



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL
INIAP BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS CEASA,
PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:

Pichucho Otacoma Cristian Manuel

Tutor:

Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ing. Ph.D.

Co-tutor:

Luis Ponce Molina, Ing. Ph.D.

LATACUNGA – ECUADOR
Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Cristian Manuel Pichucho Otacoma, con cédula de ciudadanía No. 0504603192, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022”, siendo el Ingeniero Ph.D. Troya Sarzosa Jorge Fabián, 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, 31 de agosto del 2022

Cristian Manuel Pichucho Otacoma
Estudiante
CC: 0504603192

Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.
Docente Tutor
CC: 0501645568

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 **PICHUCHO OTACOMA CRISTIAN MANUEL**, identificado con cédula de ciudadanía **050460319** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2017 - Agosto 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Ph.D. Troya Sarzosa Jorge Fabián

Tema: “Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022”

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, **ELL 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 **EL 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 **EL 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 **EL 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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 00 días del mes de agosto del 2022.

Cristian Manuel Pichucho Otacoma
EL CEDENTE

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

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022”, de Pichucho Otacoma Cristian Manuel, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 31 de agosto del 2022

Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

CC: 0501645568

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Pichucho Otacoma Cristian Manuel, con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

Latacunga, 31 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Wilman Paolo Chasi Vizquete, Mg.
CC: 0502409725

Lector 2
Ing. Clever Castillo de la Guerra, Mg.
CC: 0501715494

Lector 3
Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg.
CC: 0501883920

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo quiero agradecer en primer lugar a Dios por darme esta gran bendición tan anhelada y permitirme cumplir uno de mis más grandes sueños como es el terminar mis estudios universitarios, a mis padres por su comprensión, paciencia, apoyo incondicional y sobre todo por la confianza que depositaron en mí, porque fueron el pilar fundamental dándome muchas fuerzas, a la Universidad Técnica de Cotopaxi que me ha dado la oportunidad de formarme académicamente.

Al Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en especial al personal técnico: Ing. Victoria López, Ing. Luis Ponce, Ing. Javier Noroña e Ing. Javier Gárfalo. A todos ellos gracias por la confianza y el apoyo en la realización de mi proyecto de titulación.

También quiero expresar mi fraterno agradecimiento a mi Tutor el Ing. Fabián Troya por su contribución a lo largo del presente trabajo, al Ing. Klever Castillo por su apoyo para poder desarrollar esta culminación del mi proyecto de investigación.

Cristian Manuel Pichucho Otacoma

DEDICATORIA

A Dios por darme la dicha de vivir un día más, a mis padres Manuel Pichucho y Angélica Otacoma, por ser mi apoyo e inspiración, gracias a sus consejos en cada momento difícil, porque sin ustedes este trabajo no hubiera sido posible, A mis hermanos y hermana porque a pesar de todo son ese gran apoyo en las peores circunstancias dándome consejos para culminar mis estudios gracias por estar siempre presente, acompañándome para formarme como profesional.

A todas aquellas personas que con sus consejos supieron guiarme por el camino del bien, dándome aliento para seguir adelante y creer en mí, levantándome cada caída para conseguir mi sueño más anhelado.

Cristian Manuel Pichucho Otacoma

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022”.

AUTOR: Pichucho Otacoma Cristian Manuel

RESUMEN

El Ecuador produce el 2% del trigo que consumimos, mientras que el 98% es importado, uno de los problemas es la baja productividad. Esta investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi – Campus CEASA en conjunto con el programa de cereales del INIAP, el objetivo fue determinar el comportamiento agronómico, severidad de enfermedades y rendimiento en 4 líneas promisorias y 1 variedad mejorada del INIAP, bajo las condiciones ambientales con la finalidad de identificar las líneas o variedad mejorada que demuestre una buena adaptación y rendimiento para la productividad en la zona. Se implementó un diseño de bloques completamente al zar (DBCA) en un área total de 72 m², en el cual se estableció tres repeticiones cada una con 5 tratamientos en parcelas de 3,6 m² dando como resultado un total de 15 unidades experimentales. Para la evaluación de las líneas promisorias y variedad mejorada se aplicó la metodología propuesta por el INIAP (2019), llamado Manual N° 111. “Parámetros de evaluación y selección en cereales” el mismo que permitió evaluar indicadores como: porcentaje de germinación, hábito de crecimiento, días al espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de granos por espiga, reacción a enfermedades, peso de granos por espiga, rendimiento, peso hectolítrico, tipo y color de grano. En el análisis de datos se realizó la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y se sometió los datos a un análisis de varianza Tukey al 5%, en el caso de las variables que son evaluadas por medio de escalas se generó un cuadro de promedios. Los resultados determinaron que para el parámetro de adaptabilidad fue la TA-18-008 con un 95%, vigor de planta 1 en escala de tres, hábito de crecimiento 2 de escala de tres, días a la espigación 56 días, tipo de paja 1 en escala de tres, altura final de 105,44 cm y tamaño de espiga de 10,73 cm. Para el parámetro de severidad, para roya amarilla (*Puccinia striiformis*), fue TA-19-003 con un 5%, MR, Para roya (*Puccinia triticina*), fueron TA-19-003, TA-19-008 Y TA-20-001 no hubo presencia de la misma, Para BYDV (*Barley Yellow Dwarf Virus*), fue TA-20-001 con una escala de 3 la cual no presentó señales de enanismo ni reducción del macollamiento. Para fusarium (*Fusarium spp*), fueron TA-20-001 y INIAP Imbabura 2014 con un 14% de daño a la espiga, para el carbón (*Ustilago tritici*), fue el TA-20-001 con un 5% de daño a la espiga. Para el parámetro de rendimiento, TA-18-008 con un peso de 6281,62 Kg/ha, seguido por la variedad mejorada INIAP IMBABURA 2014 con 6044,42 Kg/ha, mientras que para el peso hectolítrico (kg hl⁻¹), fue el INIAP IMBABURA 2014 con 74,42 (kg hl⁻¹), seguido por la línea promisorio TA-18-008 con un peso de 67,69 (kg hl⁻¹), por lo que se recomienda continuar evaluando con estas líneas mejoradas y variedad mejorada del INIAP donde se identificaron resultados favorables.

Palabras clave: *Triticum aestivum* L, adaptación, productividad, *Fusarium spp*.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “ASSESSMENT OF THE AGRONOMIC BEHAVIOR OF PROMISING LINES OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.), FROM INIAP UNDER THE CONDITIONS AGROECOLÓGICAS OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI CAMPUS SALACHE, PROVINCE OF COTOPAXI 2021-2022.”

AUTHOR: Pichucho Otacoma Cristian Manuel

ABSTRACT

Ecuador produces 2% of the wheat Ecuadorians consume, while 98% is imported; one of the problems is low productivity. This research was carried out at the Technical University of Cotopaxi - CEASA Campus in conjunction with the INIAP cereal program; the objective was to determine the agronomic behavior, severity of diseases, and yield in 4 promising lines and one improved variety of INIAP, under the environmental conditions to identify the lines or improved variety that demonstrates a good adaptation and performance for productivity in the area. A completely randomized block design (DBCA) was implemented in a total area of 72 m², in which three replications were established, each with five treatments in plots of 3.6 m², resulting in a total of 15 experimental units. For the evaluation of the promising lines and improved variety, the methodology proposed by the INIAP (2019) called Manual No. 111. "Parameters of evaluation and selection in cereals" was applied, which allowed the evaluation of indicators such as percentage of germination, the habit of growth, days to heading, plant height, straw type, spike size, number of grains per spike, reaction to diseases, the weight of grains per spike, yield, hectoliter weight, grain type, and color. In the data analysis, the normality test (Shapiro-Wilks) was carried out, and the data was submitted to a Tukey variance analysis at 5%; in the case of the variables that are evaluated employing scales, a table of averages was generated. The results determined for the adaptability parameter were TA-18-008 with 95%, plant vigor 1 on a scale of 3, growth habit 2 on a scale of 3, days to spike 56 days, type of straw 1 on the scale of 3, final height of 105.44 cm and spike size of 10.73 cm. For the severity parameter, for yellow rust (*Puccinia striiformis*) was TA-19-003 with 5% MR; for rust (*Puccinia triticina*) were TA-19-003, TA-19-008, and TA-20 -001; there was no presence of them; for BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus) was TA-20-001 with a scale of 3 which did not show signs of dwarfism or reduction of tillering. For fusarium (*Fusarium* spp) were TA-20-001 and INIAP Imbabura 2014 with 14% damage to the spike; for coal (*Ustilago tritici*) was TA-20-001 with 5% damage to the spike. For the yield parameter, TA-18-008 with a weight of 6281.62 Kg/ha, followed by the improved variety INIAP IMBABURA 2014 with 6044.42 Kg/ha., while for hectoliter weight (kg hl⁻¹) was INIAP IMBABURA 2014 with 74.42 (kg hl⁻¹), followed by the promising line TA-18-008 with a weight of 67.69 (kg hl⁻¹). -1). It is recommended to continue evaluating these improved lines and an improved variety of INIAP where favorable.

Keywords: *Triticum aestivum* L, adaptation, productivity, *Fusarium* spp.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE CUADROS	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1 Beneficiarios directos	3
3.2 Beneficiarios indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo General	5
5.2 Objetivos Específicos	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:	6
6.1 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
6.2 Origen.....	8
6.3 Importancia	8
6.4 Distribución Geográfica.....	8
6.5 Importancia en el Ecuador	8

6.6	Desarrollo del trigo en el Ecuador	9
6.7	Clasificación Taxonómica.....	9
6.8	Características Botánicas	10
6.8.1	Raíz	10
6.8.2	Tallo	10
6.8.3	Hojas	10
6.8.4	Inflorescencia.....	10
6.8.5	Fruto	10
6.8.6	Ciclo Vegetativo.....	11
6.8.7	Germinación.....	11
6.8.8	Ahijamiento	11
6.8.9	Encañado	11
6.8.10	Maduración.....	11
6.9	Condiciones Agroecológicas.....	12
6.9.1	Pluviosidad	12
6.9.2	Heliofanía	12
6.9.3	Temperatura.....	12
6.9.4	Suelo.....	12
6.9.5	pH.....	13
6.10	Manejo del cultivo	13
6.10.1	Preparación del suelo.....	13
6.10.2	Semilla e implementación del cultivo	13
6.10.3	Fertilización	14
6.10.4	Control de malezas	14
6.10.5	Desmezcla.....	15
6.10.6	Cosecha	15

6.10.7	Trilla.....	15
6.10.8	Manual.....	15
6.10.9	Mecánica.....	15
6.10.10	Secado de Grano	16
6.10.11	Limpieza y clasificación.....	16
6.10.12	Almacenamiento	16
6.11	Parámetros de evaluación y selección de cereales.....	16
6.11.1	Escala de Zadoks.....	16
6.12	Principales variables a ser evaluadas en los cereales.....	19
6.12.1	Fenológicas	19
6.12.2	Morfológicas	20
6.12.3	Variables a Evaluar en Post- Cosecha.....	21
6.13	Principales plagas y enfermedades del trigo en Ecuador.....	22
6.13.1	Royas.....	22
6.13.2	Roya Amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	23
6.13.3	Roya de la hoja (<i>Puccinia Triticina</i>)	23
6.13.4	Roya de tallo (<i>Puccinia graminis Pers</i>)	23
6.13.5	Fusarium (<i>Fusarium spp</i>)	24
6.13.6	Virus del enanismo amarillo (<i>Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV</i>).....	24
6.13.7	Carbón (<i>Ustilago spp.</i>).....	25
6.14	Variedades de trigo	26
6.14.1	Líneas promisorias.....	26
6.14.2	Variedades Mejoradas	26
7.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS.....	28
7.1	Pregunta de Investigación	28
7.2	Hipótesis:.....	28

8.	METODOLOGIA.....	29
8.1	Tipo de investigación.....	29
8.1.1	Experimental	29
8.1.2	Diseño experimental	29
8.1.3	Cualitativa-cuantitativa.....	29
8.2	Modalidad básica de la investigación	29
8.2.1	Campo	29
8.2.2	Analítica	29
8.2.3	Bibliográfica y documental	29
8.3	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	30
8.3.1	Fase de campo.....	30
8.3.2	Registro de datos	30
8.3.3	Análisis estadístico	30
8.4	Ubicación.....	30
8.5	Diseño Experimental	30
8.6	Variables y Métodos de Evaluación	31
8.6.1	Fenología	31
8.6.2	Morfología	31
8.6.3	Agronómicos.....	33
8.7	Distribución de la parcela experimental y neta.....	35
8.8	Diseño del ensayo en campo.....	35
8.9	Manejo específico del experimento	35
8.9.1	Fase de campo UTC	35
8.9.2	Fase de campo INIAP	37
9.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	38
9.1	Análisis del comportamiento agronómico.....	38

9.1.1	Porcentaje de germinación.....	38
9.1.2	Vigor.....	39
9.1.3	Habito.....	40
9.1.4	Días a la espigación.....	40
9.1.5	Tipo de paja.....	41
9.1.6	Altura final.....	42
9.1.7	Tamaño de espiga.....	42
9.2	Reacción a enfermedades.....	43
9.2.1	Roya Amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	43
9.2.2	Roya (<i>Puccinia triticina</i>).....	44
9.2.3	Virus del enanismo amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus,) BYDV.....	45
9.2.4	Fusarium (<i>Fusarium spp</i>).....	45
9.2.5	Carbón del trigo (<i>Ustilago tritici</i> .).....	46
9.3	Rendimiento.....	46
9.3.1	Numero de granos por espiga.....	46
9.3.2	Peso de granos por espiga.....	47
9.3.3	Rendimiento en kg/ha.....	47
9.3.4	Peso Hectolítrico (kg hl – 1).....	48
9.3.5	Tipo y color de grano.....	48
10.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DE PROYECTO.....	49
11.	CONCLUSIONES.....	51
12.	RECOMENDACIONES.....	51
13.	REFERENCIA.....	52
14.	ANEXOS.....	56
	ETAPA DE POS-COSECHA INIAP.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos, actividades, resultado de la actividad (técnicas e instrumentos).	6
Tabla 2. <i>Taxonomía del trigo</i>	9
Tabla 3. <i>Diseño del ensayo</i>	35
Tabla 4. Resumen del porcentaje de germinación.	38
Tabla 5. Resumen correspondiente al vigor de planta.....	39
Tabla 6. Cuadro resumen correspondiente al hábito de crecimiento.....	40
Tabla 7. Resumen correspondiente a los días a la espigación.....	40
Tabla 8. Resumen correspondiente al tipo de paja.....	41
Tabla 9. Prueba de Tukey al 5% para altura de plantas en (cm).	42
Tabla 10. Prueba Tukey al 5% para altura de espiga (cm).	42
Tabla 11. Resumen correspondiente a la presencia de Roya Amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).43	
Tabla 12. Resumen correspondiente a la presencia de (<i>Puccinia triticina</i>).	44
Tabla 13. Resumen correspondiente a la presencia de amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus,) BYDV, (escala 0-9).....	45
Tabla 14. Resumen sobre la presencia de Fusarium (<i>Fusarium spp</i>).	45
Tabla 15. Resumen sobre la presencia de Carbón del trigo (<i>Ustilago tritici</i> ,).....	46
Tabla 16. Prueba Tukey al 5% para números de granos por espiga.....	46
Tabla 17. Prueba Tukey al 5% para el peso de granos por espiga.	47
Tabla 18. Prueba Tukey al 5% para el rendimiento kg/ha.....	47
Tabla 19. Prueba Tukey al 5% para el peso Hectolítrico (kg hl-1).....	48

Tabla 20. Resumen con respecto a al tipo y color de grano.	48
Tabla 21. Tabla de presupuesto utilizado en el la investigación.	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. <i>Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks.</i>	17
Cuadro 2. <i>Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha.</i>	17
Cuadro 3. <i>Escala para determinar el tipo de reacción en royas.</i>	24
Cuadro 4. <i>Escala para determinar el grado de daño por virosis.</i>	25
Cuadro 5. <i>Pedigrí de líneas promisorias y variedad mejorada en estudio.</i>	27
Cuadro 7. <i>Escala de evaluación de emergencia en cereales.</i>	31
Cuadro 8. <i>Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.</i>	32
Cuadro 9. <i>Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales.</i>	32
Cuadro 10. <i>Escala de evaluación para el tipo de paja.</i>	33
Cuadro 11. <i>Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.</i>	34

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los antecedentes de este proyecto se dieron por lo expuesto en el artículo 21 del Reglamento de Trabajo de Titulación de Posgrados de la Universidad Técnica de Cotopaxi, corresponde a la línea de investigación: Administración y economía.

Título del proyecto

“Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus Salache, provincia de Cotopaxi 2021-2022”

Fecha de inicio:

Enero del 2021

Fecha de finalización:

Agosto del 2022.

Lugar de ejecución:

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

Unidad Académica que auspicia

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

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

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

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Ph.D. Jorge Fabián Troya Sarzosa.

Lector 1: Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizuite.

Lector 2: Ing. Mg. Castillo de la Guerra Clever.

Lector 3: Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig.

Co-tutor: Ing. Ph.D. Luis Ponce Molina

Responsable del Proyecto: Cristian Manuel Pichucho Otacoma.

Teléfonos: 0984568261

Correo electrónico: cristian.pichucho3192@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Desarrollo y seguridad alimentaria

Línea de investigación:

Línea 2: Desarrollo y seguridad alimentaria

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

Sub líneas de investigación de la Carrera:

a.- Producción Agrícola sostenible: Fortalecimiento de granos andinos

Línea de vinculación:

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

Convenio:

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

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El trigo es uno de los principales cereales que más se consumen en el mundo, sin embargo este cultivo ha venido decayendo en el Ecuador, ya que su producción anual solo sustenta el 2% de la demanda nacional de un consumo de 30 kg al año, eso quiere decir que alrededor de 98% de la demanda nacional sustenta el mercado internacional, esto se debe a la falta de variedades de trigo mejoradas con resistencia a plagas, enfermedades y adaptabilidad en zonas desérticas que limitan la producción de agricultores que cultivan a pequeña y gran escala, (Danty Larraín et al., 2018).

Este trabajo investigativo pretende realizar un análisis exhaustivo de líneas promisorias de trigo brindadas por el INIAP, para evaluar el comportamiento agronómico de las variedades en estudio y determinar la mejor adaptabilidad y rendimiento del cultivo y así promover e impulsar a la población a aumentar líneas de producción y así reducir las importaciones del consumo per cápita en Ecuador, (FAO, 2010)

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios directos

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

3.2 Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la investigación son los 2158 estudiantes de CAREN de la Universidad Técnica de Cotopaxi y 100 asociaciones de agricultores que están vinculados con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - La Estación Experimental Santa Catalina.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El trigo es uno de los principales granos que se cultivan en el mundo, debido a su alto consumo que va de 654 a 660 millones de toneladas al año, siendo el primer grano que domina el mercado mundial (Ihsan et al., 2022), por su alto consumo y demanda varios países y continentes se dedican a la producción de este cultivo, poniendo en primer lugar a China seguido de Rusia y Estados Unidos como mayores productores, con una producción anual del 19%, otros países como Europa, India y Francia como medianos productores, con una producción anual del 9% y a países como Colombia, Ecuador y Perú como pequeños

productores, con una producción anual del 3%, sin embargo la producción varía dependiendo del continente y las condiciones ambientales de cada (Tipe Badajos, 2017). El trigo es un cultivo de clima cálido, por lo que no se adapta bien a climas fríos, por lo que se vuelve muy susceptible a ser atacado por plagas y enfermedades que disminuyen el rendimiento, esto hace que se desmaya la escala de producción mundial y la demanda comercial se vea afectada (Larsen et al., 2007).

En el Ecuador el área de producción pasó de 76.230 a 14.566 hectáreas entre 1970 y 2010, así como, el rendimiento de 1,02 ton/ hectárea a 0,90 toneladas/hectárea. Uno de los más bajos de América Latina y el mundo. (Palma, 2014), además la producción del cultivo de trigo es inferior al requerimiento del consumo nacional, ya que solo se sustenta el 2 % de la demanda nacional, esto se debe a la falta de manejo agronómico y adaptabilidad de variedades de trigo en zonas desérticas y de climas fríos que han propiciado a los pequeños agricultores de trigo a cultivar para consumo animal mas no como grano, debido a las carencias económicas que tienen para mantener este cultivo, por esta razones Ecuador ha dejado de ser un país exportador de trigo desde el año 2004 debido a que no puede satisfacer su propia demanda de consumo (Moreno et al., 2001).

Garófalo (2011), menciona que “El consumo nacional de trigo supera los 450.000 millones de toneladas/año, resultando en un consumo superior a los 30 kg/año. Ecuador importa el 98% de sus necesidades internas de trigo y solo el 2% se produce localmente”, por ende la dependencia de las importaciones para abastecer el consumo en el país se ha incrementado año tras año.

En la actualidad se propone estudios de mejoramiento genético, prácticas y labores culturales, pruebas de rendimientos y ensayos regionales, ya que de esta manera se obtiene germoplasma superiores (Jiménez, 2016).

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L.) del IN IAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de las líneas promisorias y variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum* L.), en las condiciones agroecológicas del campus Salache.
- Determinar la severidad de las enfermedades que atacan a las líneas promisorias y variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum* L.), en las condiciones agroecológicas de Salache.
- Determinar el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum* L.), bajo las condiciones agroecológicas del campus Salache.

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

Tabla 1.

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

OBJETIVO 1	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Evaluar el comportamiento agronómico de las líneas promisorias y variedad mejorada de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), en las condiciones agroecológicas del campus Salache.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observar el comportamiento y adaptación. - porcentaje de emergencia. - Vigor - Habitó - Días a la espigación. - Tipo de paja - Altura final - Tamaño de espiga - Llevar un registro sobre las enfermedades: - Reacción a enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promedios - porcentaje de germinación % - Vigor (1-5) - Habitó (1-3) - Días a la espigación (días) - Tipo de paja (1-3) - Altura final (cm) - Tamaño de espiga (cm) - Días a la espigación (días) - Promedios - Reacción a enfermedades (Severidad) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías • Libro de campo • Hoja de cálculo

Continuación tabla 1

OBJETIVO 2	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Determinar la severidad de las enfermedades que atacan a las líneas promisorias y variedad mejorada de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), en las condiciones agroecológicas de Salache.</p>	<p>- Llevar un registro sobre las enfermedades: - Severidad a enfermedades.</p>	<p>- Promedios - Reacción a la severidad de enfermedades en porcentajes y escalas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías • Libro de campo • Hoja de cálculo
OBJETIVO 3	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
<p>Determinar el mejor rendimiento de las líneas promisorias y variedad mejora de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), bajo las condiciones agroecológicas del campus Salache.</p>	<p>Evaluación en post-cosecha: - Numero de granos por espiga. - Peso de granos por espiga - Rendimiento - Peso Hectolítrico - Tipo y color de grano</p>	<p>Promedio: - Numero de granos por espiga # - Peso de granos por espiga (g) - Rendimiento (Kg/ha) - Peso Hectolítrico o específico (kg hl^{-1}). - Tipo y color de grano (1-3, escala)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografías • Libro de campo • Hoja de cálculo

6.1 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

6.2 Origen

El trigo se cultiva a partir del comienzo de la agricultura. No sé saber exactamente dónde y cuándo se creó tal como lo conocemos hoy. Investigación de Candola indica que el trigo se deriva de Mesopotamia, mientras que Vavilov declarada como especie del género El Centro de Discriminación Triticum está ubicado en Turquía, Afganistán y la india Otras investigaciones La última noticia es que el trigo procede de la zona comprendida entre Asia Menor y Afganistán. Finalmente en algunos de lugares con climas similares un hombre primitivo ha sido encontrado por primera vez con trigo silvestre, recolectado vez antes de 15.000-10.000 AC, probablemente ya recogido Triticum monococum o (Triticum dikoku.) (Moreno et al., 2001).

6.3 Importancia

El trigo es un cultivo de vital importancia que se ha desarrollado a lo largo del mundo principalmente en las regiones templadas y subtropicales. Es una planta anual que oscila un tamaño aproximadamente de 1,2 m a 1,7 m de altura (Jobet, 1988).

El contenido nutricional del grano de trigo es uno de los principales aspectos a investigar por su alto contenido de nutrientes, complejo B y por ser considerado como fuente proteica a diferencia de otros cereales, os tipos de trigo se diferencia tanto por el color de grano que se da a partir de la variedad y según época cuando se produzca, los blancos se desarrollan en el invierno mientras los rojos en la primavera (Jobet, 1988).

6.4 Distribución Geográfica

El trigo se cultiva con gran magnitud en sitios que cumplen con las condiciones edafoclimática adecuadas que se desde el Ecuador que tienen grandes alturas hasta cerca de Noruega, Argentina, las altitudes varían 3500 metros sobre el nivel del mar en Kenia y 4,572 metros en Tíbet. Su adaptabilidad depende de las variedades que se implementen, en gran parte son de corto desarrollo y solo necesitan 90 días libres (Moreno et al., 2001).

6.5 Importancia en el Ecuador

El trigo no constituye un cultivo con importancia agrícola en el Ecuador, sin embargo, es el cereal de mayor importancia en el país, con un consumo superior a 450000 TM/año, que representa un consumo aproximadamente de 30 kg/año, Pero “la producción nacional ha llegado a las 3000 toneladas, que es el 2% de la demanda nacional”. la cantidad de trigo

importado superó las 624 mil toneladas para abastecer a los fabricantes de pastas, pastas, galletas y pan del país”(Moreta, 2015).

La producción de trigo en el Ecuador a nivel de América Latina tiene el rendimiento más bajo (0,7 t/ha). (Peñaherrera, 2013) mientras que, el rendimiento promedio en el mundo es de más de 1,3 t/ha (Censo Nacional Agropecuario, 2002).

6.6 Desarrollo del trigo en el Ecuador

INIAP, (2005) afirma que en 1970 1971 superficie sembrada de trigo disminuyó de 150.000 ha en 1954 a 75.000 ha en el mismo año. Consiste en El año comienza con el inicio del fin de la cosecha de trigo como resultado de acciones políticas, tanto nacionales como internacionales, tales como subsidios, esto se debe al problema de las importantes cuotas de importación con arancel cero artículo.

Trigo rojo semiduro sembrado en primavera alta contenido de proteína y produce harina de excelente calidad para productos de panadería, mientras que los vinos tintos de invierno más ligeros tienen un contenido proteico más bajo y se utiliza referencialmente por pasteles y mermeladas.(INIFAP, 2011)

6.7 Clasificación Taxonómica

Tabla 2.

Taxonomía del trigo

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

Fuente: (Agronomía, 2021)

6.8 Características Botánicas

6.8.1 Raíz

Ruiz, C. (1981), afirma que el trigo tiene raíces fasciculadas, es decir, con muchas ramas, la mayoría de las cuales alcanzan 25 cm de profundidad, cuando el trigo germine echará raíces temporales, mientras que las raíces permanentes se producen después de que aparecen las plántula con nudos que sostienen plantas que absorben agua y nutrientes del suelo.

6.8.2 Tallo

Son tallos herbáceos rectos y tienen una estructura de caña, lo que significa que están huecos en ellos, con excepción de los nudos, al igual que otros granos, tienen dos partes: la cáscara que los envuelve pecíolo y protegen el meristemo o zona de crecimiento y el tallo alargado, con nervios paralelos (Ruiz Camacho, 1981).

6.8.3 Hojas

Como la mayoría de plantas dicotiledóneas (hojas dispuestas en el tallo), se trasplantan a los nudos del tallo en dos filas alternas. Estos incluyen la vaina y el ápice y casi no tienen pecíolos. Es el órgano de las plantas donde se realiza la fotosíntesis con mayor intensidad debido a la gran cantidad de cloroplastos en el parénquima. El limbo de la hoja es de paralelogramo oblongo, triangular y liso a lo largo de todo el margen, rodeando la vaina de la hoja al pecíolo (Carrera, 2005).

6.8.4 Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga floral dispuesta alternativamente de derecha a izquierda que contienen plaquetas se unen directamente a la espiguilla, por lo cual el número de espiguillas puede ser hasta de 25 y se cubren entre sí. El trigo es una planta auto fértil, es decir, la fecundación de la flor se produce antes de que se abra la flor. Cuando aparecen las anteras, las flores ya han sido fertilizadas, por lo que cada variedad de trigo conserva características agronómicas y genéticas (Guerrero, 1999).

6.8.5 Fruto

El fruto del trigo es cariósipide (fruto seco que no se abre), Sus semillas están firmemente adheridas a la membrana externa). En la semilla echemos un vistazo a la base, es decir, el extremo donde se asienta la pieza de trabajo, el comienzo cabeza opuesta a donde se encuentran

las vellosidades, dorsal o convexa donde la pieza de trabajo, ranura o superficie es visible desde el lado ventral hasta los bordes o pliegues (INFOAGRO, 2012).

6.8.6 Ciclo Vegetativo

Hay tres fases en el ciclo vegetativo del trigo:

Etapa de crecimiento: incluyendo desde la siembra de semillas hasta el comienzo de las plantas.

Etapa reproductiva: desde encañado hasta el final del espigamiento.

Etapa de maduración: desde el final del encañado hasta la cosecha.

6.8.7 Germinación

La facultad de germinación del trigo sigue siendo de 4 a diez años, aunque para su uso no debe ser mayor de dos años, con el tiempo la germinación disminuye gradualmente. La humedad del trigo no debe ser más del 11%, un valor más alto dificulta el mantenimiento del estado de reposo a la vida, el grano de trigo debe absorber agua para poder solubilizar de factores metabólicos. Las semillas pueden absorber del 40% al 65% de su peso en agua, aunque la germinación comienza cuando ya no se absorbe es alrededor del 25%. Recubrimiento permeable al aire disminuye con el aumento de la humedad, desgarrándose de la hinchazón del grano, luego iniciar el intercambio respiratorio (Guerrero, 1999).

6.8.8 Ahijamiento

El ahijamiento tiene diversas propiedades, en la propia zona expuesta las raíces inciertas crecen hacia abajo desde el suelo, mientras que los nuevos brotes crecen hacia arriba los hijos antes mencionados, entonces para compensar la falta de ahijamiento se debe sembrar una gran cantidad de semillas (Carrera, 2005).

6.8.9 Encañado

Cuando llega a la fase de encañado, los tallos herbáceos se transforman en tallos rematados por espigas, se requieren elevadas cantidades de elementos nutrientes, especialmente Nitrógeno, necesario para la formación de nucleoproteínas de las células jóvenes (Guerrero, 1999).

6.8.10 Maduración

Esta es la etapa final del ciclo y corresponde a la acumulación de almidón en la semilla, que es producido por la fotosíntesis, que continúa hasta en las últimas hojas y espigas. Por otro lado,

hay movimiento de carbohidratos y proteínas en la dirección del ápice. Si la temperatura es muy alta y el viento es fuerte y seco (Carrera, 2005).

Si se interrumpe la movilización de los últimos recursos hídricos disponibles para mover carbohidratos y proteínas, y se produce "asurado" cuando el grano queda arrugado por su incapacidad para acumular las máximas reservas. El peso de un hectolitro de grano suele oscilar entre 76 y 82 kg/hl (Carrera, 2005).

6.9 Condiciones Agroecológicas

6.9.1 Pluviosidad

Por lo general las plantas de trigo requieren de 600 a 700 mm desde la siembra hasta la cosecha (Montalvo, E 1987).

6.9.2 Heliofanía

Con mayor precipitación, hay menos horas de luz el trigo por ende hay que tomar en cuenta que el cultivo de trigo necesita 1000 horas de luz solar para crecer en todo su ciclo (Montalvo, E 1987).

6.9.3 Temperatura

El trigo germina a 0° en algunos lugares, pero no puede definir esto como la temperatura recomendada de 40 °C, es decir, temperaturas extremas la temperatura más adecuada para el cultivo del trigo es entre 10 a 20 °C, se puede observar que la temperatura está entre 16 y 19 °C parte superior. Para las unidades de calor, el trigo necesita 2200 unidades de calor. La distribución es la siguiente: desde la siembra hasta la floración: desde la floración hasta la maduración: 1200 piezas (Montalvo, 1987).

6.9.4 Suelo

El trigo se puede cultivar en diferentes condiciones y diferente suelo, pero es necesario que las condiciones físicas del suelo deben las siguientes funciones. Estructura granular para aireación y movimiento de agua. en el piso, perfil de suelo cultivado hasta unos 30 cm para enraizamiento que no está sujeto a la formación de una costra que impida la germinación y la aireación con suficiente materia orgánica (PARSON et al., 1978).

6.9.5 pH

El trigo se puede cultivar en suelos con pH hasta 8 que no tenga problemas de salinidad (PARSON et al., 1978).

6.10 Manejo del cultivo

Selección del predio El lote seleccionado para la producción de trigo debe ser el mejor disponible, por lo que el productor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No cultivada con cereales (cebada, trigo, avena y/o centeno) en el ciclo o campaña anterior.
- No tuvo que usarse como "era" para trillar trigo u otros granos en el ciclo anterior.
- Debe tener una pendiente no mayor al 5%.
- En el lote anteriormente debería haber sido cultivado con diferentes especies como papas, habas, chocho o algunas otras leguminosas (Garófalo et al., 2011).

6.10.1 Preparación del suelo

Esto debe hacerse con anticipación (al menos dos meses antes de la siembra), solo así podremos asegurar una adecuada desintegración de malezas, despojos y/o compost (estiércol) para su aplicación al suelo. Por otro lado, una buena remoción de tierra durante la preparación ayudará a combatir las plagas que puedan estar presentes en el campo (Grófalo et al., 2011).

La preparación de la tierra debe incluir al menos una pasada de arado y dos pasadas de rastra con el tractor. Un suelo bien preparado favorece la germinación y facilita el enraizamiento (Garófalo et al., 2011).

6.10.2 Semilla e implementación del cultivo

La semilla será desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de 2 cm³ kg⁻¹ de semilla, lo que nos ayuda a reducir la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbones, septoria y algunas especies de *Fusarium* sp., entre los más importantes. En cuanto al número de semillas sembradas por hectárea, varía según el método de cultivo que utilice el agricultor. Cuando se siembra manualmente si tiene un gasto de semilla de unas 400 lb/ha pero si la siembra se lo realiza con maquinaria agrícola el gasto de semilla es de unas 330 lb/ha. La producción de trigo requiere que se utilicen semillas de buena calidad, que estén "registradas" o "certificadas", una tasa mínima de germinación del 85% y que las semillas estén descontaminadas para el control de enfermedades (Garófalo et al., 2011).

6.10.3 Fertilización

El cultivo requiere 80 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo (P₂O₅), 40 kg de potasio (K₂O) y 20 - 22 kg de azufre; luego agregar 2 sacos (100 kg) de fertilizante complejo 11-52-00, 3 sacos (150 kg) de sulpomag; o cuatro sacos (200 kg) 10-30-10 más dos sacos (100 kg) de sulpomag en la siembra. Después del macollamiento (30-45 días después de la siembra), use 3 quintales de urea por hectárea (Grofalo et al., 2011).

Tenga en cuenta que la urea y otros fertilizantes nitrogenados no se pueden aplicar cuando el suelo está seco o durante fuertes lluvias, porque los nutrientes utilizados se pierden y las plantas no pueden utilizarlos (Grofalo et al., 2011).

La principal fuente de nitrógeno para las plantas es la materia orgánica del suelo y el nitrógeno añadido en los fertilizantes. Las plantas absorben nitrógeno principalmente en forma de nitrógeno, aunque mucho menos proporción, pueden obtenerlo en forma de amoníaco. Los fertilizantes nitrogenados se utilizarán en forma de nitrógeno al final de la temporada de crecimiento, ya que el suelo no retiene los iones NO₃, que pueden eliminarse durante las fuertes lluvias (Grofalo et al., 2011).

El fósforo está disponible para las plantas a pH 6. La disponibilidad máxima está entre 6,5 y 7,5. A partir de pH 8, la disponibilidad disminuye bruscamente. Desde otra perspectiva, a un pH superior a 8, existe un fenómeno aguas arriba en el que parte del fósforo disponible se vuelve insoluble en agua y soluble en ácidos débiles y, por lo tanto, no está disponible para la cosecha. Para suelos con un pH inferior a 6, se debe aplicar cal antes de la aplicación de fertilizantes fosfatados (Grofalo et al., 2011).

El óxido de potasio, K₂O, se conoce comúnmente como potasio, y la abundancia de fertilizantes de potasio está representada por potasio. La potasa está enterrada en el coloide del suelo, por lo que no debe dejarse al alcance de las raíces. El potasio reduce la transpiración, aumentando así la tolerancia a la sequía; también hace que la planta sea más resistente al frío. El requerimiento máximo de potasio del trigo es por tallo (Grofalo et al., 2011).

6.10.4 Control de malezas

Una adecuada preparación del terreno ayuda a controlar la presencia de malezas. Controles pre-emergentes con productos químicos también pueden ser considerados si la incidencia de malezas es alta (INIAP, 2016).

Una vez establecido el cultivo, para controlar las malezas se pueden optar por dos opciones: el control manual (deshierba) y el químico. En el control manual se eliminan las malezas más grandes, y hay que tener mucho cuidado de no maltratar el cultivo; esta labor debe realizarse

después del macollamiento (50-60 días después de la siembra), una vez que las plantas se encuentran bien ancladas en el suelo. Para el control químico post emergente de malezas de hoja ancha usar metsulfurón-metil en la dosis recomendada por el fabricante. Aplicarlo al inicio del macollamiento (INIAP, 2016).

6.10.5 Desmezcla

La desmezcla consiste en la eliminación de toda planta atípica que no presenta las características de la variedad, con el objetivo de mantener puro el cultivo de trigo y evitar las mezclas con otros cereales u otros cultivos. Esta labor debe realizarse al menos en dos ocasiones durante el ciclo de cultivo que pueden ser:

- Espigamiento
- Al inicio de madurez fisiológica.

(Estrada, 2016).

6.10.6 Cosecha

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), aproximadamente a los 170 o 180 días. En pequeñas superficies la cosecha se la realiza de forma manual, empleando una hoz se corta las espigas y se forma gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas (Grofalo et al., 2011).

6.10.7 Trilla

Generalmente la trilla del grano se realiza con una trilladora estacionaria. Además se la puede realizar de forma manual o mecánica (Grofalo et al., 2011).

6.10.8 Manual

En la mayoría de sectores donde la maquinaria agrícola no ingresa además de que los cultivos son en pequeña escala se utiliza animales como (caballos, mulas o burros) o una vara (madera o varilla de hierro) (Grofalo et al., 2011).

6.10.9 Mecánica

Para trillar se utiliza una trilladora estacionaria. En caso de que la cosecha sea totalmente mecanizada, se emplea una trilladora combinada que permite cortar y trillar al mismo tiempo. (Monsalve & Villagrán, 2021).

Labores de post-cosecha

6.10.10 Secado de Grano

La cosecha debe ser secada, de tal manera que el grano no supere el 13% de humedad exigido por el mercado y evitar daño en la semilla almacenada (Garófalo et al., 2011).

6.10.11 Limpieza y clasificación

La semilla debe limpiarse de impurezas y ser clasificada por tamaño. Para ello un juego de dos zarandas puede ser empleado. La primera zaranda (5 mm) retiene impurezas grandes y permite el paso de la semilla y granos pequeños. La segunda zaranda (3 mm) retendrá la semilla y permitirá el paso del grano pequeño que no puede ser considerado como semilla (Garófalo et al., 2011).

6.10.12 Almacenamiento

El grano seco, limpio y clasificado debe colocarse en sacos limpios y en buen estado para su posterior almacenamiento en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación y libre de roedores (Monsalve & Villagrán, 2021).

6.11 Parámetros de evaluación y selección de cereales

6.11.1 Escala de Zadoks

La escala de Zadoks es la más utilizada en el cultivo de trigo y sólo describe estados morfológicos externos del cultivo, que involucran algunos procesos de desarrollo y otros de crecimiento. Estos estados deberían ser tomados en cuenta cuando se analizan los estados y procesos de desarrollo y los factores que los regulan y modifican (FAO, 2003).

Cuadro 1.

Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks.

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

TP = tallo principal

Fuente: (Rawson, 2001)

Cuadro 2.

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

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

Continuación cuadro 2

27	Un tallo principal y siete macollos
30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	Preemergencia floral
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	Grano lechoso
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	Grano pastoso
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	Madurez
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

Fuente: (Zadoks et al., 1974)

6.12 Principales variables a ser evaluadas en los cereales.

Existen diversas variables que necesitan especial atención durante el ciclo del cultivo, las mismas que nos permitirán seleccionar el germoplasma con las características más ansiadas .(Ponce et al., 2019)

6.12.1 Fenológicas

6.12.1.1 Emergencia.

La emergencia consiste en evaluar visualmente el número de plantas emergidas en la parcela (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Este parámetro puede verse afectado por algunos factores, entre ellos:

- Profundidad de siembra
- Tipo de suelo
- Preparación del suelo
- Calidad de la semilla
- Condiciones ambientales después de la siembra (precipitación, temperatura, humedad del suelo, entre otros).

(Ponce et al., 2019)

6.12.1.2 Días al espigamiento

Es el número de días contados desde la siembra hasta que aparezcan las espigas de las plantas en la parcela. (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar: Este parámetro se ve afectado por factores como:

- Pisos altitudinales
- Condiciones climáticas
- Sequía
- Cambios bruscos de temperaturas
- Temperaturas altas y bajas
- Alta humedad
- Nubosidad
- Fotoperiodo (horas luz)

(Ponce et al., 2019)

6.12.2 Morfológicas

6.12.2.1 *Vigor*

El vigor es la fuerza con la que crecen las plantas en la parcela, basados en el crecimiento general del cultivo (tamaño de planta, tamaño de hoja, población, entre otros) (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Este parámetro además de ser genético, está directamente relacionado e influenciado por la calidad de la semilla, disponibilidad de nutrientes, humedad del suelo (Ponce et al., 2019).

6.12.2.2 *Habito de Crecimiento*

Este factor está relacionado con la forma en que crece la planta, esencialmente en el crecimiento de las hojas y tallos en las etapas iniciales (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: temperatura, precipitación, fotoperiodo (horas luz), nutrientes del suelo (Ponce et al., 2019).

6.12.2.3 *Altura de la planta*

Es el tamaño final que alcanza la planta durante su desarrollo completo. Se realiza empleando una cinta métrica, evaluando desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Disponibilidad de nutrientes, alta precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperiodo, temperatura, factores genéticos (Ponce et al., 2019).

6.12.2.4 *Tipo de paja*

Es la dureza y flexibilidad del tallo de la planta para tolerar el viento y el acame del cultivo (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Nutrición, alta precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, densidad, nubosidad, viento, fotoperiodo (Ponce et al., 2019).

6.12.2.5 *Tamaño de Espiga*

Es el tamaño que ha alcanzado la espiga una vez que ha llegado a su madurez fisiológica. Este dato se obtiene midiendo desde la base hasta el extremo de la espiga, sin incluir las aristas (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Disponibilidad de nutrientes, precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperiodo, temperatura (Ponce et al., 2019).

6.12.2.6 *Numero de granos por espiga*

Es el número de granos que produce la espiga durante su desarrollo (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar: Disponibilidad de nutrientes, precipitación, pisos altitudinales, condiciones climáticas, sequía, nubosidad, fotoperiodo, temperatura (Ponce et al., 2019).

6.12.3 Variables a Evaluar en Post- Cosecha

Estas deben ser evaluar en post-cosecha las cuales nos permiten seleccionar el germoplasma que cumpla con los parámetros de calidad que requiere el productor y a su vez el consumidor final. (Ponce et al., 2019).

6.12.3.1 *Rendimiento*

Es el parámetro más importante a evaluar, valor dado en (g parcela-1), para después transformarlo a (kg ha-1) y calcular el rendimiento potencial estimado. Para realizar el proceso debemos pesar en su totalidad la producción de cada unidad experimental, previamente definida. Siempre que el grano se encuentre limpio y con un 13% de humedad. (Ponce et al., 2019).

Factores que lo afectan:

- Bióticos: Plagas y enfermedades,
- Abióticos: lima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, pH, granizadas, heladas, etc.

(Ponce et al., 2019).

6.12.3.2 *Peso Hectolítrico*

Es el peso del grano en un volumen específico. Lo que nos indica que mientras mayor peso alcanza, mejor es la calidad del producto, para lo que se debe emplear una balanza de peso específico o Hectolítrico el cual se expresa en kilogramos por hectolitro (kg hl-1) (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar: Todos los factores relacionados:

- Bióticos: plagas y enfermedades

- Abióticos: (clima, temperatura altas y bajas, nutrientes, agua, pH, luminosidad, nubosidad, etc.), y la humedad del grano

(Ponce et al., 2019).

6.12.3.3 *Peso de mil granos*

Consiste en seleccionar 1000 granos al azar y calcular su peso en (g) utilizando una balanza electrónica; mientras mayor es el peso, mayor es el rendimiento potencial del cultivo (Ponce et al., 2019).

Factores que afectan: El porcentaje de humedad del grano, tamaño del grano, condiciones reinantes de suelo, clima durante el desarrollo del cultivo (Ponce et al., 2019).

6.12.3.4 *Tipo y color de grano*

Una vez que el grano este seco con un valor no mayor a al 13% de humedad se comienza a evaluar, la calificación que toma el grano va de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño. (Ponce et al., 2019)

Es un factor genético, que puede ser influenciado por:

- Precipitaciones
- Temperaturas presentes al final del ciclo del cultivo
- Incidencia de enfermedades que afectan a la espiga.

(Ponce et al., 2019)

6.13 Principales plagas y enfermedades del trigo en Ecuador.

- **Incidencia:** Esta variable nos permite cuantificar la presencia o ausencia de una determinada enfermedad en la planta, independientemente de la gravedad de su ataque y/o distribución.
- **Severidad:** Esta variable permite cuantificar la presencia y daño causado por una enfermedad expresado en porcentaje del tejido dañado de la planta. Según la enfermedad existen diferentes escalas que se pueden emplear (Ponce et al., 2019).

6.13.1 Royas

El control de la roya se logra mediante el uso de variedades resistentes y la eliminación de hospedantes alternativos. Su importancia radica en los daños que ocasiona a los cultivos y las

pérdidas que causa a los productores, que en casos extremos pueden llegar al 100% (Ponce et al., 2019).

6.13.2 Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*)

La roya amarilla o lineal aparece formando líneas amarillas en las hojas, paralelas a las nervaduras. Estas líneas están conformadas de pústulas producidas por el hongo. La enfermedad se manifiesta a par r de los 70-90 días después de la siembra. La roya amarilla también ataca a la espiga. Esta enfermedad se desarrolla a temperaturas entre 10 y 15°C, con una elevada humedad ambiental ocasionada por lluvia o rocío (Rey Valenzuela, 1995b).

6.13.3 Roya de la hoja (*Puccinia Triticina*)

Presencia de pústulas aisladas con esporas de color anaranjado, ubicadas sobre las láminas foliares, que a diferencia de la roya amarilla se presentan dispersas por toda la hoja. En infecciones fuertes se observan también sobre las vainas de las hojas. El desarrollo y diseminación de la roya de la hoja es favorecida por ambientes húmedos y templados (Rey Valenzuela, 1995b).

6.13.4 Roya de tallo (*Puccinia graminis Pers*)

Es un hongo que produce una enfermedad que afecta a diversos cereales. En trigo fue muy importante durante la primera mitad del siglo 20. Las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de este hongo (patógeno) son temperaturas entre 15 a 35°C y humedad (varias horas de mojado de la hoja), situaciones que se registraron en la campaña pasada (Brach & INTA, 2014).

Cuadro 3.

Escala para determinar el tipo de reacción en royas.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

6.13.5 Fusarium (*Fusarium spp*)

Causado por varias especies de *Fusarium spp.*; durante la antesis se infectan los ovarios y dicha infección es favorecida por un clima cálido y húmedo durante la formación de las espigas y después de ella. Estos hongos se encuentran en el suelo y en restos de culmos. Esta enfermedad tiene importancia económica porque reduce la producción más de un 50% y también reduce la calidad del grano. Además, si el grano cosechado en más de un 5% de granos infectados puede tener toxinas suficientes para ser nocivo para humanos y animales (Rey Valenzuela, 1995c).

Condiciones ambientales favorables: Clima húmedo por más de 48 horas y con altas temperaturas, coincidiendo con los estadios de antesis extendiéndose hasta la formación de grano lechoso.

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

El virus es transmitido por insectos parásitos como los pulgones que suelen aparecer en épocas de sequías prolongadas, esta enfermedad es una de las más propagadas en el mundo teniendo pérdidas en rendimiento variables pero depende mucho de la etapa en la que se presente (INIA, 2010).

Cuadro 4.

Escala para determinar el grado de daño por virosis.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

6.13.7 Carbón (*Ustilago spp.*)

Provoca que toda la espiga, excepto el raquis, sea reemplazado por masas de esporas de carbón. Estas esporas son arrastradas por el viento y caen sobre las flores de las plantas de trigo, donde germinan e infectan el embrión. Ahí permanecen en latencia hasta que el grano comienza a germinar. Los climas frescos y húmedos que alargan la floración, favorecen la infección y el desarrollo de esta enfermedad (Rey Valenzuela, 1995).

6.14 Variedades de trigo

6.14.1 Líneas promisorias

Se define como una especie que pueda tener un gran potencial pero que no está conocida a nivel mundial ni local, pero que tiene una gran potencialidad en muchos campos como la agricultura, ecología, medio ambiente, entre otras (Álvarez, 2014).

Una de las definiciones de especie vegetal promisorias la proporciona el Convenio Andrés Bello, que establece que el término se refiere a todas las especies de animales o plantas con potencial agrícola que aún no han sido ampliamente comercializadas. Escala de desarrollo. Incluye especies nativas que pueden tener una variedad de usos industriales como sustituto de materias primas o productos terminados, pero sin grandes avances en la domesticación de cultivos, procesamiento industrial y formas de mercado (V. et al., 2006).

6.14.2 Variedades Mejoradas

Son aquellas variedades que han pasado parte de un arduo proceso de estudio y selección, asimismo son tolerantes y resistentes a enfermedades, resistentes al acame y ser más precoces al momento de la producción por lo que generan mayores rendimientos, lo cual es primordial para su comercialización, además es responsable de aproximadamente el 50% del rendimiento final. El otro 50% está asociado con el manejo por parte del agricultor al momento de realizar su siembra.(V. et al., 2006).

Cuadro 5.*Pedigrí de líneas promisorias y variedad mejorada en estudio.*

N°. Var.	CÓDIGO	PEDIGREE
1	TA-18-008	INIAP COJITAMBO/5/TINAMOU/LIRA//VIREE#7/4/BABAX/LR42//BA BAX*2/3/VIVITSI
		E10-20435-1E-0E-2E-0E-9E-0E
2	TA-19-003	INIAP CHIMBORAZO/TINAMOU/4/ SERI.1B*2/3/KAUZ*2/BOW//K
		E-11-20535R-5E-0E-5E-2E-0E-0E
3	TA-19-008	INIAP-IMBABURA 2014/4/ PRL/2*mazar 99//SRTU/3/PRINIA/PASTOR
		E-TA14-20667-6E-0E-4E-0E
4	TA-20-001	INIAP-MIRADOR 2010/7/ KAUZ//ALTAR_84/AOS/3/MILAN/KAUZ/4/HUITES/5/CROC_1/ AE.SQUARROSA_(205)//KAUZ/3/SASIA/6/KAUZ//ALTAR_84/A OS/3/MILAN/KAUZ/4/HUITES/8/INIAP-IMBABURA 2014
		E-TA15-20756-1E-0E-46E-0E
5	INIAP- IMBABURA 2014	CM 81812-12Y-06PZ-4Y-1M-0Y-5M-0Y-3SJ-0Y-0E-0E-0E-0E

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP, en sus años de conocimiento a través del programa de Cereales, puso énfasis en la innovación, evaluación e identificación de germoplasma resistente a las enfermedades en el cultivo de trigo, en las últimas décadas han generado y liberado diversas variedades mejoradas que posean resistencia a enfermedades, calidad industrial, mayores rendimientos y se adapten a las diferentes condiciones agroecológicas del Ecuador. En los siguientes cuadros se indican cada una de las variedades mejoradas con sus respectivas características.

7. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS

7.1 Pregunta de Investigación

¿Qué factores influyen en la adaptación y rendimiento de las líneas promisorias de trigo del INIAP bajo las condiciones agroecológicas del campus Salache?

7.2 Hipótesis:

- **Hipótesis alternativa:** las líneas promisorias de trigo del INIAP se adaptarán a las condiciones del lugar en estudio y presentarán rendimientos óptimos de grano.
- **Hipótesis nula:** las líneas promisorias de trigo del INIAP no se adaptarán a las condiciones del lugar en estudio y no presentarán rendimientos óptimos.

8. METODOLOGIA

8.1 Tipo de investigación

8.1.1 Experimental

Se realizar cambios en el valor de una o más variables independientes, para este proyecto tiene como variable independiente las líneas promisorias de trigo u na variedad mejorada que permitirá observar la adaptación como variable dependiente, bajo las condiciones agroecológicas del campus Salache.

8.1.2 Diseño experimental

En el proyecto se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) este estudio estuvo compuesto por 5 tratamientos y 3 repeticiones.

8.1.3 Cualitativa-cuantitativa

Describe el comportamiento de los factores en estudio en su medio natural, y cuantitativa que incluyen mediciones sistemáticas que se empleará un análisis estadístico en el programa Infostat.

8.2 Modalidad básica de la investigación

8.2.1 Campo

La toma de datos se lo realiza directamente en el sitio donde se establecerá el experimento.

8.2.2 Analítica

Se interpretará los resultados de la toma de datos obtenidos del sitio del experimento.

8.2.3 Bibliográfica y documental

Tendrá revisión del material bibliográfico y documental que servira de base para el contexto del marco teórico y los resultados obtenidos.

8.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

8.3.1 Fase de campo

Esta técnica permitirá tener en contacto directo con el objetivo en estudio para una recopilación de datos de los respectivos tratamientos.

8.3.2 Registro de datos

Se realizara a través del libro de campo, donde anotaremos los diferentes resultados.

8.3.3 Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de la investigación se procederá a la tabulación y análisis estadístico con la ayuda del programa Infostat.

8.4 Ubicación

La primera fase (campo) de la investigación se la realizo en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

La Segunda Fase (Pos-cosecha) se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias –INIAP.

8.5 Diseño Experimental

Se manejó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), que cuenta con 5 tratamientos con tres repeticiones y para el analisis estadístico se realizara pruebas Tukey al 5%; el análisis estadístico se determinara las mejores variedades en función de las variables a evaluar que son: porcentaje de emergencia, vigor, habito de crecimiento, días de espigamiento, altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, numero de granos por espiga, reacción a enfermedades, peso de granos por espiga, peso de 100 granos, rendimiento, peso Hectolítrico, tipo y color de grano.

8.6 Variables y Métodos de Evaluación

8.6.1 Fenología

8.6.1.1 Porcentaje de Emergencia.

La variable se evaluó a los 10 días posteriores a la siembra, consiste en estimar el porcentaje (%) con el número de plantas dentro parcela.

Cuadro 7.

Escala de evaluación de emergencia en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019).

8.6.1.2 Días al espigamiento

La variable se evaluó de forma visual cuando el 50% de las espigas de la parcela aparecen en su totalidad.

8.6.1.3 Días a la cosecha

Esta variable se evalúa cuando el grano alcanza la etapa de madurez fisiológica para lo cual se realizó una prueba con las manos, presionando con la uña en el grano tomando en cuenta que si la uña ingresa aún le falta maduras y si la uña no ingresa en el grano se encuentra óptimo para la cosecha.

8.6.2 Morfología

8.6.2.1 Vigor de la planta

La variable se evaluó una vez alcanzado los 20 días después de la siembra, esta variable consiste en evaluar visualmente la fuerza con la que crecen las plantas de las parcelas comparando el desarrollo acorde la escala de evaluación de vigor (cuadro 8).

Cuadro 8.

Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

8.6.2.2 Hábito de crecimiento

La variable se evaluó a los 20 días transcurridos después de la siembra, consiste en observar la forma que crece la planta, específicamente la disposición de hojas y tallos en las primeras etapas (Cuadro 9).

Cuadro 9.

Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

8.6.2.3 Altura de planta

Esta variable se evalúa en el momento que la planta alcanza su madurez fisiológica, se mide desde la superficie del suelo hasta la parte final de la espiga en centímetros.

8.6.2.4 Tipo de paja

Esta variable se la mide una vez que la planta haya alcanzado la madurez fisiológica y se la hace con criterio propio tomando en cuenta la escala de Zadoks (Cuadro 10). Cuadro 10. Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.

Cuadro 10.

Escala de evaluación para el tipo de paja.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019).

8.6.3 Agronómicos

8.6.3.1 Porcentaje de Humedad en el grano

Esta variable se la tomo en post-cosecha una vez que se realizó la cosecha, la trilla y la limpieza del grano mediante la utilización de un medidor de humedad portátil.

8.6.3.2 Tamaño de espiga

La variable se evaluó una vez que la planta alcanzo la madurez fisiológica, para lo cual se tomaron 10 muestras al azar y posteriormente se tomó la medida del tamaño de la espiga con una cinta métrica desde la base hasta la punta de la espiga.

8.6.3.3 Reacción a enfermedades

En esta variable se evaluó la incidencia y severidad de las enfermedades más importantes.

8.6.3.4 Numero de granos por espiga

Esta variable se la evalúa cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, se escoge 10 espigas al azar para trillar y contar manualmente el número de granos llenos que tiene cada espiga.

8.6.3.5 Peso de granos por espiga.

Con la ayuda de una balanza en gramos (g), se pesa el total de granos que se obtuvieron de cada espiga.

8.6.3.6 Rendimiento por parcela

Para realizar esta variable el grano debe estar con 13% de humedad y limpio, este valor esta dado en g parcela-1, y se lo puede transformar a kg ha-1, para calcular el rendimiento potencial alcanzado.

8.6.3.7 Peso Hectolítrico o específico

Esta variable se la tomo en el INIAP-Santa Catalina utilizando la a balanza electrolítica, para este procedimiento, se colocó una cantidad de grano en la tolva cónica del instrumento suficiente para sobrellenar un contenedor cilíndrico de 1 litro, con una regla de madera se niveló el borde superior de granos y se pesó en gramos/litro (g/l), lógicamente hay que transformar los g/l obtenidos a kg/hl para obtener el puntaje requerida.

8.6.3.8 Tipo y color de grano

Se realizó la Calificación mediante los parámetros impuestos por el INIAP (Cuadro 11).

Cuadro 11.

Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019).

8.7 Distribución de la parcela experimental y neta.

- Total: 15 unidades experimentales
- Parcela neta: 3,6 m²,
- Parcela bruta: 4,8 m².
- Área total: 72 m²,
- Área neta: 54 m²

8.8 Diseño del ensayo en campo

Tabla 3.

Diseño del ensayo

Tratamiento	Código			
T1	TA-18-008	T5 R3	T4 R2	T1 R1
T2	TA-19-003			
T3	TA-19-008	T2 R3	T2 R2	T2 R1
T4	TA-20-001			
T5	INIAP-IMBABURA 2014	T1 R3	T5 R2	T3 R1
		T4 R3	T3 R2	T4 R1
		T3 R3	T1 R2	T5 R1

Repeticiones
R2
R2
R3

8.9 Manejo específico del experimento

8.9.1 Fase de campo UTC

8.9.1.1 Selección del lote

El lote seleccionado para implementar los ensayos de las líneas promisorias de trigo fue en la Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus Salache el cual sirvió para el presente proyecto de investigación, además de contar con una superficie no mayor al 5%.

8.9.1.2 Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con su debida anticipación, consistió en un pase de arado con un meses antes de la siembra garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al lote, dos semanas después se procedió a realizar el pase de la rastra con el objetivo de tener un suelo suelto libre de terrones y malezas para la siembra lo que nos va a favorecer la germinación.

8.9.1.3 Nivelación del terreno

La nivelación del terreno se la realizo el día mismo de la siembra para evitar irregularidades y tener una mayor homogeneidad de las parcelas.

8.9.1.4 Trazado de parcelas

Posteriormente a la preparación y nivelación del suelo, se procedió a trazar las parcelas con la ayuda de una cinta métrica, cal y el diseño del croquis previamente establecido por parte de los técnicos del INIAP.

8.9.1.5 Desinfección de semilla

La semilla antes de ser transportada hacia la Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache fue desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de 2 cm³ kg⁻¹ de semilla, etiquetadas, enumeradas y almacenadas en fundas de papel por parte de los técnicos del INIAP.

8.9.1.6 Siembra

Para la siembra se utilizó una sembradora experimental con calibración para una densidad de 180 kg ha⁻¹ (trigo y triticales) siguiendo las recomendaciones por parte de los técnicos del INIAP, pero en el caso de trigo la siembra se realizó a mano debido a que la sembradora no se encontraba calibrada para la siembra en parcelas de 1.2 x 1 m².

8.9.1.7 Riego

El riego se lo realizo con la ayuda de la tracto bomba y cañones de agua por parte de la Universidad, el riego se lo hizo hasta la etapa de llenado de grano, ya que después de esta etapa no se requiere humedad para que el grano empiece a madurar.

8.9.1.8 Fertilización

Para la fertilización solo aplico “UREA” al voleo en cada uno de los ensayos utilizando una medida de 18 g, la cual solo se aplicó una sola vez en la etapa de macollamiento del cultivo de trigo.

8.9.1.9 Control de malezas

Se efectuó una limpieza manual en cada parcela y alrededor de los caminos durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

8.9.1.10 Cosecha

La cosecha se realizó una vez que las plantas han llegado a su madurez de fisiológica, se cosecho de forma manual utilizando una hoz. Colocando en sacos cada uno de los ensayos y con su respectiva etiqueta correspondiente a la parcela.

8.9.2 Fase de campo INIAP

8.9.2.1 Trilla

Con la ayuda de la maquina trilladora de la Estación Experimental “Santa Catalina” para la trilla de los ensayos cosechados.

Limpieza y secado de grano

Se utilizó un ventilador de granos con motor eléctrico para limpiar las impurezas del grano, para el secado del mismo colocamos en los saquillos y se procedió a llevarlos a los invernaderos de la institución para reducir el grado de humedad interna de la semilla y llegue a un porcentaje adecuado para su almacenamiento.

8.9.2.2 Humedad

Posterior a la limpieza y secado se procede a tomar la humedad de grano que debe constar con un 13%.

8.9.2.3 Almacenado y etiquetado

Una vez ejecutada la limpieza, almacenamos el grano en fundas de tela, estos no debe tener contacto directo con el suelo o las paredes debido a que los granos pueden absorber la humedad.

9. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

9.1 Análisis del comportamiento agronómico

9.1.1 Porcentaje de germinación.

Tabla 4.

Cuadro resumen del porcentaje de germinación.

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
INIAP-IMBABURA						
2014	Emergencia	3	100	100	100	100
TA-18-008	Emergencia	3	95	95	95	95
TA-19-008	Emergencia	3	95	95	95	95
TA-20-001	Emergencia	3	95	95	95	95
TA-19-003	Emergencia	3	85	85	85	85

En el cuadro correspondiente al porcentaje de germinación tenemos como resultado que la variedad comercial INIAP-IMBABURA 2014, presenta el mayor porcentaje de germinación con un (100%) aun cuando esta variedad fue liberada en el 2014, cabe mencionar que las líneas promisorias en estudio (T-18-008, TA-19-008, TA-20-001) tienen un buen porcentaje con el (95%), a comparación del TA-19-003 QUE presenta un (85%) de germinación. Estos porcentajes de germinación puedes variar dependiendo la humedad del grano al almacenar, grosor del grano, humedad del suelo, preparación del suelo, profundidad de siembra, condiciones climáticas, temperatura, entre otras que influyen directa e indirectamente en la geminación (Abadía et al., 2017)

9.1.2 Vigor

Tabla 5.

Cuadro resumen correspondiente al vigor de planta.

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
TA-18-008	Vigor (1-5)	3	1	1	1	1
INIAP-IMBABURA						
2014	Vigor (1-5)	3	2	2	2	2
TA-19-003	Vigor (1-5)	3	2	2	2	2
TA-19-008	Vigor (1-5)	3	2	2	2	2
TA-20-001	Vigor (1-5)	3	2	2	2	2

En el cuadro correspondiente al vigor de planta con escala del (1-5), dado que el número 1 representa mayor vigor y el número 5 el menor vigor, nos muestra que la línea promisoría TA-18-008, según la escala de evaluación de cereales nos indica que es una planta bien desarrollada con hojas grandes y una buena población en campo mientras que los demás tratamientos se encuentran en una escala intermedia clasificadas como buena respecto a los parámetros ya mencionados.

Este parámetro nos ayuda a ver la expresión genética que muestran los materiales en estudio con la finalidad de determinar la viabilidad de las mismas (Ponce et al., 2019).

9.1.3 Hábito

Tabla 6.

Cuadro resumen correspondiente al hábito de crecimiento.

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
TA-20-001	Hábito	3	1	1	1	1
INIAP-IMBABURA 2014	Hábito	3	2	2	2	2
TA-18-008	Hábito	3	2	2	2	2
TA-19-003	Hábito	3	2	2	2	2
TA-19-008	Hábito	3	2	2	2	2

En el cuadro correspondiente al hábito de crecimiento se utilizó la escala de evaluación de cereales por lo cual tenemos como resultado que la line promisoría TA-20-001, tiene un crecimiento erecto mientras que las demas presentan un crecimiento semierecto con un ángulo de crecimiento de 45 grados.

9.1.4 Días a la espigación

Tabla 7.

Cuadro resumen correspondiente a los días a la espigación.

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
TA-18-008	D-a- espigación	3	56	56	56	56
INIAP-IMBABURA 2014	D-a- espigación	3	59	59	59	59
TA-19-003	D-a- espigación	3	63	63	63	63
TA-19-008	D-a- espigación	3	64	64	64	64
TA-20-001	D-a- espigación	3	74	74	74	74

En el cuadro de días a la espigación podemos mencionar que la línea promisorio TA-18-008, tiene características de precocidad lo que acorta sus días a la cosecha siendo favorable para los productores, mientras que la línea promisorio TA-20-001 tiene características de ser tardía. La precocidad es un carácter hereditario de cada variedad, la cual tiene menor exposición a enfermedades y plagas en el ciclo de cultivo (Prescott et al., 1986).

9.1.5 Tipo de paja

Tabla 8.

Cuadro resumen correspondiente al tipo de paja.

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Median a
INIAP-IMBABURA						
2014	TIPO DE PAJA	3	1	1	1	1
TA-18-008	TIPO DE PAJA	3	1,33	1	2	1
TA-19-008	TIPO DE PAJA	3	1,33	1	2	1
TA-19-003	TIPO DE PAJA	3	1,67	1	2	2
TA-20-001	TIPO DE PAJA	3	2	2	2	2

En el cuadro resumen del tipo de paja podemos mencionar que tanto la variedad comercial (INIAP-IMBABURA 2014), y las líneas promisorias (TA-18-008, TA-19-008), tienen un tipo de paja con tallos fuertes flexibles y erectos que evitan el acame y soportan vientos fuertes lo cual es fundamental a la hora de tener buenos rendimientos, además en tipo de paja es fundamental ya que determina la densidad de siembra para evitar el acame (Chicaiza 1981).

9.1.6 Altura final

Tabla 9.

Prueba de Tukey al 5% para altura de plantas en (cm).

Código	Medias	n	E.E.	
TA-19-003	105,46	3	0,49	A
TA-18-008	105,44	3	0,49	A
TA-20-001	102,51	3	0,49	B
TA-19-008	101,25	3	0,49	B
INIAP-IMBABURA 2014	95,63	3	0,49	C

Al analizar la prueba Tukey al 5% para altura de planta tenemos tres rangos en el cual las líneas (TA-19-003, TA-18-008), tienen los mayores valores con respecto a la altura de planta mientras que la variedad INIAP-IMBABURA 2014, tiene una altura más baja sin embargo estos factores están relacionados directamente con sus características genéticas (Moreno et al., 2001).

9.1.7 Tamaño de espiga

Tabla 10.

Prueba Tukey al 5% para altura de espiga (cm).

Código	Medias	n	E.E.	
TA-18-008	10,73	3	0,03	A
TA-20-001	10,62	3	0,03	A
TA-19-003	10,6	3	0,03	A
TA-19-008	10,43	3	0,03	B
INIAP-IMBABURA 2014	10,38	3	0,03	B

Al analizar la prueba Tukey al 5% para altura de espiga tenemos dos rangos en el cual las líneas (TA-19-003, TA-18-008, TA-20-001), tienen los mayores valores con respecto a la altura de ESPIGA mientras que la variedad (INIAP-IMBABURA

2014), Y la línea promisorio (TA-19-008), tiene una altura más baja sin embargo estos factores están relacionados directamente con sus características genéticas (Moreno et al., 2001).

9.2 Reacción a enfermedades

9.2.1 Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*)

Tabla 11.

*Cuadro resumen correspondiente a la presencia de Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*).*

Código	TR	Variable	n	D.E.	Mín.	Máx. 2	Median a
		P.					
TA-19-008	S	striiformis	3	0	40	40	40
INIAP-IMBABURA	M	P.					
2014	R	striiformis	3	2,89	10	15	10
	M	P.					
TA-18-008	R	striiformis	3	2,89	10	15	10
	M	P.					
TA-20-001	R	striiformis	3	2,89	5	10	10
	M	P.					
TA-19-003	R	striiformis	3	2,89	5	10	5

En el cuadro resumen correspondiente al a la presencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*), tomamos en cuenta dos parámetros de evaluación según los parámetros de evolución de cereales por ende la línea promisorio (TA-19-008), en su clasificación es una línea susceptible (S), a roya amarilla con una media de 40%, mientras que la línea (TA-19-003), es la mejor por lo cual su clasificación es medianamente resistente (MR), con una media del 5%. “Con temperaturas mínimas, óptimas y máximas para que germinen las esporas se citan 15; 24 y 30°C y para la esporulación de 5; 30 y 40°C, respectivamente y se requiere un mojado de hoja de 6 a 10 h” (Roelfs et al, 1992).

9.2.2 Roya (*Puccinia triticina*)

Tabla 12.

Cuadro resumen correspondiente a la presencia de (Puccinia triticina).

Código	TR1	Variable	n	D.E.	Mín.	Máy.	Mediana
INIAP-IMBABURA		P.					
2014	R	triticina	3	0	5	5	5
		P.					
TA-18-008	R	triticina	3	0	5	5	5
		P.					
TA-19-008	R	triticina	2	0	5	5	5
		P.					
TA-19-003	0	triticina	3	0	0	0	0
		P.					
TA-19-008	0	triticina	1	0	0	0	0
		P.					
TA-20-001	0	triticina	3	0	0	0	0

En el siguiente cuadro resumen correspondiente a la presencia de roya (*Puccinia triticina*), tenemos como resultado que la variedad comercial (INIAP-IMBABURA 2014) presenta una muy baja presencia de roya además que a pesar de estar varios años en el mercado expresa genes de resistencia, mientras que en la línea promisoría (TA-20-001), no existe la presencia de roya, sin embargo esto no quiere decir que sea o no susceptible a roya sino que simplemente no hubo presencia de la misma.

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

Tabla 13.

Cuadro resumen correspondiente a la presencia de amarillo (Barley Yellow Dwarf Virus,) BYDV, (escala 0-9).

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
INIAP-IMBABURA 2014	BYDV	3	4,33	4	5	4
TA-19-003	BYDV	3	4,33	4	5	4
TA-19-008	BYDV	3	4,33	4	5	4
TA-20-001	BYDV	3	4	4	4	4
TA-18-008	BYDV	3	3,33	3	4	3

En el siguiente cuadro podemos observar que la variedad comercia (INIAP-IMBABURA 2014), es susceptible con un valor de 4 en la escala utilizada en la selección de cereales (0-9) mientras que la línea promisoría (TA-18-008), tiene un valor de 3 siendo el mejor ya que mientras menor sea el número mayor resistencia presenta ante el BYDB, sin embargo este factor puede variar ya que es un virus que se trasmite por plagas como es pulgón (*Aphididae*) (Prescott et al., 1986).

9.2.4 Fusarium (*Fusarium spp*)

Tabla 14.

Cuadro resumen sobre la presencia de Fusarium (Fusarium spp).

Código	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
TA-18-008	Fus (%)	3	24	24	24	24
TA-19-003	Fus (%)	3	24	24	24	24
TA-19-008	Fus (%)	3	24	24	24	24
INIAP-IMBABURA						
2014	Fus (%)	3	14,33	14	15	14
TA-20-001	Fus (%)	3	14	14	14	14

En el siguiente cuadro resumen podemos observar el % de fusarium presente en los distintos tratamientos donde las líneas (TA-18-008, TA-19-003, TA-19-008), tienen un mayor porcentaje de incidencia de fusarium mientras que (INIAP-

IMBABURA 2014, TA-20-001), tienen una baja incidencia expresando así sus genes de resistencia.

9.2.5 Carbón del trigo (*Ustilago tritici*).

Tabla 15.

Cuadro resumen sobre la presencia de Carbón del trigo (Ustilago tritici).

Código	Variable	n	Mín.	Máx.	Mediana
TA-19-003	Ustilago tritici.	3	35	35	35
TA-18-008	Ustilago tritici.	3	14	14	14
INIAP-IMBABURA 2014	Ustilago tritici.	3	5	5	5
TA-19-008	Ustilago tritici.	3	5	5	5
TA-20-001	Ustilago tritici.	3	5	5	5

En el cuadro de resumen podemos observar los porcentaje de incidencia de carbón (*Ustilago tritici*), en la cual podemos determinar que la línea (TA-19-003), es una línea muy susceptible a la presencia de la misma, mientras que la línea (TA-20-001), tiene un porcentaje bajo en el cual se expresan los genes de resistencia, los factores que influyen directa o indirectamente son temperatura, humedad y expresión genética de cada línea promisoría y variedad mejorada.

9.3 Rendimiento

9.3.1 Numero de granos por espiga

Tabla 16.

Prueba Tukey al 5% para números de granos por espiga.

Código	Medias	n	E.E.	
TA-19-003	50,72	3	0,12	A
TA-20-001	46,87	3	0,12	B
TA-18-008	46,47	3	0,12	BC
TA-19-008	46	3	0,12	C
INIAP-IMBABURA 2014	37,67	3	0,12	D

En la prueba Tukey al 5% en las líneas tenemos como mejor rendimiento al (TA-19-003), mientras que la variedad (INIAP-IMBABURA 2014), tuvo un menor número de granos sin embargo esto es uno más le los parámetros para determinar el rendimiento.

9.3.2 Peso de granos por espiga

Tabla 17.

Prueba Tukey al 5% para el peso de granos por espiga.

Código	Medias	n	E.E.	
TA-18-008	1,95	3	0,01	A
INIAP-IMBABURA 2014	1,49	3	0,01	B
TA-19-008	1,47	3	0,01	B
TA-20-001	1,37	3	0,01	C
TA-19-003	1	3	0,01	D

En la prueba Tukey al 5% para peso de grano tenemos como mejor resultado al (TA-18-008) En el rango de tipo A que representa el mejor peso obtenido, a diferencia de la línea (TA-19-003), que tuvo el menor peso de grano.

El rendimiento por espiga es uno de los valores fundamentales que tenemos que tomar en cuenta para denotar el rendimiento en cual es un factor muy importante a la hora de liberar una nueva variedad.(Moreno et al., 2001)

9.3.3 Rendimiento en kg/ha

Tabla 18.

Prueba Tukey al 5% para el rendimiento kg/ha.

Código	Medias	n	E.E.	
TA-18-008	6282,63	3	23,81	A
INIAP-IMBABURA 2014	6044,43	3	23,81	B
TA-19-008	5321,63	3	23,81	C
TA-19-003	4038,1	3	23,81	D
TA-20-001	3072,13	3	23,81	E

En la prueba Tukey al 5% con respecto al rendimiento tenemos al (TA-18-008), que se encuentra en un rango A con una media de 6282,63kg/ha, Superando a la variedad comercial liberada en el 2014 (INIAP-IMBABURA 2014) mientras que el (TA-20-001), tubo el rendimiento más bajo de todas las líneas en estudio.

9.3.4 Peso Hectolítrico (kg hl^{-1}).

Tabla 19.

Prueba Tukey al 5% para el peso Hectolítrico (kg hl^{-1}).

Código	Medias	n	E.E.	
INIAP-IMBABURA 2014	74,42	3	0,16	A
TA-18-008	67,69	3	0,16	B
TA-19-008	67,47	3	0,16	B
TA-20-001	64,43	3	0,16	C
TA-19-003	60,51	3	0,16	D

En la prueba de Tukey al 5% tenemos como resultado que el mayor rendimiento en el peso hectolítrico es la variedad comercial (INIAP-IMBABURA 2014), con una media de 74,42, siendo este valor uno de los más fundamentales para determinar su precio tanto por las cervecerías como para el procesamiento del trigo para el pan. La línea que menor rendimiento presenta es (TA-19-003), cabe mencionar que la línea (TA-18-008) Es una línea en investigación que mejor rendimiento presenta.

9.3.5 Tipo y color de grano

Tabla 20.

Cuadro resumen con respecto a al tipo y color de grano.

Código	color de grano	Variable	n	Media	Mín.	Máx.	Mediana
TA-19-003	R	tipo de grano	3	3	3	3	3
TA-19-008	R	tipo de grano	3	2	2	2	2
TA-20-001	B	tipo de grano	3	2	2	2	2
INIAP- IMBABURA 2014	R	tipo de grano	3	1	1	1	1
TA-18-008	B	tipo de grano	3	1	1	1	1

En el cuadro resumen podemos determinar el color y tipo de grano el cual es una variable muy importante ya que el tipo de grano determina el grosor que esta dado en una escala (1-3) siendo uno el mejor y 3 más delgado, en cuanto al color del grano es subjetivo ya que los agricultores son quienes deciden que grano son mejores para ello.

10. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DE PROYECTO

Tabla 21.

Tabla de presupuesto utilizado en el la investigación.

Ítem	Unidad	Cantidad	V. unitario	V. total
Laboratorio				
Análisis de suelo	Muestra	1	30	30
Preparación del suelo				
Arada (2 pases)	hora	4	\$15,00	\$60,00
Rastrada (2 pases)	hora	4	\$15,00	\$60,00
Limpieza de maleza restante	jornal	2	\$5,00	\$10,00
Nivelación de terreno	jornal	1	\$5,00	\$5,00
Trazado de proyecto	jornal	1	\$5,00	\$5,00
Siembra				
Sembradora mecánica	hora	1	\$40,00	\$40,00
Mano de obra	jornal	2	\$15,00	\$30,00
Riego				
Caneca de diésel	lt	6	9,5	57
Alquiler de caneca vacías	Hora	10	0,5	5
Diésel	Galón	2,5	1,9	4,75
Separación individual de cada ensayo				
Piola	Unidad	3	2	6
Estacas	Unidad	20	0,5	10
Tabla triplex	Unidad	54	0,5	27
Clavos	lb	1	0,8	0,8
Martillo	Unidad	1	5	5
Machete	Unidad	1	8	8
Etiquetado				

Continuación tabla 21.

Impresiones para etiquetado	Unidad	108	0,1	10,8
Protector de hoja	Paquete	1	3,6	3,6
Cinta Adhesiva	Unidad	1	1	1
Cartel	Unidad	1	6	6
Tachuelas	Unidad	5	0,25	1,25
Tijeras	Unidad	1	0,5	0,5
Cartulina	Unidad	54	0,1	5,4
Papel boom	Unidad	54	0,05	2,7
Toma de datos				
Tabla de apunte	Unidad	1	1,5	1,5
Cinta métrica	Unidad	1	0,5	0,5
Palo de escoba	Unidad	1	1	1
Esferos	Unidad	1	0,3	0,3
Cinta Adhesiva Pequeña	Unidad	1	0,5	0,5
Impresiones para toma de datos	Unidad	10	0,1	1
Cosecha y Trilla				
Costales Grandes	Unidad	54	0,3	16,2
Costales Pequeños	Unidad	54	0,15	8,1
Fundas de Papel	Paquete	1	0,75	0,75
Impresiones para etiquetas	Unidad	5	0,1	0,5
Balanza digital	Unidad	1	11,5	11,5
Regla	Unidad	1	0,3	0,3
Pliego de papel boom	Unidad	1	0,5	0,5
Estilete	Unidad	1	0,5	0,5
Vasos	Unidad	10	0,05	0,5
Lápiz	Unidad	1	0,3	0,3
Papel Contac	Unidad	1	2	2
Total				440,75

11. CONCLUSIONES

La línea promisorio que mejor adaptabilidad tuvo fue la TA-18-008, ya que presento el mayor germinación con un 95%, vigor de planta 1 en escala de tres, habito de crecimiento 2 de estaca de tres, días a la espigación 56 días, tipo de paja 1 en escala de tres, altura final de 105,44 cm y tamaño de espiga de 10,73 cm, siendo esta una de las mejores entre las líneas promisorias.

La línea promisorio que menor severidad presento para roya amarilla (*Puccinia striiformis*), fue TA-19-003 con un 5% por ende su calificación es MR (medianamente resistente). Para roya (*Puccinia triticina*), fueron TA-19-003, TA-19-008 Y TA-20-001 en las cuales no hubo presencia de la misma por lo cual son resistentes. Para BYDV (Barley Yellow Dwarf Virus), fue TA-20-001 con una escala de 3 la cual no presento señales de enanismo ni reducción del macollamiento. Para fusarium (*Fusarium spp*), fueron TA-20-001 y INIAP Imbabura 2014 con un 14% de daño a la espiga, mientras que para el carbón (*Ustilago tritici*), fue el TA-20-001 con un 5% de daño a la espiga.

La línea promisorio que mayor rendimiento tuvo, TA-18-008 con un peso de 6281,62 Kg/ha, seguido por la variedad mejorada INIAP IMBABURA 2014 con 6044,42 Kg/ha, mientras que para el peso hectolítrico (kg hl^{-1}), fue el INIAP IMBABURA 2014 con 74,42 (kg hl^{-1}), seguido por la línea promisorio TA-18-008 con un peso de 67,69 (kg hl^{-1}) y para el tipo y color de grano fueron el TA-18-008 con un grano grueso, limpio y bien formado de color blanco y el INIAP IMBABURA 2014 con grano grueso, limpio y bien formado de color rojo.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los agricultores cultivar la variedad mejorada, INIAP IMBABURA que a pesar que fue liberada en el 2014 aun presenta buenas características agronómicas, un buen rendimiento con bajos porcentajes de severidad a enfermedades al igual que la línea promisorio TA-18-008.

Realizar otras investigaciones en las zonas aledañas ya que las condiciones climáticas varían y los datos obtenidos pueden variar, lo cual podría dar nuevos

puntos de vista con respecto a la adaptabilidad, rendimiento y severidad a enfermedades y por ende identificar los materiales con las mejores características para la zona.

Los factores en cuanto a rendimiento de las líneas promisorias se las puede mejorar con aplicación de fertilizantes acorde sus necesidades si aumentar los requerimientos para la industria.

13. REFERENCIA

1. Ali, M. H., Hoque, M. R., Hassan, A. A., & Khair, A. (2007). Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. *Agricultural Water Management*, 92(3), 151–161. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.05.010>
2. Álvarez, D. (2014). Las especies vegetales promisorias: caso del departamento de antioquia. In *Tesis de grado*.
3. Andatele, O. (2007). *Enfermedades parasitarias de la avena en Chile*.
4. Benvenuti, S., Macchia, M., & Miele, S. (2001). Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science*, 49(4), 528–535. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2001\)049\[0528:QAOEOS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2001)049[0528:QAOEOS]2.0.CO;2)
5. Biurrun, R., Lezaun, J. A., Zuñiga, J., Garnica, I., & Llorens, M. (2010). Virus del enanismo amarillo. *ITG Agrícola*, 24–28. <https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv#:~:text=El virus del enanismo amarillo,era conocido en otras zonas>.
6. Cajamarca, B., & Montenegro, S. (2015). *Selección de una línea promisorio de cebada (Hordeum vulgare L.) Bio-fortificada, de grano descubierto y bajo contenido en fitatos*.
7. Carbajo, H. L. (1998). Avena: su evolución, estado actual y perspectivas. *Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria (ANAV)*, 52, 13–36. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/30632>
8. Carrera, M., Galán, V., Gonzáles, F., Hidalgo, L., & Navarro, J. (2005).

- Prontuario de agricultura. In *España* (Vol. 3). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
9. Carson, M. (2008). *Oat crown rust: USDA ARS*. <https://www.ars.usda.gov/midwest-area/stpaul/cereal-disease-lab/docs/cereal-rusts/oat-crown-rust/>
 10. Danty Larraín, J., Gasic Boj, C., Díaz Pérez, M., Mendoza Revilla, V., Urbina Vergara, C., & Acuña Leiton, E. (2018). *Prospectivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. 108. www.odepa.gob.cl
 11. Darrigran, G. (2012). *Las Colecciones Biológicas : ¿ para qué ? as colecciones biológicas son bancos de datos* (pp. 28–31). http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/100508/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 12. Dendy, D. A., & Dobraszczyk, B. J. (2004). *Cereales y Productos derivados: Química y Tecnología*. Editorial Acribia.
 13. Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción , conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 74–85. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2010401702>
 14. ESPAC. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2020 Contenido*. INEC. Buenas Cifras Mejores Vidas.
 15. García, Á. (2007). *Manual de producción y paquete tecnológico de la avena (Avena sativa)*. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. <https://es.slideshare.net/DEVONE77/52017049-avenamanual>
 16. Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del cultivo de Trigo*. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
 17. González, A., Vázquez, L., Sahagún, J., & Rodríguez, J. (2008). Phenotypic diversity of maize varieties and hybrids in the Toluca-Atlacomulco Valley, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 67–76. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61031109.pdf>
 18. Gustabo, F. (1984). *INIAP-82: nueva variedad de avena de doble propósito*. (L. T. Ismael (ed.); 140th ed.). INIAP- Estación Experimental Santa Catalina. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/232/4/iniapscbd140.pdf>
 19. Gutiérrez, M., Reynolds, M., Escalante, J., & Larqué, A. (2005, October).

- Algunas consideraciones en la relación entre fotosíntesis y el rendimiento de grano en trigo. *Ciencia Ergo Sum*, 7.
20. Hart, S. (2017). *Pedigrí (genealogía)*. National Human Genome Research Institute. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Pedigri-genealogia>
 21. InfoAgro. (2007). *Agricultura. El cultivo de la avena*. <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>
 22. Inocente, J. (2009). *Descriptores varietales de avena (Avena sp.) Cultivadas en México*. [Colegio de Postgraduados]. http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1573/Jimenez_Valle_JI_MC_Produccion_Semillas_2009.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 23. Jiménez, C, Coronel, J., Garófalo, J., Ponce, L., Cárdenas, A., Ochoa, M., Rodríguez, L., Bravo, C., Garzón, J., Noroña, P., Campaña, D., & Muñoz, R. (2020). Nueva variedad de avena de doble propósito para la Sierra Sur ecuatoriana INIAP FORTALEZA 2020. *Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Del Austro*, 1–2. <file:///C:/Users/orlan/Downloads/iniapeapp2.pdf>
 24. Jiménez, Carlos. (1992). Descripción de variedades de avena cultivadas en México. *Undefined*.
 25. Jiménez, L. (2016). Efecto de omisión de cinco nutrientes en el cultivo de avena (*Avena sativa*), para la producción de biomasa. In *Universidad Central del Ecuador*.
 26. Leggett, J. M., & Thomas, H. (1995). Oat evolution and cytogenetics. In *The Oat Crop* (pp. 120–149). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0015-1_5
 27. Manangón, P. (2015). *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*.
 28. Marti, A., & Tyl, C. (2021). Steps Toward a More Sustainable Use of Major Cereal Crops. In *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823960-5.00034-2>
 29. Meléndez, M., Vázquez, A., Ávila, M., García, J., Espitia, E., Moran, N., & Covarrubias, J. (1999). Rendimiento y calidad de semilla de avena en función

- de la fecha y densidad de siembra. *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*, 30(3), 6.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263128355001>
30. Ortega, R. M., Vizuite, A. A., Ortega, A. I. J., & Rodríguez, E. R. (2015). Cereales de grano completo y sus beneficios sanitarios. *Nutricion Hospitalaria*, 32, 25–31. <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309243316006.pdf>
31. Osca, J. (2013). *Cultivos herbáceos extensivos: cereales*. (Editorial). <https://riunet.upv.es/handle/10251/72016>
32. Paye, F. (2013). *Evaluación agronómica y comparación de rendimiento en seis especies forrajeras plurianuales, bajo condiciones de secano, en letanías provincia ingavi*. 85-87.
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/11033>
33. Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales* (Manual No., Issue 111). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)- Estación Experimental Santa Catalina. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
34. Robert, C., Bancal, M. O., & Lannou, C. (2004). Wheat leaf rust uredospore production on adult plants: Influence of leaf nitrogen content and *Septoria tritici* blotch. *Phytopathology*, 94(7), 712–721.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.7.712>
35. Rodríguez, R., & Orellana, C. (1990). Mejoramiento del rendimiento y la precocidad del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Publicado En Agronomía Mesoamericana*, 1.
36. Ruíz, M., & Valera, F. (n.d.). *Colecciones de recursos fitogénicos de cereales de invierno*. 149–154.
37. Schuch, L., Nedel, J., De Assis, F., & De Souza, M. (2000). Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. *Scientia Agricola*, 57(2), 305–312.
<https://doi.org/10.1590/S0103-90162000000200018>
38. Tekrony, D. M. (2003). Precision is an essential component in seed vigour testing. *Seed Science and Technology*, 31(2), 435–447.
<https://doi.org/10.15258/sst.2003.31.2.20>
39. Tipe Badajos, A. (2017). *Caracterización morfológica de variedades de avena*

- (*Avena spp.*) [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3581>
40. Wehrhahne, N. (2009). Evaluacion de parametros de calidad molinera de avenas en argentina. *Repositorio Digital Universidad Nacional Del Sur*, 2–15.
<http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/5925>
41. Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals. *Weed Research*, 14(14), 415-421.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19750730172>
42. Zillinsky, F. J. (1984). Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. In *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*. CIMMYT. <https://doi.org/10.3/JQUERY-UI.JS>
43. Garofalo, J., Ponce, L., y Abad G., S. (2011). Guía del cultivo de trigo. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Cereales. (Boletín Divulgativo no. 411).
44. Chicaiza N., O. (1981). (1981). Dos sistemas de siembra bajo cinco densidades en tres nuevas variedades de trigo (*Triticum vulgare* L.). (Tesis de Ingeniería). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador.
45. Roelfs, A.P., Singh, R.P. & Saari E.E. (1992). Rust Diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT.

14. ANEXOS

Preparación del terreno Arado y Rastra



Limpieza, nivelado del terreno



Trazado del terreno para la implementación de Cereales.

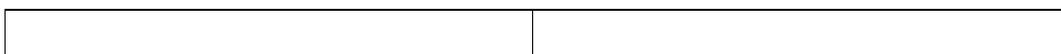




Siembra de Cereales (manual y maquina).



Visita de campo, observación de germinación.





Visita de campo, toma de datos (General).



Riego



Control de malezas



Nivelación de parcelas



Separación individual de cada ensayo



Conferencia de “Parámetros de evaluación y selección de cereales” con técnicos del INIAP y visita técnica a los ensayos de cereales para evaluar parámetros y enfermedades. (Habito, vigor, espigamiento)



Etiquetado de tratamientos y repeticiones del cultivo de trigo.





Fertilización y riego



Evaluación participativa en etapa vegetativa de las variedades mejoradas de trigo, con agricultores de la Asociación de Mujeres emprendedoras Locoá Santa Marianita, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con la guía de los técnicos del INIAP.



Visita técnica a los ensayos de cereales para evaluar enfermedades y plagas





Desmezcla de las parcela de trigo



Elaboración de espantapájaros y colocación de cintas para ahuyentar aves de los ensayos.



ETAPA DE COSECHA

Selección y etiquetado de 10 plantas al azar de cada repetición.





Cosecha de variedades mejoradas de trigo. (Secado)



Toma de datos finales (altura, tamaño de espiga, número de granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 100 granos).



ETAPA DE POS-COSECHA INIAP

Trilla



Secado de grano bajo el invernadero.



Limpieza de grano



Rendimiento



Peso hectolítrico o específico





Análisis de varianza correspondiente a la altura final

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	196,7	6	32,78	46,1	<0,0001
Código	195,62	4	48,9	68,77	<0,0001
Rep.	1,08	2	0,54	0,76	0,4989
Error	5,69	8	0,71		
Total	202,39	14			
CV = 0,83					

Análisis de varianza correspondiente a l altura de la espiga.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,27	6	0,05	16,43	0,0004
Código	0,25	4	0,06	22,81	0,0002
Rep.	0,02	2	0,01	3,67	0,0741
Error	0,02	8	2,80E-03		
Total	0,3	14			
CV= 50					

Análisis estadístico para el número de granos por espiga

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	275,09	6	45,85	1044	<0,0001
Código	274,85	4	68,71	1565	<0,0001
Rep.	0,24	2	0,12	2,74	0,1243
Error	0,35	8	0,04		
Total	275,44	14			
CV= 0,46					

Análisis estadístico para el peso de granos por espiga

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,4	6	0,23	353,51	<0,0001
Código	1,4	4	0,35	529,99	<0,0001
Rep.	7,20	2	3,60	0,54	0,6006
Error	0,01	8	6,60		
Total	1,41	14			
CV= 1,77					

Análisis de varianza con respecto al rendimiento en kg/ha

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	22411817,41	6	3735302,9	2196	<0,0001
Código	22409208,37	4	5602302,09	3294	<0,0001
Rep.	2609,04	2	1304,52	0,77	0,4957
Error	13605,11	8	1700,64		
Total	22425422,52	14			
CV= 0,83					

Análisis de varianza correspondiente peso Hectolítrico (kg hl^{-1}).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	313,57	6	52,26	718,3	<0,0001
Código	313,5	4	78,37	1077,21	<0,0001
Rep.	0,07	2	0,04	0,49	0,6307
Error	0,58	8	0,07		
Total	314,15	14			
CV= 0,4					

Aval del centro de idiomas



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (TRITICUM AESTIVUM L.), DEL INIAP BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS SALACHE, PROVINCIA DE COTOPAXI 2021-2022”** presentado por: **Pichucho Otacoma Cristian Manuel**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería en Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Septiembre del 2022.

Atentamente,



FIRMADO DIGITALMENTE POR:
MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTES-----



Marco Paul Beltrán Semblantes
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CC: 0502666514