpl210i.pdf*.
- Norma IRAM 15858-1. (1996). *Manual del Cultivo del Trigo-Zadoks*.
<http://lacs.ipni.net>
- Ojeda, J. (2021). *Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera Ingeniería Agronómica clasi10*.
- P. Chuquitarco. (2015). “*EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD DE SEIS VARIETADES MEJORADAS DE TRIGO (Triticum aestivum L.) MEDIANTE EL APOYO DE INVESTIGACION PARTICIPATIVA EN LAS LOCALIDADES EL CHAN Y SAN RAMON DEL CANTON LATACUNGA, COTOPAXI*.” Tesis clasi8. 77.
- Ponce-Molina, L., Campaña Cruz, D. F., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2019* (Issue 175).
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019a). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales-imagenes. In *INIAP Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, EC* (Vol. 1, Issue 111).
<https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>

- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019b). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales libro tesis. In *INIAP Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, EC* (Vol. 1, Issue 111). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). Manual De Manejo Del Cultivo Y Conservación De Suelos. *Iniap*, 4, 3–26.
- Sáenz, A. (2021). Importancia del trigo en la alimentación y producción animal. *Veterinaria Digital*, 1–7. https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/#Valores_nutricionales_del_trigo_en_alimentacion_animal%0Ahttps://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-pro
- Silva, C. (2022). *Evaluación de la respuesta a un biofertilizante experimental en cultivo de trigo (Triticum aestivum L.) a campo clasi3*. <https://ri.unlu.edu.ar/>
- Sotaminga Cueva, J. T. (2023). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (Triticum aestivum L.) DEL INIAP, SECTOR QUEROCHACA*".
- Tecnol, T. (n.d.). *problema1*.
- Trigo, C. (2009). *digo durante el cultivo clasi11. 2001*.