



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

Título:

**“EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO
(*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES
AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022”**

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

Autor:
Pogo Moreta Alexis David

Tutor:
Torres Miño Carlos, Ing. Ph.D.

Co-Tutor:
Gárfalo Sosa Javier Alberto, Ing. Mg.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alexis David Pogo Moreta con cédula de ciudadanía No. 1725641078, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021 - 2022”, siendo el Ingeniero Ph.D. Carlos Torres Miño, 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, 26 de agosto del 2022

Alexis David Pogo Moreta
Estudiante
CC: 1725641078

Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.
Docente Tutor
CC: 0502329238

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 **POGO MORETA ALEXIS DAVID**, identificado con C.C. N°1725641078 de estado 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 “**Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021-2022**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad y las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de la carrera: Octubre 2017, Marzo 2018.

Finalización de la carrera: Abril 2022 – Agosto 2022

Aprobación en Consejo Directivo.- 03 de junio del 2022.

Tutor.- Ing. Ph.D. Carlos Torres Miño.

Tema: “Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021 - 2022”

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

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **EL 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.

f) 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 las 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 26 días del mes de agosto del 2022.

Pogo Moreta Alexis David
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 DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022”, de Alexis David Pogo Moreta, 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, 26 de agosto del 2022

Ing. Carlos Torres Miño, Ph.D.

DOCENTE TUTOR

CC: 0502672934

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobados 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: Alexis David Pogo Moreta , con el título del Proyecto de Investigación “EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022” han 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, 26 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Francisco Hernán Chancusig, Mg
CC: 0501883920

Lector 2
Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409

Lector 3
Ing. Jorge Fabián Troya Sarzosa, Ph.D.
CC: 0501645568

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, institución responsable de compartir los conocimientos mediante la formación académica y ser un pilar fundamental para el desempeño en mi profesión.

Mi gratitud al Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), especialmente al personal técnico: Ing. Mg. Victoria Lope, Ing. Ph.D. Luis Ponce, Ing. Mg. Javier Noroña e Ing. Mg. Javier Gárfalo. Por brindarme su amistad y su apoyo incondicional que me proporcionaron durante toda la investigación.

La más sincera gratitud a mi tutor Ing. Carlos Torres, Ph.D. por el tiempo en la supervisión, edición y sugerencias para la elaboración de la investigación además de brindarme su amistad, apoyo moral y profesional cuando más lo necesitaba.

A mis amigos y compañeros que estuvieron presentes en mi etapa Universitaria.

Alexis David Pogo Moreta

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a todas esas personas que confiaron en mí y siempre estuvieron presentes brindándome su apoyo y las ganas de seguir adelante.

Con amor, respeto y admiración a mi madre Paca Jimena Moreta Cueva por estar en cada momento conmigo, por ser un ejemplo de trabajo, sacrificio, responsabilidad, amor y esfuerzo, además de brindarme su apoyo en todo momento con sus sabios consejos.

A mi Padre Edmo Anulfo Pogo Calderón por apoyarme moralmente en todo el transcurso de mis estudios y por ser un fundamental en la formación de mi carácter.

A mis hermanos Anabel y Raí Pogo por ser un ejemplo a seguir y quienes siempre estuvieron presentes, acompañándome para poderme formar; así también a una excelente persona, Dennise Bautista aquella persona que en conjunto nos apoyamos mutuamente para culminar esta etapa.

Alexis David Pogo Moreta

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LAS VARIEDADES MEJORADAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP BAJO CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL CAMPUS SALACHE, UTC 2021 - 2022”

AUTOR: Alexis David Pogo Moreta

RESUMEN

En el Ecuador se produce el 2% del trigo que consumimos, mientras el 98% es importado, uno de los problemas es la baja productividad del cultivar. Esta presente investigación se ejecutó en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus CEASA, en conjunto con el Programa de Cereales del INIAP, el objetivo fue evaluar agro morfológicamente 18 variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) originarias del INIAP en condiciones de campo abierto, para identificar las mejores variedades, que demuestren una buena adaptación y rendimiento para la productividad en la zona de estudio. Se planteó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, en un área total de 125 m², estableciendo tres repeticiones cada una con 18 tratamientos en parcelas de 1 x 1.2 m proporcionando un total de 54 unidades experimentales. Para la evaluación de las variables en estudio se aplicó la metodología propuesta por el INIAP (2019), denominado Manual N°111. “Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales” el que permitió evaluar indicadores como: Porcentaje de emergencia, hábito de crecimiento o porte, días de 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 o específico, tipo y color de grano. En el análisis de datos de la presente investigación se generó la prueba de normalidad (kolmogorov) y se sometió a un análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis. En el caso de las variables que son evaluadas por medio de escalas se generó un cuadro de promedios, para el procesamiento de datos se utilizó el software estadístico InfoStat. Los resultados determinaron que las variedades que mejor comportamiento agronómico presentaron fueron: para el parámetro de rendimiento ubicada en el rango A la variedad INIAP-AMAZONAS 69, con un rendimiento promedio de 6870,37 kg ha⁻¹, para el indicador peso hectolítrico las variedades que se localizaron en el rango A fueron la INIAP-IMBABURA 2014 con 75,50 kg hl⁻¹ y la INIAP-AMAZONAS 69 con 75,21 kg hl⁻¹, así mismo, para el parámetro severidad las variedades mejoradas que mayor nivel de resistencia tuvieron frente a la roya amarilla fueron la INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-ATACAZO 69 y INIAP-ALTAR 82 con 0% de afectación, para la roya amarilla en espiga existen 13 variedades que presentaron niveles de resistencia (Tabla. 22), en el caso de Fusarium 10 variedades presentaron resistencia (Tabla. 24) y para el virus del enanismo amarillo tres variedades fueron las más resistentes, INIAP-ATACAZO 69, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-ZHALAO 2003. Con los datos obtenidos se concluye que la variedad mejorada para la zona de estudio es INIAP-IMBABURA 2014, por lo que se recomienda continuar evaluando esta y otras variedades mejoradas originarias del INIAP, donde se identificaron resultados positivos.

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

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY

THEME: "EVALUATION OF THE IMPROVED VARIETIES OF WHEAT (*Triticum aestivum* L.) OF INIAP UNDER AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF SALACHE CAMPUS, UTC 2021 - 2022".

AUTHOR: Alexis David Pogo Moreta

ABSTRACT

In Ecuador, 2% of the wheat which is consumed is produced, while 98% is imported, one of the problems is the low productivity of cultivation. This research project was carried out at the Technical University of Cotopaxi - CEASA Campus, with the collaboration of the INIAP Cereal Program, the main objective was to evaluate agro-morphologically 18 improved varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) originating from INIAP under open field conditions, in order to identify the best varieties that demonstrate a good adaptation and performance for productivity in the study area. A Completely Randomized Block Design was proposed, in a total area of 125 m², establishing three repetitions each one with 18 treatments in plots of 1 x 1.2 m, providing a total of 54 experimental units. For the evaluation of the variables under study, the methodology proposed by INIAP (2019), called Manual N° 111, was applied. "Parameters of Evaluation and Selection in Cereals" which allowed evaluating indicators such as; Percentage of emergence, growth habit or size, days of the spike, plant height, type of straw, spike size, number of grains per spike, reaction to diseases, the weight of grains per spike, production, hectoliter or specific weight, type, and color of the grain. In the data analysis of the present investigation, the normality test (Kolmogorov) was generated and it was subjected to a non-parametric Kruskal Wallis analysis of variance. In the case of the variables that are evaluated by means of scales, a table of averages was generated, for data processing, the statistical software InfoStat was used. The results determined that the varieties that presented the best agronomic behavior were: for the performance parameter located in the A range, the INIAP-AMAZONAS 69 variety, with an average production of 6870.37 kg ha⁻¹, for the hectoliter weight indicator, the varieties which are located in the range A were INIAP-IMBABURA 2014 with 75.50 kg hl⁻¹ and INIAP-AMAZONAS 69 with 75.21 kg hl⁻¹, likewise, for the severity parameter, the improved varieties that had the highest level of resistance against yellow rust were INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-ATACAZO 69 and INIAP-ALTAR 82 with 0% affectation, for yellow spike rust there are 13 varieties that presented resistance levels (Table. 22), in the case of Fusarium 10 varieties presented resistance (Table. 24) and for yellow dwarf virus three varieties were the most resistant, INIAP-ATACAZO 69, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-ZHALAO 2003. With the data obtained, it is concluded that the improved variety for the study area is INIAP-IMBABURA 2014, so it is recommended to continue evaluating this and other improved varieties originating from INIAP, where positive results were identified.

Keywords: *Triticum aestivum* L., adaptation, productivity, Fusarium, *Puccinia striiformis*.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE CUADROS	xx
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	4
5. OBJETIVOS	6
5.1. Objetivo General.....	6
5.2. Objetivos Específicos	6
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:	7
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	9
7.1. Origen	9
7.2. Importancia.....	9

7.2.1.	Panorama a nivel Mundial	10
7.2.2.	Panorama en América Latina	11
7.2.3.	Panorama en el Ecuador.....	12
7.3.	Desarrollo del trigo en el Ecuador.....	12
7.4.	Clasificación Taxonómica	13
7.5.	Características Botánicas	14
7.6.	Ciclo Vegetativo	15
7.7.	Condiciones Agroecológicas.....	17
7.7.1.	Zonas de producción en el país	17
7.8.	Manejo del cultivo	18
7.8.1.	Selección del lote	18
7.8.2.	Preparación del suelo.....	18
7.8.3.	Desinfección de semilla	18
7.8.4.	Siembra.....	18
7.8.5.	Fertilización	19
7.8.6.	Control de malezas	20
7.8.7.	Desmezcla.....	20
7.8.8.	Cosecha	20
7.8.9.	Trilla.....	20
7.9.	Labores de post-cosecha.....	21
7.9.1.	Secado de Grano.....	21
7.9.2.	Limpieza y clasificación	21
7.9.3.	Ensacado e identificación de la semilla.....	21
7.9.4.	Almacenamiento.....	22
7.10.	Parámetros de evaluación y selección de cereales	22
7.10.1.	Escala de Zadoks.....	22

7.10.2.	Principales variables fenológicas, morfologías y agronómicas a ser evaluadas en los cereales.	25
7.10.2.1.	Fenológicas.....	25
7.10.2.1.1.	Emergencia	25
7.10.2.1.2.	Días al espigamiento.....	26
7.10.2.2.	Morfológicas.....	27
7.10.2.2.1.	Hábito de Crecimiento o Porte	27
7.10.2.2.2.	Altura de la planta.....	27
7.10.2.2.3.	Tipo de paja.....	28
7.10.2.2.4.	Tamaño de Espiga	28
7.10.2.2.5.	Número de granos por espiga	29
7.10.2.3.	Agronómicas.....	30
7.10.2.4.	Variables a Evaluar en Post- Cosecha.....	30
7.10.2.4.1.	Rendimiento	30
7.10.2.4.2.	Peso Hectolítrico o específico	30
7.10.2.4.3.	Tipo y Color de grano	30
7.11.	Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de trigo en Ecuador.	31
7.11.1.	Royas	32
7.11.1.1.	Roya Amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>)	32
7.11.1.2.	Roya de la hoja (<i>Puccinia Triticina</i>).....	32
7.11.1.3.	Roya de tallo (<i>Puccinia graminis Pers</i>).....	32
7.11.2.	Fusarium (<i>Fusarium spp</i>)	33
7.11.3.	Virus del enanismo amarillo (<i>Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV</i>)	34
7.11.4.	Manchas Foliares	35
7.12.	Variedades de trigo	36
7.12.1.	Variedades Criollas	36
7.12.2.	Variedades Mejoradas	36

8.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS	50
8.1.	Pregunta de investigación	50
8.2.	Hipótesis.....	50
9.	METODOLOGIA.....	50
9.1.	Ubicación	50
9.2.	Análisis Estadístico	51
9.3.	Diseño Experimental	51
9.4.	Manejo específico del experimento	51
9.4.1.	Fase de campo UTC	51
9.4.1.1.	Selección del lote.....	51
9.4.1.2.	Preparación del suelo	51
9.4.1.3.	Nivelación del terreno.....	52
9.4.1.4.	Trazado de parcelas	52
9.4.1.5.	Desinfección de semilla	52
9.4.1.6.	Siembra.....	52
9.4.1.7.	Riego	52
9.4.1.8.	Fertilización	52
9.4.1.9.	Control de malezas	53
9.4.1.10.	Controles Fitosanitarios	53
9.4.1.11.	Cosecha	53
9.4.2.	Fase de campo INIAP	53
9.4.2.1.	Trilla	53
9.4.2.2.	Secado del grano	53
9.4.2.3.	Humedad.....	53
9.4.2.4.	Limpieza del grano	53
9.4.2.5.	Almacenado y etiquetado	54
9.5.	Factores en estudio	54

9.5.1.	Variables.....	54
9.5.2.	Variables Independientes	54
9.5.3.	Variables dependientes	54
9.6.	Parámetros de Evaluación.....	55
9.6.1.	Fenología	55
9.6.1.1.	Porcentaje de Emergencia	55
9.6.1.2.	Días al Espigamiento	55
9.6.1.3.	Días a la cosecha	55
9.6.2.	Morfología	56
9.6.2.1.	Habito de crecimiento o porte	56
9.6.2.2.	Altura de planta	56
9.6.2.3.	Número de espigas por metro Cuadrado.	56
9.6.2.4.	Tipo de paja.....	56
9.6.2.5.	Acame del Tallo	57
9.6.3.	Agronómicos.....	57
9.6.3.1.	Porcentaje de Humedad en el grano.....	57
9.6.3.1.	Tamaño de espiga.....	57
9.6.3.2.	Reacción a enfermedades	58
9.6.3.3.	Número de granos por espiga.....	58
9.6.3.4.	Peso de granos por espiga.	58
9.6.3.5.	Rendimiento por unidad experimental	58
9.6.3.6.	Peso Hectolítrico o específico por unidad experimental.....	58
9.6.3.7.	Tipo y color de grano.....	58
9.7.	Distribución de la parcela experimental y neta.....	59
9.8.	Diseño del ensayo en campo.....	59
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	60
10.1.	Análisis de Normalidad	60

10.2.	Porcentaje de Emergencia (%)	61
10.3.	Hábito de crecimiento o porte	62
10.4.	Días al espigamiento	64
10.5.	Número de Espigas por metro cuadrado	65
10.6.	Altura Final.....	66
10.7.	Tipo de paja	68
10.8.	Tamaño de Espiga.....	69
10.9.	Número de Granos por Espiga	70
10.10.	Peso del grano por Espiga	72
10.11.	ENFERMEDADES.....	73
10.12.	Roya Amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	73
10.13.	Roya Amarilla en Espiga (<i>Puccinia striiformis</i>)	75
10.14.	Fusarium	77
10.14.	Virus del enanismo amarillo (<i>Barley Yellow Dwarf Virus, BYDV</i>)	78
10.16.	Rendimiento	80
10.17.	Peso Hectolítrico.....	81
10.18.	Tipo y Color de Grano	83
10.19.	Cuadro de ponderación de variables.....	85
11.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DE PROYECTO.....	87
12.	CONCLUSIONES.....	89
13.	RECOMENDACIONES	90
14.	REFERENCIAS	91
15.	ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Objetivos, actividades, resultado de la actividad (técnicas e instrumentos)</i>	7
Tabla 2	<i>Promedio del Panorama a nivel Mundial en años 1994-2020.</i>	10
Tabla 3	<i>La producción de trigo en América de Sur se encuentra representada a continuación:</i>	11
Tabla 4	<i>Taxonomía del trigo</i>	13
Tabla 5	<i>Características Botánicas Generales Del Trigo.</i>	14
Tabla 6	<i>Ciclo vegetativo del Trigo</i>	16
Tabla 7	<i>Condiciones Agroecológicas del trigo.</i>	17
Tabla 8	<i>Características principales de las variedades mejoradas de trigo (INIAP).</i>	38
Tabla 9	<i>Características agronómicas de las variedades mejoradas libreadas por parte INIAP en las últimas décadas.</i>	48
Tabla 10	<i>Normalidad de Kolmogorov para las variables</i>	61
Tabla 11	<i>Promedio generado para el (%) de Emergencia en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.</i>	62
Tabla 12	<i>Promedio generado para el Hábito de crecimiento o porte en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.</i>	63
Tabla 13	<i>Promedio generado para el Hábito de crecimiento o porte en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.</i>	64
Tabla 14	<i>Prueba de Kruskal Wallis para el Número de Espigas por metro cuadrado en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC – Salache 2022.</i>	66
Tabla 15	<i>Prueba de Kruskal Wallis para la Altura Final en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC – Salache 2022.</i>	67
Tabla 16	<i>Promedio generado para el Tipo de paja en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC – Salache 2022.</i>	69
Tabla 17	<i>Promedio generado para el Tipo de paja en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC – Salache 2022.</i>	70

Tabla 18 Prueba de Kruskal Wallis para el Numero de Granos por Espiga (#) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC – Salache 2022.....	71
Tabla 19 Prueba de Kruskal Wallis para el Peso del grano por espiga (g) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC –Salache 2022.....	73
Tabla 20 Prueba de Kruskal Wallis para <i>Puccinia striiformis</i> en % de severidad en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC –Salache 2022.	74
Tabla 21 Número de variedades de trigo según el Tipo de Reacción en roya amarilla	75
Tabla 22 Promedio generado para <i>Puccinia striiformis</i> en espiga (%) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC –Salache 2022.....	76
Tabla 23 Número de variedades de trigo según el Tipo de Reacción de roya amarilla en espiga.	77
Tabla 24 Promedio generado para <i>Fusarium</i> en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC –Salache 2022.	78
Tabla 25 Promedio generado para BYDV en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC – Salache 2022.	79
Tabla 26 Promedio generado para BYDV en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC – Salache 2022.	80
Tabla 27 Prueba de Kruskal Wallis para el Peso Hectolítrico en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC –Salache 2022	82
Tabla 28 Promedio generado para el Tipo y Color de Grano en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC – Salache 2022.	84
Tabla 29 Cuadro de ponderación de variables en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) en UTC – Salache 2022.	85
Tabla 30 Presupuesto para la implementación del proyecto de investigación en la Universidad Técnica de Cotopaxi	87

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 <i>Fases de desarrollo del trigo según la escala de Zadoks.</i>	23
Cuadro 2 <i>Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha utilizada en la presente investigación.</i>	23
Cuadro 3 <i>Para determinar el tipo de reacción a las royas se usa la siguiente escala.</i>	33
Cuadro 4 <i>Escala para determinar el grado de daño por virosis.</i>	34
Cuadro 5 <i>Condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus CEASA.</i>	50
Cuadro 6 <i>Escala de evaluación de emergencia en cereales.</i>	55
Cuadro 7 <i>Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales.</i>	56
Cuadro 8 <i>Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.</i>	57
Cuadro 9 <i>Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.</i>	59

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Evaluación de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) del INIAP bajo condiciones agroecológicas del campus Salache, UTC 2021 - 2022”

Fecha de inicio:

Diciembre 2021.

Fecha de finalización:

Agosto 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.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

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

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Ph.D. Carlos Torres Miño.

Co-Tutor: Ing. Mg. Javier Alberto Garófalo Sosa.

Lector 1: Ing. Mg. Francisco Hernán Chancusig.

Lector 2: Ing. Mg. Guido Euclides Yauli Chicaiza.

Lector 3: Ing. Ph.D. Jorge Fabián Troya Sarzosa.

Responsable del Proyecto: Alexis David Pogo Moreta

Teléfono: 0992994827

Correo electrónico: alexis.pogo1078@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

El trabajo de investigación se sustenta en el convenio de colaboración interinstitucional UTC – INIAP.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad existen programas que proponen el estudio de la variabilidad fenotípica en trigo, lo que permitirá conocer la similitud o disimilitud entre los individuos de una población; lo cual accederá, a la organización del material y selección de fenotipos de interés para el programa en futuras investigaciones de mejoramiento (Galo et al., 2014). Entre los años 1969 – 2014 INIAP ha liberado 18 variedades mejoradas de trigo, que con el transcurso del tiempo han perdido su desarrollo significativo de producción en el Ecuador, con una demanda de tan solo el 2% y una importación del 98%. El Programa de Cereales del INIAP pretende promover la evaluación de semillas en diferentes provincias, para identificar cuál de estas variedades mejoradas pueden ser aptas para la productividad. La propuesta de investigación aportará con la selección de las mejores variedades de trigo, con excelentes características agronómicas que permitirá aumentar las zonas de producción en el Ecuador para los agricultores que tengan similar o iguales condiciones agroecológicas de la zona de investigación, de esta manera se podrá reducir las pérdidas de la producción del trigo, lo que contribuirá al desarrollo agrícola de la Provincia. Además de ayudar a que los agricultores cuenten con semilla propia de buena calidad sin dependencia alguna. Lo que nos genera un alto impacto positivo, tanto económico como ambiental, las variedades mejoradas de trigo ayudarán a muchos agricultores a reducir la cantidad de Agroquímicos y fertilizantes para su producción, incrementando su competitividad en el mercado nacional e internacional generando mayores ingresos económicos.

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 las 100 comunidades de agricultores que están asociados con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) - La Estación Experimental Santa Catalina.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El trigo es uno de los granos más cultivados, además de ser una fuente de alimento esencial e imprescindible para el mundo. En el Ecuador se presenta un déficit en la producción de trigo desde hace más de 30 años, lo que ha afectado la producción triguera nacional. Por otro lado, la producción de trigo ecuatoriano cada año se ve afectada por diversos factores abióticos limitantes, como falta de agua, nutrientes, temperaturas extremas (Montenegro, 2012).

A nivel mundial, las técnicas de cultivo mejoradas y la selección genética han aumentado considerablemente su rendimiento, de menos de 10 qq ha⁻¹ en el año de 1900 y a más de 25 quintales en el año de 1990. Los rendimientos de trigo en los países de África y el Cercano Oriente en 10 quintales y en Egipto, Arabia Saudita en 35-40 quintales en tierras de regadío (Agropanorama, 2013).

Los rendimientos de trigo en los países de América del Sur se mantuvieron estables en 20 qq ha⁻¹, el trigo y sus derivados ocupan una gran importancia en la dieta familiar, pues constituyen el principal y más importante alimento en la composición de la canasta básica (Manangón, 2014).

A diferencia de Ecuador, donde el área de producción pasó de 76.230 a 14.566 hectáreas entre 1970 y 2010, así como, el rendimiento de 1,02 toneladas por hectárea a 0,90 toneladas por hectárea. Uno de los más bajos de América Latina y el mundo (Palma, 2014).

En Ecuador, según datos de la Encuesta Agropecuaria y Banco Central del Ecuador citados (Garófalo et al., 2011) “El consumo nacional de trigo supera los 450.000 millones de toneladas/año, resultando en un consumo superior a los 30 kg año⁻¹. Ecuador importa el 98% de sus necesidades internas de trigo y solo el 2% se produce localmente”, esto ha dado paso a la dependencia de las importaciones para abastecer el consumo interno. En la actualidad la producción y comercialización de trigo (*Triticum aestivum* L.) a nivel nacional ha tenido un descenso fuerte a través de los años. Para el 2016 se registró una “superficie plantada de 3225 ha” (INEC, 2016).

Se estima que las pérdidas de producción son por problemas fitosanitarios, las mismas que afectan a la espiga del trigo, dándonos como resultado una baja obtención de granos, estos problemas habitualmente se manifiestan por aplicar una agricultura tradicional, así como, el empleo en campo de semillas no certificadas y de baja calidad, también, por la utilización de

semillas que no están adaptadas a las condiciones agroclimáticas del sector a cultivarse. Con estos antecedentes la renovación de variedades, es un proceso necesario que busca generar nuevas variedades mejoradas, con características de resistencia a enfermedades, mayores rendimientos y que se adapten a las diferentes condiciones agroecológicas del Ecuador. En este contexto, el INIAP está impulsando el cultivo de trigo en el Ecuador, mediante la producción de semillas con énfasis en la generación de variedades mejoradas que presentan buenas características, con resistencia a las principales enfermedades y de buena calidad (INIAP, 2014b).

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

“Evaluar agro morfológicamente variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) originarias del INIAP en condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo 2021-2022.”

5.2. Objetivos Específicos

- Establecer el comportamiento agronómico de las 18 variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.), en condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.
- Comparar el rendimiento entre las 18 variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) que mejor se adaptan a las condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.
- Identificar cuáles son las mejores variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.), que se adaptan a las condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.
- Determinar la severidad y tipo de reacción a enfermedades de las 18 variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.), en condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - 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)

Objetivos	Actividades	Resultados De La Actividad	Medios De Verificación
<p>Evaluar el comportamiento agronómico de las 18 variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), en condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.</p>	<p>Evaluación de variables agronómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de granos por espiga - Peso de granos por espiga. - Porcentaje de emergencia - Días de espigamiento. - Hábito de crecimiento o porte. - Altura de planta. - Tipo de paja. - Tamaño de espiga 	<p>Promedio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de granos por espiga (#). - Peso de granos por espiga (g). - Porcentaje de emergencia (%) - Días de espigamiento (días). - Hábito de crecimiento o porte (escala de 1-3). - Altura de planta (cm). - Tipo de paja (escala de 1-3). - Tamaño de espiga (cm). 	<p>Fotografías, libro de campo y hoja de cálculo.</p>
<p>Comparar el rendimiento entre las 18 variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) que mejor se adaptan a las condiciones de campo abierto en la Universidad</p>	<p>Evaluación en post-cosecha:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento por unidad experimental - Peso Hectolítrico por unidad experimental 	<p>Promedio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rendimiento por unidad experimental (g parcela⁻¹). - Peso Hectolítrico o específico por unidad 	<p>Fotografías, libro de campo y hoja de cálculo.</p>

Continuación Tabla 1

Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.	– Tipo y color de grano.	experimental (kg hl ⁻¹). – Tipo y color de grano (Escala). –	
Identificar cuáles son las mejores variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), que se adaptan a las condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.	Se utilizará el Diseño de Bloques Completamente al Azar “DBCA” con tres repeticiones. Con la aplicación de un Análisis de varianza no paramétrico (Kruskal Wallis) y cuadros de promedio.	Identificar las mejores variedades de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), que posean el mejor potencial de adaptación y rendimiento, frente a las condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.	Hoja de cálculo. Infostat - Software estadístico.
Evaluar la severidad y tipo de reacción a enfermedades de las 18 variedades mejoradas de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.), en condiciones de campo abierto en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache.	Evaluación de severidad y tipo de reacción	Reacción a enfermedades severidad (%) y tipo de reacción (escala).	Fotografías, libro de campo y hoja de cálculo.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Origen

El trigo se originó en la antigua Mesopotamia. La evidencia más antigua del cultivo de trigo proviene de Siria, Jordania, Turquía, Israel e Irak. Hace unos 8 mil años, ocurrió una mutación o hibridación en el trigo silvestre, lo que resultó en un tetraploide con semillas más grandes que el viento no podía esparcir. Además existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticum dicoccoides*) y huellas de granos en barro cocido en Jarmo, que datan del año 6 700 A.C. (Ruiz et al., 2007).

La semilla de trigo fue introducida a la civilización del antiguo Egipto para dar inicio a su cultivo en el valle del Nilo desde sus primeros periodos y de allí a las civilizaciones griega y romana. La diosa griega del pan y de la agricultura se llamaba Deméter, cuyo nombre significa ‘diosa madre’, su equivalente en la Mitología romana es Ceres, de donde surge la palabra cereal (Fernandez, 2013).

La procedencia de la palabra trigo proviene del latín (*Triticum*) lo que significa quebrado, triturado o trillado haciendo referencia a la etapa en el cual se separa la semilla de su cascarilla (Edel & Rosell, 2007), lo que se obtiene al realizar este paso es el grano de trigo limpio, el cual es fácil de trasladar y almacenar, llevando a procesos de post-cosecha para obtener harina, siendo esta la materia prima para elaborar una gran variedad de sub-productos.

El trigo fue uno de los primeros cultivos que se cultivaron a principios de la revolución neolítica en el Cercano Oriente, más tarde se convirtió en uno de los alimentos básicos de los humanos en el viejo mundo. El trigo es un grano que Fray Jodoco Ricke introdujo al Ecuador alrededor de 1535 y creció en toda la Sierra, en altitudes entre 1800 y 3500 metros (Basantes, 2015).

7.2. Importancia

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es junto con el arroz y la cebada, es un cereal de gran importancia social, particularmente en lo que se refiere a la seguridad alimentaria, como resultado su consumo ha aumentado dramáticamente bajo la influencia del rápido crecimiento de la población, los cambios en los hábitos de consumo y los precios relativamente bajos de los subproductos previstos (Garófalo et al., 2011).

7.2.1. Panorama a nivel Mundial

Según Garófalo et al. (2011), el trigo es un cereal de gran importancia social por su alto contenido en nutrientes y energía, particularmente en lo que se refiere a la seguridad alimentaria, como resultado su consumo ha aumentado dramáticamente bajo la influencia del rápido crecimiento de la población. A lo que concuerda Juárez et al. (2014), es uno de los cultivos con mayor superficie cultivada. En términos de producción, el cultivo de trigo ocupa el cuarto lugar con 735 millones de toneladas, después de la caña de azúcar, el maíz y el arroz. Sin embargo, el trigo es el principal alimento del ser humano, seguido del arroz, la papa, la soya y el maíz.

El trigo se produce en 120 de los 193 países reconocidos por la ONU (Abadía, 2017), A continuación se detallan los 10 principales países productores de trigo en el mundo.

Tabla 2

Promedio del Panorama a nivel Mundial en años 1994-2020.

Promedio 1994 - 2020	
País	Toneladas
China	113,525,300.00
India	80,176,735.78
Estados Unidos de América	57,908,384.04
Rusia	51,081,096.44
Francia	36,106,711
Canadá	26,812,223.52
¡Alemania	22,357,804.04
Pakistán	21,658,026.19
Australia	21,150,529.04
Turquía	19,818,518.52

Fuente: (FAOSTAT, 2022) **Elaborado por:** (Autor, 2022)

El trigo es uno de los cereales más difundidos en el mundo debido a sus características de cultivo. El trigo tiene una amplia diversidad fenológica con un amplio rango de temperatura que va desde los 10 y 20 grados centígrados, capaz de adaptarse a la mayor parte de suelos agrícolas (Basantes, 2015).

7.2.2. Panorama en América Latina

Tabla 3

La producción de trigo en América de Sur se encuentra representada a continuación:

Promedio 1994 - 2020	
País	Toneladas (%)
Argentina	68
Brasil	20
Chile	5
Paraguay	3
Uruguay	2
Bolivia	1
Perú	1
Colombia	0.7
Ecuador	0.7
Venezuela	0.6

Fuente: (FAOSTAT, 2022)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Argentina es el país que produce más trigo en América Latina con un 68% de la producción total y en el mundo ocupa el doceavo lugar en la producción mundial de trigo alrededor del 3 % (Muñoz, 2020).

7.2.3. Panorama en el Ecuador

El trigo no constituye un cultivo con importancia agrícola en el Ecuador, sin embargo, junto con el arroz y la cebada es el cereal de mayor importancia en el país, con un consumo superior a 450000 TM/año, representando un consumo per cápita de aproximadamente 30 kg año⁻¹, 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).

Según Boletín situacional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2019) el trigo ecuatoriano es un 70% más caro que el trigo internacional. Por ese motivo sector molinero en el Ecuador ha decidido comprar trigo a un precio ente los 17.50 a 18 \$ el quintal y apoyar a los agricultores con capacitación y asistencia técnica en el cultivo. Para el 2019 la producción alcanzó las 5073 toneladas, representando el 0,6% de total de trigo que se requiere, por lo tanto, el país debe importar trigo para cubrir el abastecimiento de la demanda nacional.

Ecuador a nivel de América Latina tiene el rendimiento más bajo 0,7 toneladas por hectárea (Peñaherrera, 2013), mientras que, el rendimiento promedio en el mundo es de más de 1,3 toneladas / hectárea. Esto es cierto en países que se benefician de latitudes altas, donde los rendimientos se registran en 6,0 toneladas por hectárea (Censo Nacional Agropecuario, 2002).

7.3. Desarrollo del trigo en el Ecuador

El cultivo del trigo se introdujo en nuestro país durante la época colonial, y desde entonces se ha convertido en una de las industrias agrícolas más importantes y populares de la región Interandina. En Ecuador, el estado comenzó a investigar el trigo en 1956, bajo un programa del Consejo Nacional del Trigo. En 1963, este programa fue transferido al INIAP, con sede en la estación "Santa Catalina" (Muñoz & Calle, 2002), organismo encargado de la creación y desarrollo de nuevas variedades mejoradas de trigo. Rendimiento, adaptabilidad y resistencia a enfermedades. El cultivo de trigo era apto para los agricultores de la Sierra en altitudes entre 2.500 y 3.200 m.s.n.m. Para obtener los mejores resultados, el agricultor, además de seleccionar la variedad más adecuada, también debe tener en cuenta la ubicación geográfica y la altura de la zona de plantación (Manangón, 2014).

En 2019 Ecuador importó 1.18 millones de toneladas de trigo por un valor de 315.5 millones, ligeramente superior a lo registrado el año anterior, ubicándose en el puesto 32 a nivel mundial. Lo que representa cerca del 98% del consumo interno, aportado por países tradicionalmente exportadores de trigo como: Canadá (56%) y Estados Unidos (37%), el 7% restante, se divide entre los países de Argentina, Ucrania y Perú de manera marginal. Ecuador cultiva 3.138 hectáreas que se distribuyen en más de 10 provincias de la sierra ecuatoriana, los mayores productores son las provincias de Carchi con 902 (ha), Bolívar con 865 (ha), Pichincha con 443 (ha), Chimborazo 462 (ha), Imbabura con 192 (ha) y Otras con 270 (ha) (Ganadería, 2019).

En Ecuador, la mayoría de las variedades de trigo comercializadas son completamente resistentes a la roya Amarilla; Sin embargo, el patógeno ha desarrollado virulencia contra todos los genes de resistencia utilizados en el país hasta el momento. Lo que provoca una gran pérdida de rendimiento (Ochoa et al., 2007).

7.4. Clasificación Taxonómica

Tabla 4

Taxonomía del trigo

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

Fuente: (Agronomía, 2021)

7.5. Características Botánicas

Tabla 5

Características Botánicas Generales Del Trigo.

Órgano	Descripción
Raíz	Posee una raíz que se encuentra formada por raíces adventicias, permanentes y primarias siendo una raíz fasciculada o en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones que se extienden a lo largo y ancho de superficie, pueden llegar a medir desde los 25 a 30 cm de profundidad dependiendo las variedades y condiciones del suelo.
Tallo	Crece de acuerdo a las variedades, a medida que va creciendo la planta, se alarga y emite brotes que dan lugar a otros tallos que son los que constituyen los macollos. El tallo es de tipo herbáceo, siendo hueco formado por nudos y entre nudos que se alargan hacia la parte superior, la altura varía dependiendo la variedad de trigo que va desde los 0,5 a 2 m.
Hojas	Las hojas nacen en los nudos, poseen una forma lanceolada (alargada, recta y terminada en punta), con una longitud que va desde los 15 a 25 cm y de ancho con 0,5 a 1 cm, dependiendo la variedad de trigo.
Inflorescencia	la inflorescencia de una planta de trigo es una espiga, cuyo eje principal se encuentra compuesto de nudos y entrenudos; los entrenudos son angosto en la base y anchos en el ápice. La unidad que compone la espiga se denomina espiguilla y cada espiguilla se compone de brácteas estériles y de 2 a 5 flores poco vistosas que no presentan pétalos ni sépalos

Continuación Tabla 5

Flor	Consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillas, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.
Fruto	Es el grano, los granos son de forma ovalada con extremos redondeados y de un tamaño que va desde 0,3 a 0,4 cm. El grano se encuentra formado por una ranura en la parte ventral donde en un extremo se encuentra el germen y en el otro sobresale un mechón de pelos denominado brocha. El grano botánicamente es un cariósipide, o sea un fruto seco indehisciente, se encuentra formado por pericarpio y el endospermo; que es un depósito de alimento para el embrión representando el 82% del grano además de contener 70% de almidón, 12% de proteína y 1,7% de grasa.

Fuente: (Moreno et al., 2001; Nuñez, 2010; Muñoz, 2020; Pacheco, 2015; Vallejos, 2019)

Elaborado por: (Autor, 2022)

7.6. Ciclo Vegetativo

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

- **Período vegetativo:** Comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- **Período de reproducción:** Comienza desde el encañado hasta la terminación del espigado.
- **Periodo de maduración:** Alcanza desde el final del espigado hasta el momento de su cosecha.

(Allende, 2018)

Tabla 6
Ciclo vegetativo del Trigo

Fase Vegetativa	Descripción
Germinación	El poder germinativo del trigo se mantiene durante un periodo de 4 a 10 años, aunque para su utilización no debe pasar los 2 años, debido a que mientras más tiempo pasa, disminuye su poder germinativo. La humedad hace difícil su conservación por lo que no debe sobrepasar el 11%. El grano de trigo debe absorber agua para pasar del estado de vida latente al de vida activa, puede absorber de un 40% a un 65% de su peso en agua. La temperatura óptima de germinación del trigo está entre los 20 a 25 grados centígrados, pero puede germinar desde los 3-4°C hasta los 30-32°C.
Ahijamiento	El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos.
Encañado	Tiene lugar cuando las temperaturas comienzan a elevarse, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.
Espigado	El periodo de espigado es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración, extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. En la etapa de espigamiento los azúcares pasan de las hojas inferiores al grano, que se forman cuando las hojas se secan. La cantidad de agua necesaria para transferir las reservas al

Continuación Tabla 6

	grano de trigo hace que las raíces sean más susceptibles a secarse, por lo que el riego es tan importante en esta etapa.
Maduración	Es la última etapa del ciclo y corresponde a la acumulación de almidón en el grano, a partir de la cual el almidón producido por la fotosíntesis persiste en las últimas hojas y la espiga. El periodo de maduración inicia en la “madurez láctea” cuando las hojas inferiores están secas, pero las superiores y el resto de la planta sigue verde, posteriormente comienza la “maduración pastosa”, en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo.

Fuente: (Manangón, 2014; Narro et al., 1999; Allende, 2018)

Elaborado por: (Autor, 2022)

7.7. Condiciones Agroecológicas

Tabla 7

Condiciones Agroecológicas del trigo.

Requerimientos climáticos y edáficos	
Altitud	2000 a 3200 msnm
Temperatura	14 a 22 °C
Precipitación	600 mm a 700 mm durante el ciclo
Suelo	Franco arcilloso y Franco arenosos
pH	6.5 a 7.5

Fuente: (INIAP, 2014) **Elaborado:** (Autor, 2022)

7.7.1. Zonas de producción en el país

Callejón interandino. Las principales provincias productoras de trigo son: Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, Cañar y Loja registran el mayor aporte de grano de molienda y mayor superficie sembrada. (INIAP, 2014)

7.8. Manejo del cultivo

7.8.1. Selección del lote

El lote seleccionado para la producción de trigo debe cumplir con los siguientes aspectos:

- El lote no debe haber sido cultivado con ningún cereal el ciclo anterior.
- Es recomendable que no haya más del 5% en pendientes
- Debe ser un lote que haya sido cultivado papa, haba, chocho u otra leguminosa.

(Garófalo et al., 2011)

7.8.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizará con su debida anticipación (dos meses antes de la siembra), garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al lote. Una preparación del suelo consiste en un pase de arado y dos pases de rastra. Un terreno bien preparado favorece a la germinación y el establecimiento del cultivo. (Garófalo et al., 2011)

7.8.3. Desinfección de semilla

La semilla será desinfectada con Fludioxonilo (Celest) en dosis de $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla, lo que nos ayuda a reducir la diseminación de enfermedades transmitidas por semilla como son: carbonos, septoria y algunas especies de *Fusarium* sp., entre los más importantes. Finalmente después de la desinfección, la semilla se dejará secar el grano para no incrementar la humedad del grano (Garófalo et al., 2011).

7.8.4. Siembra

Según Garófalo et al., (2011), la siembra “debe realizarse al inicio de la época lluviosa, planificando que la cosecha coincida con la época seca, para no tener pérdidas en la calidad de grano”. En una forma englobada en el norte y sur del Ecuador los meses en los que se puede son febrero y marzo, mientras que en la región central de la sierra es recomendable entre los meses de noviembre y enero.

Es muy importante que el suelo este con una capacidad de campo adecuada, para verificar la humedad del suelo los agricultores realizan la prueba conocida como la del “puño” la cual consiste en coger en la mano una muestra de suelo y si la muestra se encuentra con la humedad

adecuada, al apretarlo no debería desprender agua, y así poder garantizar la germinación de la semilla. Además la siembra se la puede hacer por distintos métodos como dice Garófalo et al. (2011), de forma manual o mejor conocida como al “voleo” y mecanizada dependiendo de la maquinaria se la denomina como “sembradora” o “voleadora”.

La siembra mecanizada tiene cuenta con algunas ventajas sobre la siembra al voleo, tales como:

- Ahorro de semilla entre el 30-50%.
- Uniformidad en la distribución de los surcos.
- Establecimiento de la profundidad de siembra según las necesidades.
- Permite el laboreo entre líneas.

(Vallejos, 2019)

7.8.5. Fertilización

La recomendación media de fertilizante utilizado para obtener un rendimiento de 4 toneladas por hectárea será de:

- 80 kg de Nitrógeno
- 60 kg de Fósforo (P_2O_5)
- 50 kg de Potasio (K_2O)
- 20 kg de Azufre (S)
- 1 kg de Magnesio (MgO)
- 1 kg de Boro (B)
- 4 kg de Calcio (Ca).

Al momento de la siembra se debe aplicar:

- 250 kg de fertilizante compuesto 15-30-15+EM (elementos menores), lo que significa que el 20% del nitrógeno, junto con el 100% de Fósforo, Potasio y Azufre.
- En el macollamiento, se aplicará el 80% restante del nitrógeno en la etapa de Zadoks (Z 30) la (fertilización nitrogenada complementaria).

(Garófalo et al., 2011).

7.8.6. Control de malezas

Una adecuada preparación del lote seleccionado nos ayudara a controlar mejor la presencia de malezas. El uso de productos químicos para controles pre-emergentes pueden ser considerados si la incidencia de malezas es alta (Estrada, 2016).

Una vez implementado el cultivo, para controlar las malezas se pueden optar por dos maneras:

El control manual (deshierba) y el químico.

- Con 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, una vez que las plantas se encuentran bien ancladas en el suelo alrededor de (50-60 días después de la siembra) (Estrada, 2016).
- El control químico consistirá en la aplicación de un herbicida específico para malezas de hoja ancha, metsulfurón-metil en la etapa del macollamiento en la etapa de Zadoks (Z 20), en dosis recomendada por el fabricante (Garófalo et al., 2011).

7.8.7. Desmezcla

De acuerdo con Estrada (2016), 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.

En estas dos etapas es más fácil diferenciar plantas de otro tipo.

7.8.8. Cosecha

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

7.8.9. Trilla

Generalmente la trilla del grano se realiza con una trilladora estacionaria.

Además, se la puede realizar de forma manual o Mecánica.

- **Manual:** Se utiliza animales como (caballos, mulas o burros) o una vara (madera o varilla de hierro) en una “era”.
- **Mecánica:** La trilla mecánica se recomienda limpiar muy bien la trilladora antes de iniciar con esta labor, para evitar mezclas con otras variedades.

Después de la trilla el grano se lo debe limpiar, secar y clasificar para posteriormente recolectar en sacos para su comercialización (Garófalo et al., 2011).

7.9. Labores de post-cosecha

7.9.1. Secado de Grano

Posterior a la cosecha se procede al secado de la semilla hasta obtener una humedad de grano del 13% y evitar que se produzcan daños al momento de almacenar el grano (Garófalo et al., 2011).

7.9.2. Limpieza y clasificación

La semilla de estar libre de impurezas y ser clasificada por el tamaño, para lo que se utiliza un juego de dos zarandas:

- La primera zaranda es de (5 mm) de espesor que retiene las impurezas grandes y permite el paso de los granos grandes (gruesos) y pequeños (delgados)
- La segunda zaranda es de (3 mm) de espesor, que retendrá el grano grande (grosso) y permitirá el paso de grano pequeño (delgado) el cual no se lo puede considerar como semilla.

(Garófalo et al., 2011).

7.9.3. Ensacado e identificación de la semilla

Una vez la semilla se encuentre limpia, seca y clasificada se procede a colocar en sacos limpios y de buen estado. Los sacos deben estar bien identificados, por lo que se recomienda incluir una etiqueta con la siguiente información (Nombre del cultivo, Fecha de cosecha, Nombre del productor y peso) (Garófalo et al., 2011).

7.9.4. Almacenamiento

Terminadas las labores de pos-cosecha, los granos de trigo deben ser almacenados en un lugar seco, libre de humedad, que conste de una buena ventilación y además se encuentre libre de roedores, la semilla no debe tener contacto directo con el suelo o las paredes debido a que puede absorber la humedad (Garófalo et al., 2011).

7.10. Parámetros de evaluación y selección de cereales

7.10.1. Escala de Zadoks

El progreso del trigo es un proceso complejo en el que diferentes órganos de la planta crecen, se desarrollan y mueren, alcanzando una secuencia que a veces se superpone. La escala Zadoks (Cuadro 1) tiene 10 fases numeradas de 0 a 9 que describen el cultivo (Rawson, 2001).

Z0.0 Siembra

Z1.0 la semilla germina, el coleóptilo emergido alcanza la superficie del suelo

Z1.3; Z2.1 el cultivo tiene 3 hojas en el tallo principal; aparece el primer macollo

Z3.1 primer nudo perceptible inicio de encañado

Z3.9 hoja bandera totalmente emergida

Z5.5 el 50% de la espiga es visible

Z6.0 toda la espiga es visible

Z9.9 madurez de cosecha.

Fuente: (Rawson, 2001)

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 TP	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)

La Escala Zadoks (Cuadro 2) describe cada una de las etapas de desarrollo, porque utiliza un sistema de 2 dígitos para el desarrollo de la planta de trigo, dividido en 10 etapas principales, cada uno de los cuales se dividen en 10 sub-etapas, para un total de 100 etapas. (Herbek & Lee, 2009)

Cuadro 2

Escala descriptiva de las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación hasta la madurez de cosecha utilizada en la presente investigación.

0	Germinación
07	Emergencia del coleóptilo
09	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de la planta

Continuación Cuadro 2

11	Primera hoja desarrollada
12	Dos hojas desarrolladas
13	Tres hojas desarrolladas
14	Cuatro hojas desarrolladas
20	Macollaje
21	Un tallo principal y un macollo
23	Un tallo principal y tres macollos
25	Un tallo principal y cinco macollos
27	Un tallo principal y siete macollos
30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible
40	Preemergencia floral
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida

Continuación Cuadro 2

59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	Grano lechoso
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	Grano pastoso
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	Madurez
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)

Fuente:(Zadoks et al., 1974)

7.10.2. Principales variables fenológicas, morfologías y agronómicas a ser evaluadas en los cereales.

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

7.10.2.1. Fenológicas

7.10.2.1.1. Emergencia

La emergencia consiste en evaluar visualmente el número de plantas emergidas en la parcela, expresándolo como bueno, regular y malo, con sus respectivos porcentajes. Las etapas de desarrollo en las que se deben evaluar son **Z 12 o Z 13** cuando se observa de 2 a 3 hojas desarrolladas según la escala de Zadoks (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 presentes en la zona, antes y después de la siembra (precipitación, temperatura, entre otros).

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.1.2. Días al espigamiento

Es el número de días contados desde la siembra hasta que aparezcan las espigas de las plantas en la parcela. Se realiza de forma visual, evaluando el número de días desde la siembra hasta que el 50% de espigas de la parcela aparecen en su totalidad, a lo que se recomienda hacer visitas continuas debido a que los materiales florecen en diferentes días, según la escala de Zadoks comienza en la etapa **Z 55** donde se inicia la mitad de la inflorescencia emergida (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.

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.2. Morfológicas

7.10.2.2.1. Hábito de Crecimiento o Porte

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, según la escala de Zadoks comienza desde la **Z 20** a la **Z 29**, es decir, toda la etapa de macollamiento (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

Este parámetro está ligado directamente con la constitución genética del germoplasma, por lo que, la presencia de genes de vernalización dará la característica de Postrado. Otros factores importantes son:

- Temperatura,
- Precipitación,
- Fotoperiodo u horas luz
- Nutrientes del suelo.

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.2.2. Altura de la planta

Es el tamaño final que alcanza la planta durante su desarrollo completo. Se realiza empleando una regleta, evaluando desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga (cm). La evaluación de este parámetro se realiza en la etapa **Z 91** según la escala de Zadoks, cuando el cultivo ha alcanzado la madurez comercial “CARIÓPSIDE DURO (DIFÍCIL DE DIVIDIR)” (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

- Este parámetro se ve afectado por factores como:
- Disponibilidad de nutrientes
- Alta precipitación
- Pisos altitudinales
- Condiciones climáticas
- Sequía
- Nubosidad

- Fotoperiodo
- Temperatura
- Factores genéticos

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.2.3. Tipo de paja

Es la dureza y flexibilidad del tallo de la planta para tolerar el viento y el acame del cultivo. La evaluación depende mucho del criterio del técnico (personal) y de las condiciones climáticas que se presentan durante el desarrollo del cultivo, para el registro de este parámetro, según la escala de Zadoks es la **Z 91**, “CARIÓPSIDE DURO (DIFÍCIL DE DIVIDIR)” (Ponce et al., 2019)

Factores a considerar:

- Nutrición
- Alta precipitación
- Pisos altitudinales
- Condiciones climáticas
- Sequía
- Densidad
- Nubosidad
- Viento
- Fotoperiodo

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.2.4. Tamaño de Espiga

Es el tamaño final que ha alcanzado la espiga hasta su madurez comercial. La espiga se mide desde la base hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas. Se usa una regla y se expresa en (cm), según la escala de Zadoks se la efectúa en la etapa **Z 92** donde el “CARIÓPSIDE ES DURO (NO SE MARCA CON LA UÑA)”. En el cual es necesario tomar al azar al menos 10 espigas para sacar un promedio y poder estimar la productividad del cultivo (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

Este parámetro se ve afectado por factores como:

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

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.2.5. Número de granos por espiga

Es el número de granos que obtiene la espiga durante su desarrollo. Esta medida es visual, para realizar esta evaluación se debe tomar al menos 10 espigas al azar y contar manualmente el número de granos que tiene cada una y sacar un promedio, lo que nos permite estimar el nivel de productividad del cultivo (Ponce et al., 2019).

Factores a considerar:

A pesar que este parámetro viene definido genéticamente, se ve afectado directamente por factores como:

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

(Ponce et al., 2019)

7.10.2.3. Agronómicas

7.10.2.4. Variables a Evaluar en Post- Cosecha

Existen varias variables que se deben evaluar en post-cosecha las cuales nos permiten seleccionar el germoplasma que cumpla con los parámetros de calidad que requiere el consumidor final (Ponce et al., 2019).

7.10.2.4.1. Rendimiento

Nos muestra básicamente la producción potencial que puede alcanzar el grano de cada material por lo que 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: Este parámetro se ve afectado por factores tanto bióticos como plagas y enfermedades, abióticos tal son el clima, suelo, agua, temperatura, nubosidad, nutrientes, pH, granizadas, heladas, etc. (Ponce et al., 2019).

7.10.2.4.2. Peso Hectolítrico o específico

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

Factores a considerar:

Todos los factores relacionados con el llenado de grano influyen directamente sobre este parámetro, tanto bióticos (plagas y enfermedades), como abióticos (clima, temperatura altas y bajas, nutrientes, agua, pH, luminosidad, nubosidad, etc), y la humedad del grano (Ponce et al., 2019).

7.10.2.4.3. Tipo y Color de grano

Una vez que el grano está totalmente seco se comienza a evaluar, es la calificación que toma el grano de acuerdo con su color, forma, tamaño, uniformidad o daño (Ponce et al., 2019).

Factores que lo afectan:

Este es un factor genético, que puede estar influenciado por las precipitaciones y temperaturas presentes al final del ciclo del cultivo, y por la incidencia de enfermedades que afectan a la espiga (Ponce et al., 2019).

7.11. Principales plagas y enfermedades que afectan el cultivo de trigo en Ecuador.

Según Nuñez (2010), el Ecuador no tiene plagas de importancia económica para el cultivo de trigo, en ocasiones se presentan pequeños ataques de áfidos (*Rhopalosiphum padi*) más conocidos como “pulgonos”, insectos chupadores que extraen la savia de la planta, atacando las hojas y las espigas del cultivo, los mismos que se combaten con la presencia de las lluvias. Teniendo en cuenta a Ponce et al. (2019) en el Ecuador las enfermedades más limitantes para los de cereales son las royas, caracterizadas por ser un patógeno policíclico que puede mutar con gran facilidad; otras enfermedades importantes son:

- Fusarium sp,
- Virus del enanismo de la cebada,
- Helminthosporium,
- Escaldadura,
- Septoria
- Carbón

La evaluación de enfermedades se debe realizar en los dos primeros estados de desarrollo fenológicos de la planta, la primera Z37 y Z39, y la segunda Z55 y Z59 etapa según la escala de Zadoks, especialmente se debe observar en la hoja bandera ya que es la responsable del 80 al 90% de la materia seca acumulada de los granos (Ponce et al., 2019).

Para realizar una evaluación acertada de las enfermedades en los cereales es necesario diferenciar algunos conceptos básicos como: incidencia y severidad (Ponce et al., 2019).

- **Incidencia:** La incidencia nos indica la presencia o ausencia de una determinada enfermedad en la planta, independientemente de la gravedad de su ataque y/o distribución.

- **Severidad:** Variable que nos permite cuantificar la presencia y daño causado por una enfermedad expresada en porcentaje del tejido dañado de la planta. Según la enfermedad existen diferentes escalas que se pueden emplear

7.11.1. Royas

Dicho con palabras de Ponce et al. (2019), Las royas son parásitos biótrofos muy especializados que atacan sólo a ciertos hospedantes, poseen un micelio intercelular y haustorios que aparecen en cualquier parte aérea de la planta, atacan principalmente a las hojas, tallos y la espiga. 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 casos extremos pueden llegar al 100% de pérdida en el rendimiento del cultivo.

7.11.1.1. **Roya Amarilla** (*Puccinia striiformis*)

Ataca al trigo, cebada y triticale, puede atacar tanto al follaje como a las espigas. Se caracteriza por su color amarillo y crecimiento rectilíneo o estriado en dirección de las nervaduras de las hojas.

Condiciones ambientales favorables: Temperaturas entre 10 y 15 °C y agua libre durante por lo menos 6 horas (Ponce et al., 2019).

7.11.1.2. **Roya de la hoja** (*Puccinia Triticina*)

Se caracteriza porque las pústulas tienen forma circular o ligeramente elíptica y su distribución no sigue ningún patrón el color de las pústulas fluctúa entre el anaranjado y el café anaranjado.

Condiciones ambientales favorables: Temperaturas óptimas entre 15-20°C con rocío o agua libre por no menos de 6 horas (Ponce et al., 2019).

7.11.1.3. **Roya de tallo** (*Puccinia graminis Pers*)

La roya del tallo puede afectar al trigo, cebada, triticale, avena y otras gramíneas semejantes. Se caracteriza tener pústulas en forma de (masas de uredosporas) color café oscuro, cuando la infección es intensa las esporas emergen de la epidermis dando una apariencia áspera y agrietada, se las encuentra en los tallos, espiga y dos lados de la hoja.

Condiciones ambientales favorables: Temperaturas óptimas entre 20°C o más con rocío o agua libre por no menos de 6 horas. (Ponce et al., 2019).

Cuadro 3

Para determinar el tipo de reacción a las royas se usa la siguiente escala.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

7.11.2. *Fusarium* (*Fusarium spp*)

Produce un blanqueamiento prematuro en las espigas infectadas, cuando los síntomas están bien desarrollados se puede observar masas de esporas y micelio rosado salmón, se puede evidenciar en los granos cosechados los cuales pierden su peso y forma. Produce micotoxinas peligrosas para la salud humana y animal. A más de que se puede transmitir a través de las semillas, por lo que es fundamental el uso de semillas de calidad (certificadas). Este hongo puede vivir en el suelo, por lo que la rotación de cultivos y la eliminación del rastrojo son medidas para prevenir esta enfermedad (Ponce et al., 2019).

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 – pastoso.

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

Esta enfermedad es causada por virus que son transportados mediante un vector, es este caso por los pulgones, puede producir enanismo por la falta de elongación de los entrenudos, la pérdida de color de las hojas que se extiende desde el ápice y por los márgenes hacia la base. El amarillamiento es típico de cebada y trigo, se manifiesta con una coloración roja o púrpura. Dependiendo de la raza del virus puede o no causar enanismo, su inoculación está en relación el desarrollo y variedad de la planta (Ponce et al., 2019).

Condiciones ambientales favorables: Bajas precipitaciones o sequías prolongadas favorecen el apareamiento de esta enfermedad. Una alta intensidad de luz, siendo favorable las zonas cálidas y temperaturas relativamente frescas (15-20 °C).

Su evaluación se la realiza de forma visual, y se utiliza la escala descrita por Schaller y Qualset. (Cuadro 4).

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.

Continuación Cuadro 4

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)

7.11.4. Manchas Foliare

Entre las principales manchas foliars que se presentan en los cereales especialmente en el cultivo de trigo es:

- (*Helminthosporium triticirepentis*), que se caracteriza por presentar manchas de color café que pueden presentar diferente forma.
- La “escaldadura” o (*Rhynchosporium secalis*), que ataca a todos los órganos de la planta, presentándose manchas aisladas o agrupadas, de forma romboidal y de color verde oliváceo claro a verde grisáceo.
- El tizón foliar causado por (*Septoria tritici*) y el tizón de la gluma causado por (*Septoria nodorum*) son los hongos que más daños causan en los cereales, especialmente en trigo. Los síntomas se presentan en las hojas inferiores como manchas de color amarillo pajizo, luego en la parte superior se presentan manchas de forma ovalada, de color amarillo verdoso o gris verdoso. En las lesiones se observan puntos negros (Ponce et al., 2019).

Condiciones ambientales favorables: Se presentan cuando el clima es fresco (10 – 15 °C), prolongadamente húmedo y nublado. Altas precipitaciones con días parcialmente nublados, favorecen el desarrollo de la enfermedad. A más de que estas enfermedades se pueden transmitir por la semilla por lo que es necesario el uso de semilla de calidad (Ponce et al., 2019).

7.12. Variedades de trigo

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo nos enseña que podemos clasificar en dos grupos las variedades de trigo, como pueden ser:

7.12.1. Variedades Criollas

Son aquellas que se son cultivadas por los agricultores, estas variedades se las encuentra en todas las provincias del callejón interandino y son susceptibles a la mayoría de enfermedades por lo que sus rendimientos son muy bajos en cuestión de producción, en el Ecuador se han identificado algunas como son el trigo: Negro, Crespa, Izobamba, Samacá, Itac y Zugamuxi (Basantes, 2015).

7.12.2. Variedades Mejoradas

Según CIMMYT (1992), son aquellas que han formado parte de un largo proceso de 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. Como dice Jiménez (2009) que las variedades mejoradas deben tener altos rendimientos, características uniformes y un comportamiento consistente y predecible, que permita identificarla y facilitar su multiplicación. Teniendo en cuenta a Matus & Vega, (2004) una variedad mejorada tiene que ser capaz de producir un grano de calidad, 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. Entre las buenas prácticas de manejo del cultivo conforman:

- La buena preparación de suelo
- Dosis de semilla
- Uso de semilla certificada
- Fecha de siembra adecuada
- Control de malezas

- Fertilización
- Riegos de ser necesario

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.

Tabla 8

Características principales de las variedades mejoradas de trigo (INIAP).

VARIEDADES MEJORADAS	PROPOSITO					
	Institución responsable de su obtención	Origen genealogía	Lugar y fecha de obtención	Densidad de Siembra		Características alimenticias e industriales
				Maquina (kg/ha)	Manuales (kg/ha)	
INIAP-AMAZONAS 69	Obtenida en la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP después de una minuciosa selección y adaptación en el lapso de ocho años.	Esta variedad tiene como origen a los siguientes: (Salles/Mc Murachy- mayo x Maida – Kenya 117 A) Frontana / kenya 58 – New thatcher.	“Amazonas 69” por su magnífico grado de adaptación en las provincias de Bolívar y Chimborazo (San Simón, San Lorenzo, Tixàn, Alausí, Chunchi, etc).			El grano “Amazonas 69” es redondo y de buenas características de panificación.
INIAP-ATACAZO 69	Obtenida en la Estación Experimental la “Santa Catalina” del Instituto Nacional de	Esta variedad tiene como origen a los siguientes: Yaqui 48 x Kenya 58/New Thatcher x Frocor x Kenya AD/Gabo.	“Atacazo 69” Se adapta bien en terrenos del tipo “negro andino del páramo”, puede sembrarse para la zona			“Atacazo 69” es una variedad de buenas características

Continuación Tabla 8

	Investigaciones Agropecuarias – INIAP.		comprendida entre el Carchi y Chimborazo. En las provincias del sur: Cañar, Azuay y Loja			para molienda y panificación.
INIAP-RUMIÑAHUI 69	Obtenida en la Estación Experimental la “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, después de una minuciosa selección y adaptación en el lapso de seis años.	Los progenitores de esta variedad son: Maida – Mc Muracy/Exchange x (África-Mayo)				Buenas características para molienda y panificación.
INIAP-ROMERO 73	Obtenida en la Estación Experimental la “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias	Los progenitores son los siguientes: Frocor - Kenya 58/Newthatch x Bonza ³				Buenas características para molienda y panificación

Continuación Tabla 8

INIAP-ANTISANA 78	Obtenida en la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP. Su potencial de adaptación fue evaluado durante seis años de cultivo.	Los progenitores de la variedad “Antizana 78” son los siguientes: Ciano “Sib” Gallo	Es una línea que fue introducida al país, como material avanzado de México.	110 a 120	120 a 130	Posee buena aptitud molinera y panadera.
INIAP-CHIMBORAZO 78	Introducida en 1964, al Programa de Trigo como línea avanzada, después de ser evaluada durante ocho años en la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP y en 30 localidades del área triguera del país.	Los progenitores de la variedad “Chimborazo 78” son los siguientes: Sonora 64 A – Selkirk ⁶ /Andes ³ x Marroqui/Renown ² x Bonza ²	Provincia del Carchi	110 a 120	120 a 130	

Continuación Tabla 8

INIAP-ALTAR 82	Obtenida en la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP, durante un proceso de selección de seis años (1968 - 1973) hasta que la variedad fijo sus características.	Esta variedad se originó a partir de un cruzamiento realizado en 1967 combinando a los siguientes progenitores: Tezanos Pinto Precoz – Sonora 64A x Desconocido – Frocor. El Pedigrí de INIAP – ALTAR es: E – II – 67 – 3965 – Ie – Oe – Oe – 3E (E/e= Ecuador).	Estación Experimental “Santa Catalina” (1974 - 1978) y las pruebas de adaptación regional e incremento de semilla se llevaron a cabo durante un periodo de 4 años, en diferentes localidades de la región interandina.	120	140	Buenas características de panificación y molienda.
INIAP-TUNGURAHUA 82	Se originó de un cruzamiento realizado en la Estación Experimental la “Santa Catalina” del INIAP, en el año 1968. El proceso de selección duro 6 años (1968 - 1973).	Se combinaron las características de la variedad Amazonas y de una línea avanzada con diferentes padres: Amazonas (Frocor2 – Frontana x Yaqui/47774) Frocor – Mayo 542 /4777. El Pedigree es: E – II – 68 – 5512 – 7e – Oe – Oe – 6E (E/e= Ecuador).	La Estación Experimental “Santa Catalina”, durante el periodo de 1974 a 1977 realizo pruebas de rendimiento y evaluación de enfermedades. Las pruebas regionales de adaptación y rendimiento fueron realizadas en el periodo	130	150	Buenas características de panificación y molienda.

Continuación Tabla 8

			1978 – 1982, en diferentes localidades de la región interandina.			
INIAP-COTOPAXI 88	Obtenida en la Estación Experimental “Santa Catalina” del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP.	Se originó por los cruzamientos entre las siguientes variedades: Sonora 64, Tezamos Pinto Precoz, Yaqui 50, Napo, LAC-617 (67A) y la variedad búho.		130	140.	Buenas características de panificación.
INIAP-COJITAMBO 92	Introducido del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en el año de 1983.	Se originó por los cruzamientos entre las siguientes variedades: BONANZA/YECORA/3/F.3575/KALIAN-ZONA/BLUEBIRD			135	
INIAP-QUILINDAÑA 94	Fue introducida al programa como una línea avanzada en 1985 e identificada con el número 53, en el vivero de enfermedades y observación de Latinoamérica (VEOLA).	Tiene la siguiente cruce y pedigree: Cruza: PEG“S” /PF70354/4/KAL/BB//ALD“S”/3/MRNG, Pedigree: CM58340-A-1Y-2Y-3M-2Y-1M-OY	A partir de 1989 se realizaron las pruebas regionales de adaptación, estabilidad de rendimiento, resistencia a enfermedades y calidad industrial, en diferentes	125	130	Alto potencial de rendimiento y buena calidad industrial (galletería) y una calidad

Continuación Tabla 8

	Las pruebas preliminares de rendimiento y evaluación de enfermedades se llevaron a cabo en la Estación Experimental la “Santa Catalina” del INIAP, durante el periodo de 1986 a 1988.		áreas cerealeras del Callejón Interandino.			panadera regular.
INIAP-SANGAY 94	Introducida, como línea avanzada, en 1985 desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo – CIMMYT, con sede en México, que año tras año envía material genético al Programa de Cebada y Trigo del INIAP.	Cruza: MAYA/MONCHO “S”//KAVKAZ/TRM, Pedigree: CM-44083-N-2Y-2M-1Y-1M-1Y-1M-OY	DE 1988 A 1993 se evaluó en ensayos de adaptación y estabilidad de rendimiento a nivel regional en varias zonas trigueras del Callejón Interandino.			Buena aptitud panadera
INIAP-COTACACHI 98	La cruza fue realizada en Kenia, fue introducida al programa de trigo del CIMMYT y en 1994 fue	Cruza: K.POPO/MBUNI	En 1995 fue evaluada en un ensayo preliminar (sin repeticiones) de rendimiento, en 1996	100 – 120	130 - 150	Aptitud panadera: Regular Aptitud

Continuación Tabla 8

	introducida como línea segregante F8 al Programa de Cebada, Trigo y Quinua del INIAP.		fue evaluada en un ensayo de rendimiento con repeticiones en la Estación Experimental la “Santa Catalina” y en 1997 formo parte del ensayo de líneas elites, el mismo que fue evaluado “Santa Catalina” y en siete sitios del Callejón Interandino.			galletera: Buena
INIAP-ZHALAO 2003	La cruza fue efectuada por el Programa de Cereales de la Estación Experimental la “Santa Catalina” en el año 1997, año en el cual se realizó la siembra y multiplicación de la F ₁ en invernadero.	Es una nueva variedad de trigo harinero que proviene de la cruza: COJITAMBO 92/FINK/IA 8834, de acuerdo al historial de selección E97-20183-19E-0E-1E-0E-0E-0E-0E.	En el 2001 paso a la Estación Experimental “Chuquipata” la generación, se evaluó participativamente integrado Ensayos Exploratorios y de adaptación, ubicados en campos de agricultores de varias localidades	130	150	Aptitud Panadera: Buena

Continuación Tabla 8

			contempladas en el proyecto INIAP-PRODUZA en Cañar y Loja.			
INIAP-MIRADOR 2010	Es una variedad de trigo desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP.	La variedad proviene de la cruce: TINAMOU/MILAN, realizadas en la estación Experimental Santa Catalina en el año 1997.	A partir del año 2000, INIAP-MIRADOR 2010 fue evaluada en varias localidades de la provincia de Bolívar.	120	135	Aptitud Panadera: Buena
INIAP-SAN JACINTO 2010	Es una variedad de trigo panadero originada en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).	Pedigrí: SERI/ATTILA con un historial de selección CMSS93Y004S-18Y-3B-3Y-0100B-0E	En el año 1998 ingreso a Ecuador y fue seleccionado en la Estación Experimental “Santa Catalina” del – INIAP. A partir del año 2000, fue evaluado en varias localidades de la Sierra Centro Norte.	120	135	Aptitud Panadera: Buena
INIAP-VIVAR 2010	Proviene del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de	Pedigrí: Irena/Babax//Pastor y con un historial de selección: CMSS96M05638T-	Introducida a Ecuador en el año 2003 por el Programa de Cereales de la Estación	120	135.	Aptitud Panadera: Buena

Continuación Tabla 8

	México, donde fue registrada como BERKUT.	040Y-26M-010SY-010M-010SY-4M-0Y-011Y	Experimental del Austro. A partir de este año, fue evaluado en varias localidades del Austro del País.			
INIAP-IMBABURA 2014	Es una línea de trigo harinero desarrollado en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, registrada con el nombre de TINAMOU	Historial de selección: CM 81812-12Y-06PZ.4Y-1M10Y-5M-0Y-3S-0Y-0E-0E-0E-0E	Introducido a Ecuador en el año 1999 en el vivero 10TH HRWSN (High Rainfall Wheat Screening Nursery), evaluada y seleccionada como una línea con características deseables, es así que desde el año 2000 hasta 2004 estuvo formando parte de los ensayos de rendimiento en la Estación Experimental "Santa Catalina". Y a partir del año 2009 fue evaluado en varias	120	135	Aptitud Panadera: Buena

Continuación Tabla 8

			localidades de la Sierra Ecuatoriana en Campos de Productores.			
--	--	--	--	--	--	--

Fuente: (Camino et al., 2008; Coronel et al., 1993, 2010; Falconi et al., 2010, 2014; Lalama, n.d., 1978a, 1978b; Rivadeneira et al., 2010, n.d., 2003; Rodriguez, L.; Racines, 2008; Sanchez & Lalama, n.d.; Urbano et al., 1991; Urbano & Tola, 1984b, 1984a)

Elaborado por: (Autor, 2022)

Tabla 9

Características agronómicas de las variedades mejoradas libreadas por parte INIAP en las últimas décadas.

VARIETADES MEJORADAS	CARACTERÍSTICAS												
	Ciclo vegetativo (días)	Espigamiento (días)	Altura (cm)	Tallo	Tipo y color de espiga	Rendimiento (t /ha)	Peso Hectolítico (kg/hl)	Color grano	Enfermedades				Rangos de Adaptación (msnm)
									Roya amarilla <i>(Puccinia striiformis)</i>	Roya de la hoja <i>(Puccinia triticina)</i>	Enanismo amarillo de cereales	Fusarium	
INIAP-AMAZONAS 69				Resistente al vuelco	Barbada – Café	4,2			Moderadamente Resistente	Moderadamente Resistente			2000 - 2800
INIAP-ATACAZO 69			100 - 120	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	4			Resistente	Resistente			2800 - 3200
INIAP-RUMIÑAHUI 69				Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	3,5			Moderadamente Resistente	Moderadamente Resistente			2000 - 3000
INIAP-ROMERO 73	150		100	Resistente al vuelco	Mutica – Blanca	4		Café	Moderadamente Resistente	Moderadamente Susceptible			2000 - 2900
INIAP-ANTISANA 78	163	73	90	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	5		Café Claro	Moderadamente Susceptible	Resistente			2500 - 2800
INIAP-CHIMBORAZO 78	180	85 - 90	100	Resistente al vuelco	Mutica – Blanca	4,5	76 - 78	Café oscuro	Moderadamente Resistente	Tolerante			2700 - 2900
INIAP-ALTAR 82	180 - 195	80 - 90	100 - 110	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	2,0 - 4,0	71 - 76	Rojo	Resistente	Moderadamente Resistente			2800 - 3200
INIAP-TUNGURAHUA 82	165 - 175	70 - 80	100 - 110	Resistente al vuelco	Barbada – Café	3	71 - 78	Rojo	Resistente	Moderadamente Resistente			2900 - 3200
INIAP-COTOPAXI 88	160 - 180	77 - 85	90 - 105	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	3	72 - 75	Ámbar		Resistente	Resistente		2500 - 3200

Continuación Tabla 9

INIAP-COJITAMBO 92	175 - 185	85 - 90	80 - 90	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	3 - 5,0	73 - 80		Resistente	Resistente	Tolerante		2200 - 3200
INIAP-QUILINDAÑA 94	175 - 185	80 - 85	110 - 115	Resistente al vuelco	Barbada - Blanco/Marfil	4,4	63 - 81,9	Rojo	Resistente	Resistente		Tolerante	2500 - 3200
INIAP-SANGAY 94	181 - 186	75 - 85	105 - 120	Resistente al vuelco	Barbada – Blanca	4,4	66 - 80	Ámbar	Moderadamente Resistente	Moderadamente Resistente	Tolerante	Tolerante	2800 - 3200
INIAP-COTACACHI 98	129 - 184	93 -100	95 -120	Resistente al vuelco	Barbada - Blanco/ámbar	2,7 - 5,2	73 - 77	Rojo	Susceptible	Susceptible	Susceptible	Susceptible	2500 - 3200
INIAP-ZHALAO 2003	175 - 180	85 – 90	85 - 95	Tolerante al vuelco	Barbada – Blanca	4,7	78,2	Blanco	Resistente	Resistente	Resistente	Resistente	2200 - 3200
INIAP-MIRADOR 2010	160 - 170	80 – 85	92	Tolerante al vuelco	Barbada – Compacta	4	75 - 79	Blanco	Susceptible	Susceptible		Resistente	2000 - 3000
INIAP-SAN JACINTO 2010	160 - 170	80 – 85	88	Tolerante al vuelco	Barbada – Compacta	4	75 -79	Blanco	Susceptible	Susceptible		Susceptible	2200 - 3000
INIAP-VIVAR 2010	165 - 175	80 -90	85 - 95	Tolerante al vuelco	Barbada – Compacta	5,0 - 6,0	76	Blanco	Intermedia	Resistente		Resistente	2400 - 3000
INIAP-IMBABURA 2014	160 - 180	85	105	Resistente al vuelco	Barbada – Compacta	4	79,5	Rojo	Susceptible	Susceptible		Susceptible	2000 - 3000

Fuente: (Camino et al., 2008; Coronel et al., 1993, 2010; Falconi et al., 2010, 2014; Lalama, n.d., 1978a, 1978b; Rivadeneira et al., 2010, n.d., 2003; Rodriguez, L.; Racines, 2008; Sanchez & Lalama, n.d.; Urbano et al., 1991; Urbano & Tola, 1984b, 1984a)

Elaborado por: (Autor, 2022)

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPOTESIS

8.1. Pregunta de investigación

¿Existen variedades mejoradas de trigo originarias del INIAP que pueden adaptarse a condiciones de campo abierto en el Campus Salache?

8.2. Hipótesis

- **Hipótesis alternativa:** Alguna o algunas variedades mejoradas de trigo del INIAP se adaptarán a las condiciones del lugar en estudio presentando rendimientos óptimos de grano.
- **Hipótesis nula:** Alguna o algunas variedades mejoradas de trigo del INIAP no se adaptarán a las condiciones del lugar en estudio y no presentarán rendimientos óptimos de grano.

9. METODOLOGIA

9.1. Ubicación

- La primera fase del desarrollo de la investigación se la realizo en la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi a una altitud de 2.750 msnm
 - ✓ **Longitud:** 78°37'14''Oeste
 - ✓ **Latitud:** 00°59'57''Sur
 - ✓ Presenta las siguientes condiciones agroecológicas:

Cuadro 5

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

Clima	Seco templado frío
Temperatura	14,2
Humedad relativa	82%
Pluviosidad	684,9
Suelo	Franco Arenoso

Elaborado por: (Autor, 2022)

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

9.2. Análisis Estadístico

Los datos recolectados de las diferentes variables, se determinó la normalidad a través de la prueba de Kolmogorov smirnov y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. Para la significancia estadística, en las variables que presentaron normalidad se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y para la separación de medias se realizó la prueba de Tukey al 5%. Para las variables evaluadas con escalas se elaboró un cuadro de promedios. Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa Microsoft Excel y el paquete estadístico Infostat estudiantil versión 2020.

Con el análisis estadístico se determinó que tratamiento se adaptó mejor a las condiciones de campo abierto en función a las variables evaluadas.

9.3. Diseño Experimental

Los 18 tratamientos se evaluaron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones. El total de unidades experimentales fue de 54 unidades.

9.4. Manejo específico del experimento

9.4.1. Fase de campo UTC

9.4.1.1. Selección del lote

El lote seleccionado para implementar los ensayos de las variedades mejoradas de trigo pertenece a la Universidad Técnica de Cotopaxi- Campus Salache el cual cumplió con los aspectos necesarios como: no haber sido cultivado con ningún cereal, además de contar con una superficie plana sin tener ninguna inclinación mayor al 5%.

9.4.1.2. Preparación del suelo

La preparación de suelo se realizó con su debida anticipación, consistió en un pase de arado con un mes antes de la siembra garantizando que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles) e 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, y favorecer la germinación y establecimiento del cultivo.

9.4.1.3. Nivelación del terreno.

La nivelación del terreno se realizó el día mismo de la siembra de forma manual utilizando rastrillos.

9.4.1.4. 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.

9.4.1.5. 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 $2 \text{ cm}^3 \text{ kg}^{-1}$ de semilla, etiquetadas, enumeradas y almacenadas en fundas de papel por parte de los técnicos del INIAP.

9.4.1.6. 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 $(1.2 \times 1) \text{ m}^2$.

9.4.1.7. Riego

El riego de las parcelas se realizó por aspersion durante una hora cada ocho días por un mes y se lo trasladaba de un ensayo a otro. El riego se lo realizo con la ayuda de cañones de agua por parte de la Universidad y las lluvias del sector debido a que el cultivo demanda mucha agua entre las primeras etapas, 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.

9.4.1.8. Fertilización

La fertilización recomendada para el trigo es de 150 kg ha^{-1} , se utilizó "UREA" al voleo en cada uno de los ensayos cuyas dimensiones son de $1 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$ utilizando una medida de 18 g, la cual solo se aplicó una sola vez en la etapa de macollamiento del cultivo de trigo.

9.4.1.9. Control de malezas

Para el control de las malezas no se aplicó ningún herbicida, debido a que esto podría afectar en las evaluaciones de los ensayos, se efectuó una limpieza manual en cada parcela y alrededor de los caminos durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

9.4.1.10. Controles Fitosanitarios

En los ensayos de investigación se evaluará la incidencia y severidad de las principales enfermedades, a lo largo del todo ciclo del cultivo por lo que no se realizó ninguna aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades.

9.4.1.11. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual de acuerdo a la madurez que presenta cada una de las 18 variedades de trigo, utilizando una hoz. Colocando en sacos cada uno de los ensayos y con su respectiva etiqueta correspondiente a la parcela.

9.4.2. Fase de campo INIAP

9.4.2.1. Trilla

Con la ayuda de la maquina trilladora estacionaria experimental proporcionada por la Estación Experimental “Santa Catalina”, para la trilla de los ensayos cosechados, se utilizó saquillos correctamente etiquetados.

9.4.2.2. Secado del grano

El grano lo colocamos en saquillos y se procedió a llevarlos al invernadero del Programa de Cereales de la Estación Experimental “Santa Catalina”,

9.4.2.3. Humedad

Posterior al secado se procede a tomar la humedad de grano que debe constar con un 12 a un 13%.

9.4.2.4. Limpieza del grano

Se utilizó un ventilador de granos con motor eléctrico para limpiar las impurezas del grano.

9.4.2.5. Almacenado y etiquetado

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

9.5. Factores en estudio

9.5.1. Variables

La semilla de trigo fue proporcionada por el programa de cereales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

9.5.2. Variables Independientes

- INIAP-AMAZONAS 69
- INIAP-ATACAZO 69
- INIAP-RUMIÑAHUI 69
- INIAP-ROMERO 73
- INIAP-ANTISANA 78
- INIAP-CHIMBORAZO 78
- INIAP-ALTAR 82
- INIAP-TUNGURAHUA 82
- INIAP-COTOPAXI 88
- INIAP-COJITAMBO 92
- INIAP-QUILINDAÑA 94
- INIAP-SANGAY 94
- INIAP-COTACACHI 98
- INIAP-ZHALAO 2003
- INIAP-MIRADOR 2010
- INIAP-SAN JACINTO 2010
- INIAP-VIVAR 2010
- INIAP-IMBABURA 2014

9.5.3. Variables dependientes

- Porcentaje de emergencia
- Habito de crecimiento o porte
- 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
- Rendimiento
- Peso Hectolítrico o específico
- Tipo y color de grano

9.6. Parámetros de Evaluación

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

9.6.1. Fenología

9.6.1.1. Porcentaje de Emergencia

La variable se evaluó a los 10 días transcurridos después de la siembra, consiste en estimar el porcentaje (%) de la población de plantas dentro parcela, tomando como referencia la parcela de mejor establecimiento. (Cuadro 6).

Cuadro 6

Escala de evaluación de emergencia en cereales.

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

Fuente. (Ponce et al., 2019)

9.6.1.2. Días al Espigamiento

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

9.6.1.3. Días a la cosecha

Esta variable se evalúa cuando el grano presenta cierto grado de dureza, (madurez de campo) al presionar con las uñas no está no debe penetrar en el grano lo que nos indica que el cultivo está listo para ser cortado. Tomando en cuenta que cada una de las variedades mejoradas de trigo tienden a madurar en distintos días.

9.6.2. Morfología

9.6.2.1. Hábito de crecimiento o porte

La variable se evaluó a los 20 días transcurridos después de la siembra, consiste en observar la forma en la que crece la planta, específicamente la disposición de hojas y tallos en las primeras etapas, se utiliza una escala de tres descriptores relacionada (Cuadro 7).

Cuadro 7

Escala de evaluación hábito de crecimiento o porte en cereales.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.6.2.2. Altura de planta

Esta variable se evalúa cuando la planta alcanza su madurez fisiológica, se mide desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga en centímetros, empleando una regleta, excluyendo las aristas.

9.6.2.3. Número de espigas por metro Cuadrado.

Una vez el cultivo haya terminado su madurez fisiológica, se contó el número de espigas presentes en un área determinada de 0.25 m² para después realizar una regla de tres simple, determinando así el número de espigas presentes en el 1 m² de cada parcela.

9.6.2.4. Tipo de paja

La evaluación se realiza con el criterio personal y de las condiciones reinantes durante el desarrollo del cultivo cuando la planta ha llegado a su madurez comercial, se evalúa con la siguiente escala (Cuadro 8).

Cuadro 8

Escala de evaluación de tipo de paja en cereales.

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

Fuente. (Ponce et al., 2019)

9.6.2.5. Acame del Tallo

Para la determinación de esta variable, se evaluó visualmente cada uno de los tratamientos expresándolos en porcentaje según el criterio personal. Sin embargo, cuando el cultivo estuvo en fase de espigamiento hasta su madurez fisiológica, solo se encontraron dos tratamientos con sus tallos acamados.

9.6.3. Agronómicos

9.6.3.1. Porcentaje de Humedad en el grano

Esta variable se evaluó después de la cosecha y trilla del trigo, en una muestra de cada unidad experimental, con la ayuda de un medidor portátil de humedad proporcionado por el programa de cereales del INIAP-Estación Experimental Santa Catalina.

9.6.3.1. Tamaño de espiga

La variable se evaluó al alcanzar la planta su madurez, es necesario tomar al azar al menos 10 espigas para poder sacar un promedio, se realiza midiendo desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas.

9.6.3.2. Reacción a enfermedades

La variable se evaluó la incidencia y severidad de las principales enfermedades, por lo que no se realizará aplicaciones de agroquímicos para el control de enfermedades.

9.6.3.3. Número de granos por espiga

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

9.6.3.4. 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.

9.6.3.5. Rendimiento por unidad experimental

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

9.6.3.6. Peso Hectolítrico o específico por unidad experimental

Se utiliza una balanza hectolítrica, del INIAP-Santa Catalina, 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^{-1}), lógicamente hay que transformar los g l^{-1} obtenidos a kg hl^{-1} para obtener el puntaje requerido, en que la cantidad de grano cosechado no alcanzó para llenar un volumen de 1 litro, se utilizó un contenedor cilíndrico de 0,1 litro. En este caso es el mismo procedimiento y no se necesita transformar pues las magnitudes comparadas son equivalentes.

9.6.3.7. Tipo y color de grano

Se realizó la Calificación de acuerdo a los parámetros impuestos por el INIAP (Cuadro 9).

Cuadro 9

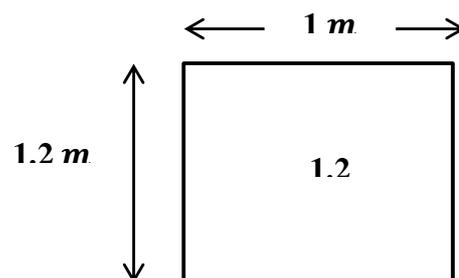
Escala de evaluación para tipo de grano en trigo.

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

Fuente: (Ponce et al., 2019)

9.7. Distribución de la parcela experimental y neta

Parcela neta: 1.2 m^2

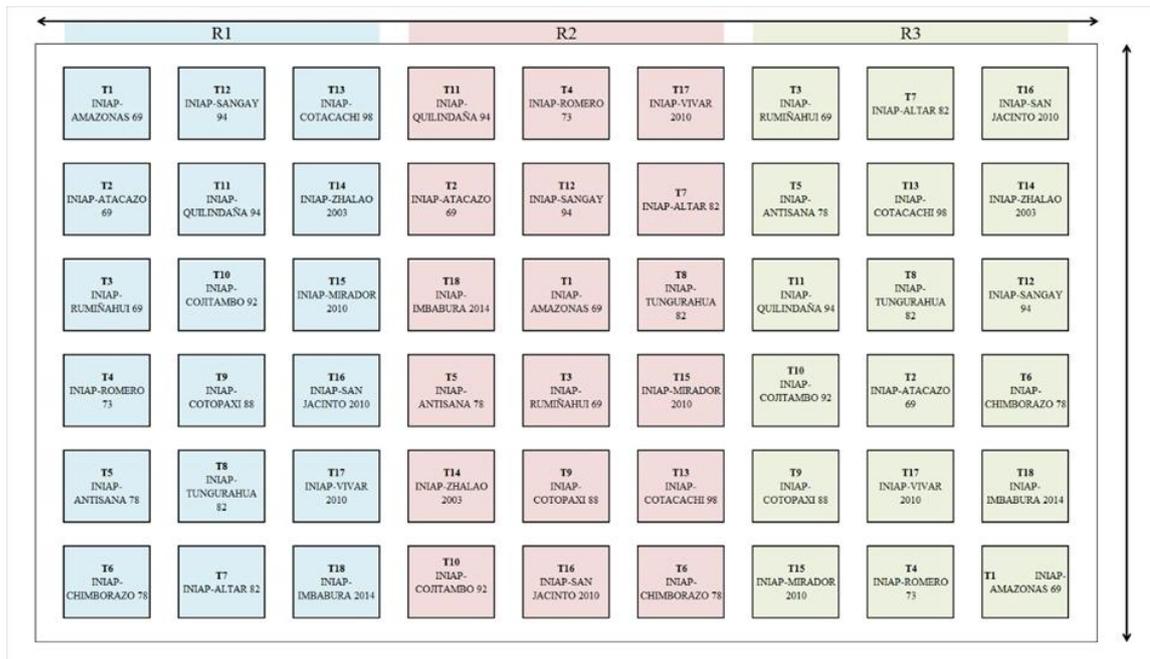
**9.8. Diseño del ensayo en campo**

Total: 54 unidades experimentales

Parcela bruta: 2.25 m^2 .

Área total: 125 m^2

Área neta: 54 m²



Elaborado por: (Autor, 2022)

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Análisis de Normalidad

La prueba de normalidad de kolmogorov (Tabla 10) para las variables Número de espigas por m², Altura Final, Tamaño espiga, Número de granos por espiga, Peso de grano por espiga, Rendimiento, Peso Hectolítrico, Días al Espigamiento, *Puccinia striiformis* Sev %, *Puccinia striiformis* en Espiga (%), presentaron un p valor menor a 0.05 por lo que se afirma que los datos no se ajustan a la curva normal, por lo que tuvieron que ser analizados con un análisis de varianza no paramétrica (Kruskal Wallis).

A excepción de las enfermedades (Fusarium y BYDV) y las variables (Emergencia, Hábito de crecimiento, Tipo de paja, Tipo y Color de grano) que se califican mediante una escala se realiza cuadros de promedio.

Tabla 10
Normalidad de Kolmogorov para las variables

Variable	n	Estadístico D	p-valor
Número de espigas por M2	54	0,39	<0,0001
Altura Final (cm)	54	0,31	<0,0001
Tamaño espiga (cm)	54	0,42	<0,0001
Número de granos por espiga	54	0,36	<0,0001
Peso de grano por espiga	54	0,48	<0,0001
Rendimiento (kg/ha)	54	0,44	<0,0001
Peso Hectolítrico (kg/hl)	54	0,32	<0,0001
Días al Espigamiento	54	0,27	0,0009
<i>Puccinia striiformis</i> Sev %	54	0,43	<0,0001
<i>Puccinia striiformis</i> Espiga	54	0,41	<0,0001

Elaborado por: (Autor, 2022)

10.2. Porcentaje de Emergencia (%)

En la (Tabla 11) se observan los resultados obtenidos del porcentaje de emergencia, los mismos que oscilan entre los 90% y 100% de germinación. Las variedades que obtuvieron el mayor porcentaje de germinación es INIAP-ANTISANA 78 y INIAP-TUNGURAHUA 82 con un porcentaje medio del 100% en su germinación, mientras tanto, INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-ROMERO 73, INIAP-RUMIÑAHUI 69, presentaron una germinación del 90 (%), siendo resultados positivos a la hora de valorar la calidad de semilla.

Tabla 11

*Promedio generado para el (%) de Emergencia en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC –Salache 2022.*

Variedades	N	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ANTISANA 78	3	100,0	0,00	100	100
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	100,0	0,00	100	100
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	96,6	2,89	95	100
INIAP-VIVAR 2010	3	96,6	2,89	95	100
INIAP-ALTAR 82	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-ATACAZO 69	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-COJITAMBO 92	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-COTACACHI 98	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-COTOPAXI 88	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-MIRADOR 2010	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-SANGAY 94	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-ZHALAO 2003	3	95,0	0,00	95	95
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	93,3	2,89	90	95
INIAP-AMAZONAS 69	3	90,0	0,00	90	90
INIAP-IMBABURA 2014	3	90,0	0,00	90	90
INIAP-ROMERO 73	3	90,0	0,00	90	90
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	90,0	0,00	90	90
Total	54	94,5	3,11	90	100

D.E = Desviación Estándar

Elaborado por: (Autor, 2022)

El número de planta en un cultivo de trigo, depende de la densidad de siembra, la viabilidad de la semilla y sobrevivencia de las plantas. El porcentaje de emergencia tiene cierta influencia en el rendimiento del cultivo, una emergencia rápida y uniforme nos indica que las plántulas aprovecharán la luz, agua y nutrientes sobre la posible competencia con malezas. (Howard & Macpherson, 2000)

10.3. Hábito de crecimiento o porte

En el cuadro de promedio generado para Hábito de crecimiento (Tabla 12), se puede identificar los datos obtenidos según el protocolo de escala de parámetros de evaluación y selección en cereales propuesto por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIAP las variedades mejoradas que resultaron tener un buen hábito de crecimiento son: INIAP-AMAZONAS 69,

INIAP-CHIMBORAZO 78, INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-MIRADOR 2010, INIAP-QUILINDAÑA 94, INIAP-RUMIÑAHUI 69, INIAP-VIVAR 2010, INIAP-ALTAR 82, INIAP-ATACAZO 69, INIAP-ROMERO 73, INIAP-SANGAY 94 con un promedio de (1) lo que nos indica que presentan hojas dispuestas verticalmente hacia arriba.

Por otro lado, las variedades INIAP-ANTISANA 78, INIAP-COTOPAXI 88, INIAP-SAN JACINTO 2010, INIAP-TUNGURAHUA 82, INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-ZHALAO 2003 reflejaron un promedio de (2) para el indicador antes mencionado, lo que muestra que sus hojas se encuentran dispuestas diagonalmente, formando un ángulo de 45 grados.

Tabla 12

*Promedio generado para el Hábito de crecimiento o porte en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC –Salache 2022.*

Variedades	N	Promedio (Esc: 1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ALTAR 82	3	1	0	1	1
INIAP-ATACAZO 69	3	1	0	1	1
INIAP-ROMERO 73	3	1	0	1	1
INIAP-SANGAY 94	3	1	0	1	1
INIAP-AMAZONAS 69	3	1	0,58	1	2
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	1	0,58	1	2
INIAP-IMBABURA 2014	3	1	0,58	1	2
INIAP-MIRADOR 2010	3	1	0,58	1	2
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	1	0,58	1	2
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	1	0,58	1	2
INIAP-VIVAR 2010	3	1	0,58	1	2
INIAP-COJITAMBO 92	3	2	0,58	1	2
INIAP-COTACACHI 98	3	2	0,58	1	2
INIAP-ZHALAO 2003	3	2	0,58	1	2
INIAP-ANTISANA 78	3	2	0	2	2
INIAP-COTOPAXI 88	3	2	0	2	2
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	2	0	2	2
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	2	0	2	2
Total	54	1,46	0,5	1	2

D.E = Desviación Estándar

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según Ponce et al., (2019) el desarrollo de las plantas se determina a través de la forma en la que crece la planta, y se evidencia en la disposición de las hojas y tallos durante el desarrollo en las etapas iniciales.

10.4. Días al espigamiento

En el análisis de varianza no paramétrico (Tabla 13), se puede observar significancia estadística para cada una de las variedades en estudio, en la variable Días al espigamiento se establecieron cinco rangos: (A, B, C, D, E), que formaron cinco grupos (AB), (ABCDE), (BCDE), (CDE) y (DE) sin significancia estadística dentro de cada uno, por otro lado, existieron variedades con estadísticas propias como es el del rango A, ABC, ABCD y E. En el rango (A), se ubicó la variedad INIAP-ALTAR 82 con un promedio de 67.67 (días) demostrando que dicha variedad es más tardía al momento de comenzar su espigamiento, por otro lado, INIAP-ROMERO 73 presenta un promedio de 55.67 (días) ubicándolo como una variedad precoz al momento de iniciar su espigamiento.

Tabla 13

*Promedio generado para el Hábito de crecimiento o porte en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC –Salache 2022.*

Variedades	Promedio (días)	Rangos	p
INIAP-ALTAR 82	67,67	A	0,008
INIAP-COTACACHI 98	66,00	AB	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	65,67	AB	
INIAP-COJITAMBO 92	64,00	ABC	
INIAP-AMAZONAS 69	62,00	ABCD	
INIAP-SANGAY 94	61,67	ABCDE	
INIAP-IMBABURA 2014	61,33	ABCDE	
INIAP-ATACAZO 69	60,33	ABCDE	
INIAP-ANTISANA 78	59,00	BCDE	
INIAP-CHIMBORAZO 78	59,00	BCDE	
INIAP-COTOPAXI 88	59,00	BCDE	
INIAP-VIVAR 2010	59,00	BCDE	
INIAP-QUILINDAÑA 94	58,00	CDE	
INIAP-ZHALAO 2003	58,00	CDE	
INIAP-SAN JACINTO 2010	57,67	DE	
INIAP-MIRADOR 2010	56,67	DE	
INIAP-TUNGURAHUA 82	56,67	DE	
INIAP-ROMERO 73	55,67	E	

De acuerdo a los resultados analizados sobre los días al espigamiento, podemos mencionar que algunas variedades mejoradas evaluadas en el campus Salache presentan precocidad en su espigamiento, además, podemos agregar que las condiciones climáticas del sector posiblemente pudieron haber causado un desarrollo fenológico acelerado en el cultivo.

Para Chuquitarco, (2015) la fase de desarrollo es la más susceptible a factores atmosféricos como: Precipitaciones altas, fuertes vientos, sequías, etc. Estos factores pueden afectar en la fase de espigamiento, debido a que se puede generar problemas en el llenado de grano y su calidad.

10.5. Número de Espigas por metro cuadrado

De los datos obtenidos para el indicador números de espigas por m² (Tabla 14), se puede observar distinta densidad de plantas en cada uno de los tratamientos, estadísticamente existe significancia $p < 0.0001$, formando siete rangos (A, B, C, D, E, F, G) con la creación de 4 grupos (ABC), (ABCDEF), (DEFG) y (G) con una igualdad estadística dentro de los mismo, por otro lado existen rangos individuales como el A, AB, ABCD, ABCDE, BCDEFG, CDEFG, EFG, FG, de las variedades evaluadas el mayor número de espigas por m² fue la variedad INIAP-SANGAY 94 con un promedio de 1539,33 por m², mientras que las variedades INIAP-ROMERO 73, INIAP-ANTISANA 78 y INIAP-COTOPAXI 88 nos muestran que poseen un menor número de espigas por m² con promedios de 876, 870 y 858.67 por m² respectivamente.

Tabla 14

*Prueba de Kruskal Wallis para el Número de Espigas por metro cuadrado en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	Promedio (#)	Rangos	p
INIAP-SANGAY 94	1539,33	A	<0,0001
INIAP-ALTAR 82	1531,33	AB	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	1437,67	ABC	
INIAP-ATACAZO 69	1410,00	ABC	
INIAP-QUILINDAÑA 94	1233,00	ABCD	
INIAP-AMAZONAS 69	1215,33	ABCDE	
INIAP-CHIMBORAZO 78	1175,67	ABCDEF	
INIAP-IMBABURA 2014	1173,33	ABCDEF	
INIAP-COTACACHI 98	1084,00	ABCDEF	
INIAP-SAN JACINTO 2010	1046,00	BCDEFG	
INIAP-MIRADOR 2010	1038,67	CDEFG	
INIAP-TUNGURAHUA 82	962,33	DEFG	
INIAP-ZHALAO 2003	950,00	DEFG	
INIAP-VIVAR 2010	922,33	EFG	
INIAP-COJITAMBO 92	884,67	FG	
INIAP-ROMERO 73	876,00	G	
INIAP-ANTISANA 78	870,00	G	
INIAP-COTOPAXI 88	858,67	G	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según CIMMYT, (2022) para cosechar el trigo se requiere de una calidad de agua excelente y un buen manejo de nutrientes para que desarrolle el número necesario de macollos a partir del número inicial de plantas para poder obtener una mayor cantidad de espigas.

10.6. Altura Final

Según el análisis de varianza no paramétrica para la variable Altura de Planta (Tabla 15), se evidencia que existe significancia estadística, se puede observar además la formación de siete grupos (A, AB, ABCD, ABCDEF, BCDEFG, y G), dentro de cada grupo las variedades comparten similitudes estadísticas, así mismo, se encuentran variedades con rangos diferentes que no forman grupos como son el ABC, ABCDM ABCDEM CDEFG, DEFG, EFG y el FG.

En el rango (A) se observa que las variedades INIAP-CHIMBORAZO 78 y INIAP-CHIMBORAZO 78, presentan una menor altura con promedios de 85.8 (cm) y 91.63 (cm) respectivamente, mientras tanto en el rango (G) se muestran las variedades con mayor altura como son INIAP-TUNGURAHUA 82 y INIAP-AMAZONAS 69, con promedios de 110.35 (cm) y 110.3 (cm).

Tabla 15

*Prueba de Kruskal Wallis para la Altura Final en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	Promedio (cm)	Rangos	p
INIAP-CHIMBORAZO 78	85,8	A	<0,0001
INIAP-ZHALAO 2003	91,63	A	
INIAP-IMBABURA 2014	94,43	AB	
INIAP-ANTISANA 78	95,35	AB	
INIAP-SANGAY 94	96,22	ABC	
INIAP-SAN JACINTO 2010	96,39	ABCD	
INIAP-COTACACHI 98	97,25	ABCDE	
INIAP-QUILINDAÑA 94	97,25	ABCDEF	
INIAP-MIRADOR 2010	97,43	ABCDEF	
INIAP-VIVAR 2010	99,4	BCDEFG	
INIAP-COJITAMBO 92	99,41	BCDEFG	
INIAP-ALTAR 82	100,27	BCDEFG	
INIAP-COTOPAXI 88	101,17	CDEFG	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	102,48	DEFG	
INIAP-ATACAZO 69	104,5	EFG	
INIAP-ROMERO 73	108,52	FG	
INIAP-AMAZONAS 69	110,3	G	
INIAP-TUNGURAHUA 82	110,35	G	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Con estos datos vemos un comportamiento interespecífico de cada una las variedades en estudio, como lo manifiesta Manangón, (2014), la elongación del tallo viene determinada por la información genética de la variedad y de la influencia del medio, fotoperiodo y temperatura para poder alcanzar su altura apropiada.

La altura de la planta es una variable que se la debe tomar en cuenta, ya que el trigo, al ser un cultivo que se lo cultiva en las zonas alto-andinas de país, el viento es un factor que le afecta directamente por la facilidad en la que se puede acamar el material, además los agricultores

mencionan que a mayor altura de la planta se obtendrá un buen rendimiento en cuestiones de calidad y cantidad de grano.

10.7. Tipo de paja

Los resultados para el indicador Tipo de paja (Tabla 16), fueron analizados según el protocolo para la determinación de parámetros de evaluación y selección de cereales por parte del Instituto de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, las variedades mejoradas que resultaron con una buena estimación de dureza y flexibilidad del tallo de la planta para tolerar el viento y el acame del cultivo (Ponce et al., 2019) son INIAP-ANTISANA 78, INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-RUMIÑAHUI 69, INIAP-CHIMBORAZO 78, INIAP-COTOPAXI 88, INIAP-MIRADOR 2010, INIAP-QUILINDAÑA 94, INIAP-ROMERO 73, INIAP-VIVAR 2010 e INIAP-ZHALAO 2003, con un promedio de 1, lo que indica que dichas variedades presentan tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan el viento y el acame.

Las variedades INIAP-ALTAR 82, INIAP-SANGAY 94, INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-ATACAZO 69, INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-SAN JACINTO 2010 e INIAP-TUNGURAHUA 82, poseen un promedio de 2, lo que muestra que tienen tallos no muy gruesos, erectos, medianamente flexibles que soportan medianamente el viento y el acame.

Tabla 16

*Promedio generado para el Tipo de paja en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	N	Promedio (Esc:1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	1	0	1	1
INIAP-COTOPAXI 88	3	1	0	1	1
INIAP-MIRADOR 2010	3	1	0	1	1
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	1	0	1	1
INIAP-ROMERO 73	3	1	0	1	1
INIAP-VIVAR 2010	3	1	0	1	1
INIAP-ZHALAO 2003	3	1	0	1	1
INIAP-ANTISANA 78	3	1	0,58	1	2
INIAP-IMBABURA 2014	3	1	0,58	1	2
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	1	0,58	1	2
INIAP-AMAZONAS 69	3	2	0,58	1	2
INIAP-ATACAZO 69	3	2	0,58	1	2
INIAP-COJITAMBO 92	3	2	0,58	1	2
INIAP-COTACACHI 98	3	2	0,58	1	2
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	2	0,58	1	2
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	2	0,58	1	2
INIAP-ALTAR 82	3	2	0	2	2
INIAP-SANGAY 94	3	2	0	2	2
Total	54	1,39	0,49	1	2

D.E = Desviación Estándar

Elaborado por: (Autor, 2022)

10.8. Tamaño de Espiga

El análisis de varianza no paramétrica para el tamaño de la espiga (Tabla 16), presento un nivel de significancia entre las variedades en estudio, en la presente tabla se identifican la formación de seis grupos dentro de cada uno comparten estadísticas similares las variedades en estudio (AB, ABC, ABCD, ABCDE, CDEF, DEF), por otro lado, se encuentran variedades alojadas en rangos distintos como son: BCDEFM, EF y F. Por otro lado, de los resultados obtenidos podemos distinguir a las variedades INIAP-COJITAMBO 92 e INIAP-ANTISANA 78, que se encuentran en el primer rango (A) con un promedio de 10,73 (cm) y 10.27 (cm) para el tamaño de espiga. Mientras que la variedad INIAP-TUNGURAHUA 82, se ubicó en el último rango con un promedio de 7.16 (cm).

Tabla 17

*Promedio generado para el Tipo de paja en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	Promedio (cm)	Rangos	p
INIAP-COJITAMBO 92	10,73	A	<0,0001
INIAP-ANTISANA 78	10,27	A	
INIAP-ROMERO 73	10,23	AB	
INIAP-IMBABURA 2014	10,14	AB	
INIAP-COTACACHI 98	9,27	ABC	
INIAP-ATACAZO 69	9,26	ABC	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	9,14	ABCD	
INIAP-ALTAR 82	9,07	ABCD	
INIAP-QUILINDAÑA 94	9,05	ABCDE	
INIAP-ZHALAO 2003	9,04	ABCDE	
INIAP-VIVAR 2010	8,95	BCDEF	
INIAP-SAN JACINTO 2010	8,80	CDEF	
INIAP-SANGAY 94	8,75	CDEF	
INIAP-COTOPAXI 88	8,45	DEF	
INIAP-MIRADOR 2010	8,43	DEF	
INIAP-CHIMBORAZO 78	8,42	DEF	
INIAP-AMAZONAS 69	7,39	EF	
INIAP-TUNGURAHUA 82	7,16	F	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según los resultados obtenidos en la presente investigación, notamos que el tamaño de la espiga, recae a la condición genética de cada variedad mejorada, además, de que esta variable se encuentra afectada por las condiciones climáticas del sector donde se implementó el proyecto, en parámetros analizados anteriormente se puede deducir que el tamaño de la espiga puede afectar directamente al rendimiento y calidad de grano.

Según Herrera (2016), el tamaño de la espiga responde a la fertilización nitrogenada, debido a que es un elemento que estimula el desarrollo vegetativo en la fase de espigado.

10.9. Número de Granos por Espiga

En la evaluación de Número de granos por espiga (Tabla 18), de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza no paramétrica, se evidenció diferencia estadística en las variedades mejoradas, INIAP-COTACACHI 98 con un promedio de 48,5 granos, esta variedad

se encuentra en el rango (A) siendo el más alto, mientras que el INIAP-ROMERO 73, con un promedio de 30,6 granos, la misma que se ubica en el último rango (H), así mismo, las variedades en estudio forman tres grupos (ABCDEF), (ABCDEFG) y (GH) que son estadísticamente parecidos.

Tabla 18

*Prueba de Kruskal Wallis para el Numero de Granos por Espiga (#) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	Promedio (#)	Rangos	p
INIAP-COTACACHI 98	48,50	A	<0,0001
INIAP-SAN JACINTO 2010	47,43	AB	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	44,43	ABC	
INIAP-COJITAMBO 92	43,40	ABCD	
INIAP-IMBABURA 2014	42,27	ABCDE	
INIAP-ANTISANA 78	41,43	ABCDEF	
INIAP-ZHALAO 2003	41,37	ABCDEF	
INIAP-AMAZONAS 69	40,67	ABCDEFG	
INIAP-MIRADOR 2010	40,37	ABCDEFG	
INIAP-QUILINDAÑA 94	39,30	BCDEFGH	
INIAP-CHIMBORAZO 78	38,77	CDEFGH	
INIAP-VIVAR 2010	38,63	DEFGH	
INIAP-ATACAZO 69	37,80	EFGH	
INIAP-COTOPAXI 88	37,60	FGH	
INIAP-SANGAY 94	35,43	GH	
INIAP-ALTAR 82	33,37	GH	
INIAP-TUNGURAHUA 82	33,33	GH	
INIAP-ROMERO 73	30,60	H	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Para realizar esta variable se manejó la trilla manual, para ello se debe seleccionar 10 espigas al azar y contar el manualmente el número de granos llenos que tiene cada espiga y estimar un promedio, donde se detalló, que el número de granos depende del tamaño de la espiga. Las variedades mejoradas estudiadas en la presente investigación poseen mayor número de hileras de granos por espiga, por lo que se pudo verificar una diferencia significativa de plantas y espigas para cada uno de los tratamientos.

El número potencial de granos por espiga varía entre temporadas y puede verse afectado por diversos factores como: la variedad de trigo, control de enfermedades durante la floración, condiciones climáticas, temperatura y horas luz, además, la aplicación de nitrógeno puede afectar directamente el número de granos cuajados así mismo si el nitrógeno es limitado el número de granos reducirá. Para considerar que se ha obtenido una buena cosecha de trigo, la espiga debe poseer entre 35-50 granos/espiga. (Herrera, 2016)

10.10. Peso del grano por Espiga

En la comparación múltiple no paramétrica al 5% (Tabla 19) se puede observar que en la variable del peso del grano por espiga, las variedades mejoradas de trigo, presenta significancia estadística, se determina ocho rangos: A, B, C, D, E, F, G, H, los cuales a su vez forman 2 grupos (ABCDEFGH) y (GHI) estadísticamente similares al interior de los mismo, sin embargo, existen variedades que tienen sus diferencias estadísticas pero que no se encuentran en grupos como los es las variedades que se ubican en los rangos A, AB, ABC, ABCD, ABCDE, ABCDEF, ABCDEFG, FGHI, HI, e I. De los resultados obtenidos, la variedad que se ubicó en el Rango (A) como mejor variedad fue INIAP-MIRADOR 2010 que presentó un promedio de 1.96 (g) en el peso del grano por espiga, mientras que el de peso fue la variedad INIAP-SANGAY 94, con un promedio de 0.81 (g) ubicado en al último rango I.

Tabla 19

Prueba de Kruskal Wallis para el Peso del grano por espiga (g) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.

Variedades	Promedio (g)	Rangos	P
INIAP-MIRADOR 2010	1,96	A	<0,0001
INIAP-AMAZONAS 69	1,82	AB	
INIAP-ZHALAO 2003	1,75	ABC	
INIAP-SAN JACINTO 2010	1,73	ABCD	
INIAP-COTACACHI 98	1,65	ABCDE	
INIAP-IMBABURA 2014	1,54	ABCDE F	
INIAP-TUNGURAHUA 82	1,47	ABCDE FG	
INIAP-COJITAMBO 92	1,45	ABCDEFGH	
INIAP-VIVAR 2010	1,45	ABCDEFGH	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	1,43	BCDEFGHI	
INIAP-ANTISANA 78	1,39	CDEFGHI	
INIAP-CHIMBORAZO 78	1,35	DEFGHI	
INIAP-ALTAR 82	1,27	EFGHI	
INIAP-COTOPAXI 88	1,24	FGHI	
INIAP-QUILINDAÑA 94	1,15	GHI	
INIAP-ATACAZO 69	0,98	GHI	
INIAP-ROMERO 73	0,92	HI	
INIAP-SANGAY 94	0,81	I	

Elaborado por: (Autor, 2022)

10.11. ENFERMEDADES

En cuanto a las enfermedades presentes en la investigación, es necesario manifestar que en algunas variedades mejoradas de trigo del INIAP, no presentaron ningún porcentaje de severidad, ni tipo de reacción a *Puccinia striiformis*, esto se debe a las condiciones climáticas del sector, por lo que se confirma lo expuesto por (Rodríguez, 2001), el cual señala que las condiciones de baja humedad y sequías no permiten el desarrollo de enfermedades en el trigo

10.12. Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*)

En la (Tabla 20) se puede determinar siete rangos A, B, C, D, E, F, G, H, los mismo que forma cuatro grupos con iguales valores estadísticos al interior de los mismo, siendo los A, ABCD, ABCDEF y G, por otro lado, existen variedades que no forman grupos pero se diferencian estadísticamente como son el AB, ABC, ABCDE, BCDEFG, DEFG, EFG y FG. En el grupo

A se presenta las variedades que mejor resultados se obtuvieron para el indicador % de severidad a Roya Amarilla (*Puccinia striiformis*) siendo INIAP-ALTAR 82, INIAP-ATACAZO 69 e INIAP-IMBABURA 2014 estas, por otro lado, las variedades que mayores problemas tuvieron fueron la INIAP-TUNGURAHUA 82 e INIAP-COTACACHI 98 con un promedio de 73,33 % de severidad.

Tabla 20

Prueba de Kruskal Wallis para Puccinia striiformis en % de severidad en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.

Variedades	Promedio (%)	Rangos	p
INIAP-IMBABURA 2014	0,0	A	0,0002
INIAP-ATACAZO 69	0,0	A	
INIAP-ALTAR 82	0,0	A	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3,3	AB	
INIAP-SANGAY 94	5,0	ABC	
INIAP-ROMERO 73	6,7	ABCD	
INIAP-CHIMBORAZO 78	6,7	ABCD	
INIAP-QUILINDAÑA 94	8,3	ABCDE	
INIAP-AMAZONAS 69	15,0	ABCDEF	
INIAP-COJITAMBO 92	21,7	ABCDEF	
INIAP-VIVAR 2010	23,3	ABCDEF	
INIAP-MIRADOR 2010	40,0	BCDEFG	
INIAP-ZHALAO 2003	50,0	CDEFG	
INIAP-ANTISANA 78	53,3	DEFG	
INIAP-COTOPAXI 88	56,7	EFG	
INIAP-SAN JACINTO 2010	70,0	FG	
INIAP-TUNGURAHUA 82	73,3	G	
INIAP-COTACACHI 98	73,3	G	

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la (Tabla 21), nos indica que 19 tratamientos de trigo no presentan reacción a la roya amarilla, con un promedio de 0%, mientras que 17 tratamientos son moderadamente susceptibles con un promedio de 57.94 % y 18 tratamientos son moderadamente resistentes a esta enfermedad con un promedio de 29,72 %.

Tabla 21

Número de variedades de trigo según el Tipo de Reacción en roya amarilla

Tipo de reacción	Número	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
MS	17	57,94	20,7	15	80
MR	18	29,72	20,97	5	70
NP	19	0	0	0	0
Total	54	28,15	28,98	0	80

NP: No presenta – **MR:** Moderadamente resistente – **MS:** Moderadamente susceptible

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según Formento & Kuttel, (2022) que las condiciones favorables para desarrollo de *Puccinia striiformis* son días muy soleados con temperaturas diurnas entre 20 y 25 °C, temperaturas nocturnas entre 15 y 20 °C, formación de

10.13. Roya Amarilla en Espiga (*Puccinia striiformis*)

En la (Tabla 22) se puede observar que las variedades INIAP-TUNGURAHUA 82, INIAP-CHIMBORAZO 78, son más susceptibles roya amarilla (*Puccinia striiformis*, llegando a tener un porcentaje de severidad medio de 40% y 30% respectivamente, lo que demuestra que son medianamente resistentes, Así mismo, la INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-COTOPAXI 88, presentaron un 10%.

Tabla 22

Promedio generado para Puccinia striiformis en espiga (%) en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC –Salache 2022.

Variedades	N	Promedio (%)	TR	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ALTAR 82	3	0	NP	0	0	0
INIAP-AMAZONAS 69	3	0	NP	0	0	0
INIAP-ANTISANA 78	3	0	NP	0	0	0
INIAP-ATACAZO 69	3	0	NP	0	0	0
INIAP-IMBABURA 2014	3	0	NP	0	0	0
INIAP-MIRADOR 2010	3	0	NP	0	0	0
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	0	NP	0	0	0
INIAP-ROMERO 73	3	0	NP	0	0	0
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	0	NP	0	0	0
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	0	NP	0	0	0
INIAP-SANGAY 94	3	0	NP	0	0	0
INIAP-VIVAR 2010	3	0	NP	0	0	0
INIAP-ZHALAO 2003	3	0	NP	0	0	0
INIAP-COJITAMBO 92	1	10	R	0	10	10
INIAP-COTACACHI 98	1	10	R	0	10	10
INIAP-COTOPAXI 88	1	10	R	0	10	10
INIAP-CHIMBORAZO 78	1	30	MR	0	30	30
INIAP-TUNGURAHUA 82	1	40	MR	0	40	40
Total	54	1,85		7,02	0	40

NP: No presenta – **MR:** Medianamente resistente – **R:** Resistente

Elaborado por: (Autor, 2022)

En la (Tabla 23), nos muestra que 49 tratamientos de trigo no presentan reacción a la roya amarilla en la espiga, con un promedio de 0%, mientras que 2 tratamientos son resistentes con un promedio de 26,67 % y 3 tratamientos son moderadamente resistentes a esta enfermedad con un promedio de 10 %. A lo que podemos añadir que *Puccinia striiformis* en la espiga no afecta significativamente al cultivo.

Tabla 23

Número de variedades de trigo según el Tipo de Reacción de roya amarilla en espiga.

Tipo de reacción	Número	Promedio	D.E.	Mínimo	Máximo
R	2	26,67	0,00	10	10
MR	3	10,00	15,28	10	40
NP	49	0	0,00	0	0
Total	54	28,15	28,98	0	80

NP: No presenta – **MR:** Moderadamente resistente – **R:** Resistente

Elaborado por: (Autor, 2022)

El Programa de Cereales nos indica que la enfermedad estuvo presente en la planta pero no logró desarrollarse y esto se da por los genes de resistencia que presentan estos tratamientos a algunas enfermedades (INIAP, 2000).

10.14. Fusarium

En los datos generados para Fusarium (%), las variedades mejoradas que resultaron con mayores niveles de afectación fueron la INIAP-RUMIÑAHUI 69 e INIAP-ATACAZO 69, con una media de 1% y 0.7% respectivamente.

Las variedades INIAP-ANTISANA 78, INIAP-CHIMBORAZO 78, INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-COTOPAXI 88, INIAP-QUILINDAÑA 94, INIAP-SAN JACINTO 2010 resultaron con un nivel de infección intermedio con un promedio de 0.3 (%). Mientras que las variedades INIAP-ALTAR 82, INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-MIRADOR 2010, INIAP-ROMERO 73, INIAP-SANGAY 94, INIAP-TUNGURAHUA 82, INIAP-VIVAR 2010, INIAP-ZHALAO 2003, son las que no presentaron ningún síntoma de la enfermedad, lo que nos demuestra dichas variedades son resistentes a Fusarium.

Tabla 24

Promedio generado para *Fusarium* en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC –Salache 2022.

Variedades	N	Promedio (%)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ALTAR 82	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-AMAZONAS 69	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-COTACACHI 98	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-IMBABURA 2014	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-MIRADOR 2010	3	0,0	0,0	0	0
INIAP-ROMERO 73	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-SANGAY 94	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-VIVAR 2010	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-ZHALAO 2003	3	0,0	0,00	0	0
INIAP-ANTISANA 78	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-COJITAMBO 92	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-COTOPAXI 88	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	0,3	0,58	0	1
INIAP-ATACAZO 69	3	0,7	0,58	0	1
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	1	1,00	0	2
Total	54	0.2	0,45	0	2

D.E = Desviación Estándar

Elaborado por: (Autor, 2022)

Pereyra & Acosta, (2014) afirma que *Fusarium spp* se desarrolla frente a la presencia de lluvias frecuentes y altas temperaturas durante la etapa de floración y llenado de grano a lo menciona Galiano-Carneiro et al., (2018)) que la enfermedad disminuye el rendimiento, además de producir micotoxinas que son dañinas para la alimentación animal y humana. Por lo que se concuerda con los autores, debido a que los tratamientos con mayor porcentaje de severidad presentan bajos niveles de rendimiento.

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

En lo referente al indicador Virus del enanismo amarillo (Tabla 25), se puede identificar las variedades INIAP-ATACAZO 69, INIAP-COTACACHI 98, INIAP-ZHALAO 2003 resultaron menos afectadas con un valor medio de 2, presentando un amarillamiento restringido en las hojas. Mientras que las variedades INIAP-CHIMBORAZO 78, INIAP-COTOPAXI 88,

INIAP-IMBABURA 2014, INIAP-SAN JACINTO 2010, INIAP-TUNGURAHUA 82, INIAP-ROMERO 73, INIAP-SANGAY 94, INIAP-ALTAR 82, INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-ANTISANA 78, INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-QUILINDAÑA 94, INIAP-RUMIÑAHUI 69 e INIAP-VIVAR 2010 resultaron con un nivel de infección medio con un valor de 3, lo que nos indica que no hay enanismo en estas variedades, sin embargo, presentan un amarillamiento moderado en sus hojas. Por otro lado, la variedad mejorada que resulto más afectada fue la INIAP-MIRADOR 2010, con un valor medio de 4, mostró amarillamiento moderado o algo extenso (no hay enanismo).

Tabla 25

*Promedio generado para BYDV en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	N	Promedio (0-9)	D.E.	Mínimo	Máximo
INIAP-ATACAZO 69	3	2	1,00	1	3
INIAP-COTACACHI 98	3	2	1,00	1	3
INIAP-ZHALAO 2003	3	2	0,00	2	2
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	3	1,15	2	4
INIAP-COTOPAXI 88	3	3	1,53	2	5
INIAP-IMBABURA 2014	3	3	1,53	2	5
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	3	0,58	3	4
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	3	1,53	2	5
INIAP-ROMERO 73	3	3	1,00	2	4
INIAP-SANGAY 94	3	3	1,00	2	4
INIAP-ALTAR 82	3	3	0,58	2	3
INIAP-AMAZONAS 69	3	3	1,15	2	4
INIAP-ANTISANA 78	3	3	1,15	2	4
INIAP-COJITAMBO 92	3	3	0,58	2	3
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	3	0,58	2	3
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	3	1,53	1	4
INIAP-VIVAR 2010	3	3	0,58	2	3
INIAP-MIRADOR 2010	3	4	1,15	3	5
Total	54	3	1,00	1	5

D.E = Desviación Estándar

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según ITACyL, (2020)El virus no se transmite por semilla, a través del suelo o inoculación mecánica, sino que los principales transmisores del virus son los áfidos (pulgones) que lo transmite por medio de la saliva.

10.16. Rendimiento

En la comparación múltiple para el rendimiento con nivel de significancia al 5% (Tabla 26), se ha podido identificar nueve rangos formando dos grupos con similares estadísticas al interior de las misma y 14 variedades ubicadas en diferentes rangos. En el grupo (A) se identificó la variedad con mayor rendimiento que fue la INIAP-AMAZONAS 69, con un promedio de 6870,37 (kg ha⁻¹), mientras que la variedad que tuvo menor rendimiento y que se ubicó en el rango (I) fue la variedad INIAP-ALTAR 82 con un promedio de 2559,94 (kg ha⁻¹). En el grupo (ABCDE) se encontraron las variedades INIAP-VIVAR 2010 con un promedio de 5322,08 (kg ha⁻¹) e INIAP-TUNGURAHUA 82 con 5312,5 (kg ha⁻¹), por otro lado, tenemos el grupo (GHI) en donde se ubicaron las variedades INIAP-SANGAY 94 con un promedio de 3161,99 (kg ha⁻¹) e INIAP-QUILINDAÑA 94 con 3161,4 (kg ha⁻¹).

Tabla 26

*Promedio generado para BYDV en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variedades	Promedio (kg ha ⁻¹)	Rangos	P
INIAP-AMAZONAS 69	6870,37	A	<0,0001
INIAP-MIRADOR 2010	5874,85	AB	
INIAP-CHIMBORAZO 78	5594,74	ABC	
INIAP-COJITAMBO 92	5552,63	ABCD	
INIAP-VIVAR 2010	5322,08	ABCDE	
INIAP-TUNGURAHUA 82	5312,50	ABCDE	
INIAP-ROMERO 73	5064,82	ABCDEF	
INIAP-ZHALAO 2003	4552,63	ABCDEFGF	
INIAP-SAN JACINTO 2010	4273,55	ABCDEFGFH	
INIAP-COTOPAXI 88	4263,16	BCDEFGHI	
INIAP-IMBABURA 2014	4219,13	CDEFGHI	
INIAP-ATACAZO 69	3960,53	DEFGHI	
INIAP-ANTISANA 78	3612,50	EFGHI	
INIAP-COTACACHI 98	3533,63	FGHI	
INIAP-SANGAY 94	3161,99	GHI	
INIAP-QUILINDAÑA 94	3161,40	GHI	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3053,40	HI	
INIAP-ALTAR 82	2559,94	I	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Para Herrera, (2016) muchos componentes del rendimiento son controlados genéticamente, es habitual observar que la misma variedad sembrada en diferentes sitios tienen distintos comportamientos. Mientras que Kohli & Martino, (1997) señala que el peso del grano es importante en cuestiones de rendimiento, pero depende de las condiciones ambientales en las fases de llenado. Por otro lado si las condiciones climáticas son desfavorables y coinciden con las etapas críticas de desarrollo, puede producirse una alteración en el rendimiento.

Los resultados de la investigación presente pueden estar relacionados a una buena condición climática, por lo mencionado anteriormente se puede determinar que la variedad mejorada con mejor rendimiento y adaptación fue INIAP-AMAZONAS 69.

10.17. Peso Hectolítrico

Los datos para la variable peso Hectolítrico en kg hl^{-1} (Tabla 27), muestra ocho rangos: A, B, C, D, E, F, G, H, formando tres grupos y 12 variedades que no forman grupos con significancia diferencial en su estadística. En el rango (A) con los mejores indicadores para el peso hectolítrico se ubicaron las variedades INIAP-IMBABURA 2014 con 75,5 (kg hl^{-1}) e INIAP-AMAZONAS 69 con 75,21 (kg hl^{-1}), mientras que en el Rango (H) la variedad con menor peso hectolítrico se encuentra INIAP-ALTAR 82 con e 61.7 (kg hl^{-1}).

Tabla 27

*Prueba de Kruskal Wallis para el Peso Hectolítrico en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC –Salache 2022*

Variedades	Promedio (kg hl ⁻¹)	Rangos	p
INIAP-IMBABURA 2014	75,50	A	<0,0001
INIAP-AMAZONAS 69	75,21	A	
INIAP-TUNGURAHUA 82	74,27	AB	
INIAP-COTACACHI 98	72,33	ABC	
INIAP-COJITAMBO 92	72,28	ABC	
INIAP-MIRADOR 2010	71,61	ABCD	
INIAP-RUMIÑAHUI 69	70,49	ABCDE	
INIAP-QUILINDAÑA 94	70,40	ABCDEF	
INIAP-ZHALAO 2003	69,65	ABCDEFG	
INIAP-VIVAR 2010	69,51	ABCDEFGH	
INIAP-COTOPAXI 88	69,21	BCDEFGH	
INIAP-ANTISANA 78	68,83	CDEFGH	
INIAP-SAN JACINTO 2010	68,55	DEFGH	
INIAP-ROMERO 73	68,47	DEFGH	
INIAP-ATACAZO 69	65,42	EFGH	
INIAP-SANGAY 94	63,42	FGH	
INIAP-CHIMBORAZO 78	62,72	GH	
INIAP-ALTAR 82	61,70	H	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según Kohli & Martino, (1997) el peso Hectolítrico de una variedad depende directamente de las condiciones ambientales y factores no controlables como el encañado e inicio del espigado entre los 80 a 90 días desde la siembra. La disponibilidad de agua es una muestra favorable para esta fase.

El peso Hectolítrico es un parámetro que está relacionado directamente con la calidad de grano, las condiciones climáticas son factores que interfieren en la fase del llenado de grano. Afirma Guerrero, (1999) que el peso Hectolítrico es la densidad de la materia que compone el grano, que es característica de cada variedad, pero también depende de otros factores como la humedad, contenido de impurezas, uniformidad de granos y condiciones en las que se hay realizado la maduración.

10.18. Tipo y Color de Grano

En la (tabla 28), se muestra los datos referentes al tipo y color de grano, las variedades mejoradas INIAP-COJITAMBO 92, INIAP-VIVAR 2010 son de color blanco e INIAP-IMBABURA 2014 es color rojo, poseen un grano limpio, grueso, grande, bien formado, con un valor promedio de (1).

Las variedades INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-COTACACHI 98 e INIAP-TUNGURAHUA 82, tienen un grano color rojo mientras que INIAP-MIRADOR 2010, INIAP-RUMIÑAHUI 69, INIAP-SAN JACINTO 2010, INIAP-ZHALAO 2003 tiene un grano color blanco, además de presentar tipo de grano limpio, mediano y bien formado con un promedio de (2)

Mientras que las variedades, INIAP-ALTAR 82, INIAP-ANTISANA 78, INIAP-ATACAZO 69, INIAP-CHIMBORAZO 78, INIAP-COTOPAXI 88, INIAP-QUILINDAÑA 94, INIAP-ROMERO 73 e INIAP-SANGAY 94, indican un promedio de (3) lo que muestra que es un grano delgado, pequeño machado y chupado.

Tabla 28

Promedio generado para el Tipo y Color de Grano en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L.) en UTC – Salache 2022.

Variedades	n	Prom.(Esc: 1-3)	D.E.	Mínimo	Máximo	Color (B-R)
INIAP-COJITAMBO 92	3	1	0	1	1	B
INIAP-IMBABURA 2014	3	1	0	1	1	R
INIAP-VIVAR 2010	3	1	0	1	1	B
INIAP-AMAZONAS 69	3	2	0	2	2	R
INIAP-COTACACHI 98	3	2	0	2	2	R
INIAP-MIRADOR 2010	3	2	0	2	2	B
INIAP-RUMIÑAHUI 69	3	2	0	2	2	B
INIAP-SAN JACINTO 2010	3	2	0	2	2	B
INIAP-TUNGURAHUA 82	3	2	0	2	2	R
INIAP-ZHALAO 2003	3	2	0	2	2	B
INIAP-ALTAR 82	3	3	0	3	3	R
INIAP-ANTISANA 78	3	3	0	3	3	R
INIAP-ATACAZO 69	3	3	0	3	3	R
INIAP-CHIMBORAZO 78	3	3	0	3	3	R
INIAP-COTOPAXI 88	3	3	0	3	3	R
INIAP-QUILINDAÑA 94	3	3	0	3	3	R
INIAP-ROMERO 73	3	3	0	3	3	R
INIAP-SANGAY 94	3	3	0	3	3	R
Total	54	2,28	0,74	1	3	

Elaborado por: (Autor, 2022)

Según Tola ,(2017) menciona que, el llenado de grano están relacionados con la madurez y la variedad, entonces los granos chupados indican que no existieron condiciones adecuadas para obtener un tipo de grano.

10.19. Cuadro de ponderación de variables

La (Tabla 29) nos indica la ponderación de cada una de las variables evaluadas en relación a las variedades mejoradas de trigo, donde se discrimina las variedades por sus valores positivos y negativos, se evidencia que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 presento 7/16 variables evaluadas, a lo que añadimos, esta variedad es la que mejor se adaptó a las condiciones de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mientras que las variedades INIAP-AMAZONAS 69, INIAP-ALTAR 82, INIAP-ZHALAO 2003, INIAP-MIRADOR 2010, INIAP-VIVAR 2010 exhiben 5/16 variables evaluadas, a lo que podemos agregar que dichas variedades mejoradas tienen perspectiva para seguir siendo evaluadas.

Tabla 29

*Cuadro de ponderación de variables en el estudio de evaluación agronómica de las variedades mejoradas de trigo (*Triticum aestivum* L.) en UTC – Salache 2022.*

Variables	Porcentaje de emergencia	Hábito de crecimiento	Días al espigamiento	Número de espigas	Altura de planta	Tipo de paja	Tamaño de espiga	Número de granos por espiga	Peso de grano por espiga	Rendimiento de grano	Peso hectolítrico	tipo de grano	Roya amarilla	Roya amarilla en espiga	Fusarium	BYDV	TOTAL
INIAP-AMAZONAS 69		X								x	x			x	x		5
INIAP-ATACAZO 69		X											x	x		x	4
INIAP-RUMIÑAHUI 69		X				x								x			3

Continuación Tabla 29

INIAP-ROMERO 73		X				x								x	x		4
INIAP-ANTISANA 78	x					x	x							x			4
INIAP-CHIMBORAZO 78		X			X	x											3
INIAP-ALTAR 82		X	X										x	x	x		5
INIAP-TUNGURAHUA 82	x														x		2
INIAP-COTOPAXI 88						x											1
INIAP-COJITAMBO 92							x						x				2
INIAP-QUILINDAÑA 94		X				x								x			3
INIAP-SANGAY 94		X		x										x	x		4
INIAP-COTACACHI 98								x							x	x	3
INIAP-ZHALAO 2003					X	x								x	x	x	5
INIAP-MIRADOR 2010		x				x			x					x	x		5
INIAP-SAN JACINTO 2010														x			1
INIAP-VIVAR 2010		x				x						x		x	x		5
INIAP-IMBABURA 2014		x				x					x	x	x	x	x		7

Elaborado por: (Autor, 2022)

La ponderación estadística nos ayuda a aumentar o disminuir la importancia de un elemento después de la recolección de datos (QuestionPro, n.d.), esta investigación usó dicha técnica con la modificación propia del estudiante para dar una calificación a las variedades mejoradas que mejor se adaptó en cuestión de variables en la Universidad Técnica de Cotopaxi-Campus Salache.

11.PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DE PROYECTO

Tabla 30

Presupuesto para la implementación del proyecto de investigación en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Ítem	Unidad	Cantidad	V. unitario	V. total
Laboratorio				
Análisis de suelo	Muestra	1	30	30
Otras Pruebas	Muestra	1	100	100
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				
INIAP-AMAZONAS 69	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-ATACAZO 69	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-RUMIÑAHUI 69	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-ROMERO 73	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-ANTISANA 78	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-CHIMBORAZO 78	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-ALTAR 82	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-TUNGURAHUA 82	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-COTOPAXI 88	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-COJITAMBO 92	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-QUILINDAÑA 94	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-SANGAY 94	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-COTACACHI 98	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-ZHALAO 2003	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-MIRADOR 2010	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-SAN JACINTO 2010	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-VIVAR 2010	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
INIAP-IMBABURA 2014	g	1	\$ 0,80	\$ 0,80
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

Continuación Tabla 30

Diésel	Galón	2,5	1,9	4,75
<i>Separación individual de cada ensayo</i>				
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
<i>Etiquetado</i>				
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
<i>Toma de datos</i>				
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
<i>Cosecha y Trilla</i>				
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				559,45

12.CONCLUSIONES

La presente investigación nos permitió a evaluar e identificar a las variedades mejoradas de trigo que mejor se adapten, considerando distintas variables como: emergencia, rendimiento, calidad y reacción a enfermedades, altura de planta, número de espigas por metros cuadrado, numero de granos por espiga, peso de grano por espiga, tipo de paja, habito, tipo y color de grano

Del presente trabajo de investigación se pudieron sacar las siguientes conclusiones:

- En la presente investigación por primera vez se evaluó a dieciocho variedades mejoradas de trigo en condiciones climáticas de la Universidad Técnica de Cotopaxi - Campus Salache, debido a la especificidad genética de cada variedades se obtuvieron respuestas agronómicas positivas y deficientes. Para el indicador germinación se pudo evidenciar que todas las semillas tuvieron un poder germinativos de las variedades en estudio de 90-100%, por otro lado, los días de espigamiento oscilaron entre los 55,67 y 67,67 para las variedades INIAP-ROMERO 73, INIAP-ALTAR 82 respectivamente, la altura final de las plantas tuvieron rango desde 85,8cm hasta los 110,35, pertenecientes a las variedades INIAP-CHIMBORAZO 78 e INIAP TUNGURAHUA 82, para el indicador tamaño de espiga la variedad que menor tamaño de espigamiento fue la INIAP-TUNGURAHUA 82 con 7,16cm, mientras que la de mayor fue INIAP-COJITAMBO 92 con 10.73cm.
- Se estableció que la mejor variedad de trigo que presento mejor adaptabilidad y rendimiento de grano son INIAP-AMAZONAS 69 con 6870,37 kg/ha⁻¹ en comparación a las demás variedades.
- Entre los tratamientos analizados se determinó que las variedades mejoradas de trigo que mejor se adapta a las condiciones climáticas del Campus Salache, considerando los tres principales parámetros rendimiento, calidad y reacción a enfermedades, son: INIAP-AMAZONAS 69 seguida de INIAP-IMBABURA 2014
- Se determinó que mediante el análisis estadístico de datos, las mejores variedades de trigo que indicaron mayor resistencia a *Puccinia striiformis* y son INIAP-AMAZONAS 69 e INIAP-IMBABURA 2014 con 0% de severidad en planta y espiga, mientras que

las dos variedades más susceptibles son INIAP-COTACACHI e INIAP-TUNGURAHUA con un 73.33 %.

13. RECOMENDACIONES

- Es importante que en las futuras investigaciones se tome lecturas semanales o quincenales de los factores climáticos como: temperatura, horas luz, precipitación para determinar la influencia de los mismos sobre las genéticas de las variedades.
- Se sugiere seguir evaluando las dos mejores variedades de trigo INIAP-AMAZONAS 69 e INIAP-IMBABURA 2014, debido a que tuvieron mejor adaptabilidad, rendimiento, calidad y reacción a enfermedades.
- Se recomienda seguir con la investigación y poder realizar en un futuro cruces entre las mejores variedades que presentan mayor rendimiento y las que mejor presentan resistencia a enfermedades.
- Compartir los resultados obtenidos en la investigación con agricultores y productores de cereales en toda la zona alto andina del país, promoviendo las ventajas de tener variedades certificadas.

14.REFERENCIAS

- Abadía, B. (2017). Manual del cultivo de trigo. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 0(6), 7. https://www.researchgate.net/publication/320716985_Manual_del_Cultivo_de_Trigo
- Agronomía. (2021). *Trigo*. <https://www.agronomía.com/2021/02/trigo.html>
- Agropanorama. (2013). *Producción Mundial de Trigo*. <https://www.nauler.com/produccion-mundial-de-trigo>
- Allende, L. (2018). *MORFOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA – EL TRIGO*. <https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>
- Basantes, E. (2015). Manejo De Los Cultivos Andinos Del Ecuador. In *ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas)*. https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo_Cultivos_Ecuador.pdf
- Camino, C., Espín, S., Samaniego, I., & Carpio, C. (2008). INFORMACION TECNICA DE LAS VARIEDADES DE TRIGO: INIAP-QUILINDAÑA 94 E INIAP-SANGAY 94. *Iniap*, 12, 10. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2815/1/iniapsc299cd.pdf>
- Censo Nacional Agropecuario. (2002). III Censo Nacional Agropecuario de la República del Ecuador. *Censo Nacional Agropecuario*, 1, 57. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf
- Chuquitarco, P. (2015). *Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L). Mediante el apoyo de investigación participativa en las localidades el Chan y San Ramón del cantón Latacunga, Cotopaxi*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2516/1/T-UTC-00051.pdf>
- CIMMYT. (1992). Los recursos genéticos en el CIMMYT: Su conservación, enriquecimiento y distribución. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/569/37060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CIMMYT. (2022). *Aviso de privacidad*. <http://wheatdoctor.org/es/aviso-de-privacidad>
- Coronel, J., Falconi, E., Garófalo, J., Rivadeneira, M., & Abad, S. (2010). *INIAP - VIVAR 2010*

- NUEVA VARIEDAD DE TRIGO PAR ALA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR*. 331, 2.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5748/1/iniapeepCp2.pdf>
- Coronel, J., Rivadeneira, M., Urbano, J., Diaz, N., & Abad, S. (1993). *INIAP-COJITAMBO 92: VARIEDAD DE TRIGO PARA EL AUSTRO*. 130, 6.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2564/1/iniapscpl130.pdf>
- Edel, A., & Rosell, C. (2007). *De Tales harinas, Tales panes*.
<https://digital.csic.es/handle/10261/17118>
- Estrada, D. (2016). Manejo agronómico. *Iniap*, 3.
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/trigo/6manejo.pdf>
- Falconi, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). *INIAP -IMBABURA 2014 NUEVA VARIEDAD DE TRIGO DE GRANO ROJO PARA ZONAS TRIGUERAS DEL ECUADOR*. 412, 6.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3293/1/iniapscpl412.pdf>
- Falconi, E., Monar, C., Rivadeneira, M., Ponce, L., Garófalo, J., & Abad, S. (2010). *INIAP - SAN JACINTO 2010 NUEVA VARIEDAD DE TRIGO PAR ALA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR*. 332, 6.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2637/1/iniapscpl332.pdf>
- FAOSTAT. (2022). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Fernandez, R. (2013). *Historia del Trigo en México*. El Trimestre Económico.
<https://conocimientosweb.net/dcmt/ficha4380.html>
- Formento, Á., & Kuttel, W. (2022). Comportamiento de cultivares comerciales de avena a la roya de la hoja (*Puccinia coronata*) en el año 2021 en INTA EEA Paraná. *Serie Extensión INTA Paraná N° 87*, 64–68.
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/11520/INTA_CREntreRios_EEAParana_Formento_AN_Comportamiento_cultivares_comerciales_avena_roya_hoja.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galiano-Carneiro, A. L., Boeven, P. H. G., Maurer, H. P., Würschum, T., & Miedaner, T. (2018). Genome-wide association study for an efficient selection of *Fusarium* head blight

- resistance in winter triticale. *Euphytica* 2018 215:1, 215(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1007/S10681-018-2327-8>
- Galo, D., Garófalo, J., & Ponce, L. (2014). Estudio de la variabilidad fenotípica de 82 accesiones de trigo (*Triticum aestivum* L.) y 136 de cebada (*Hordeum vulgare* L.) de la colección del IN1AP. *Iniap*, 12, 26.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Ganadería, B. situacional del M. de A. y. (2019). *Trigo*.
<http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/granos/trigo>
- Garófalo, J., Ponce, L., & Segundo, A. (2011). Guía del cultivo de Trigo. *Programa de Cereales Estación Experimental Santa Catalina*, 411, 22.
<http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos herbáceos extensivos*. - GUERRERO GARCÍA, ANDRÉS - Google Libros. Libros.
<https://books.google.com.ec/books?id=ImiIbpnsKr0C&pg=PA21&lpg=PA2#v=onepage&q&f=false>
- Herbek, J., & Lee, C. (2009). *Management in Kentucky*. 6–19.
<http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/ID/ID125/ID125.pdf>
- Herrera, T. (2016). ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE CUATRO VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) CON DOS FERTILIZANTES QUÍMICO Y ORGÁNICO; EN SALACHE BAJO- LATACUNGA -PROVINCIA DE COTOPAXI 2015. In *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad* (Vol. 1).
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>
- Howard, R., & Macpherson, H. G. (2000). Section 6: Explanations of plant development. *Irrigated Wheat*, Section 8.
- INEC, I. N. de estadísticas y censos. (2016). *Encuesta Superficia y Producción Agropecuaria Continua*. Online Submission. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe_ejecutivo_ESPAC_2016.pdf
- InfoAgro. (2014). *Agricultura. El cultivo del trigo. 1ª parte*.
<https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>

- INIAP. (2000). *INIAP -Estación Experimental Santa Catalina*.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3278/1/iniapscCD66.pdf>
- INIAP. (2014a). *Trigo*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>
- INIAP. (2014b). *Trigo - Triticum aestivum L.* INIAP.
<http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>
- ITACyL. (2020). *Principales Cereales De Invierno. October 2018*, 3–4.
- Jiménez, J. (2009). Descriptores varietales de avena (*Avena sp*) cultivadas en Mexico. *Modelos Bayesianos Para La Distribución de Especies Con Registros de Solo Presencias*, 86.
<https://1library.co/document/lq5wx0rq-descriptores-varietales-avena-avena-sp-cultivadas-mexico.html>
- Juárez, Z. N., Bárcenas-Pozos, M. E., & Hernández, L. R. (2014). El grano de trigo : características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas Selectos de Ingenieria de Alimentos*, 8(1), 79–92.
https://nanopdf.com/download/el-grano-de-trigo-universidad-de-las-americas-de-puebla-udlap_pdf
- Kohli, M. M., & Martino, D. (1997). Explorando altos rendimientos de trigo. In *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT*.
- Lalama, M. (n.d.). INIAP -ROMERO 73. 1974, 69, 11.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/178/4/iniapscbd69.pdf>
- Lalama, M. (1978a). *INIAP -ANTIZANA78: NUEVA VARIEAD DE TRIGO PARA LAS ZONAS BAJAS DE LA SIERRA ECUATORIANA*. 96, 9.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/197/4/iniapscbd96.pdf>
- Lalama, M. (1978b). *INIAP -CHIMBORAZO 78: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO PARA LAS ZONAS ALTAS DE LA SIERRA ECUATORIANA*. 98, 10.
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/199/4/iniapscbd98.pdf>
- Manangón, P. (2014). Evaluación de siete variedades de trigo (*triticum aestivum l.*) con tres tipos de manejo nutricional, a 2890 m.s.n.m. Juan Montalvo-Cayambe-2012. In *Universidad Politécnica Salesiana*.

- <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6717/1/UPS-YT00040.pdf>
- Matus, I., & Vega, A. (2004). Boletín de Trigo 2004. In *Boletín de Trigo 2004* (pp. 7–26). <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7017>
- Montenegro, D. (2012). *Respuesta agronómica de trece líneas y dos variedades de trigo rojo (Triticum vulgare L.) En la parroquia la paz, Provincia del Carchi*. [Universidad Técnica del Norte.]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2126/1/ARTÍCULO CIENTÍFICO 1.pdf>
- Moreno, I., Ramírez, A., Plana, R., & Iglesias, L. (2001). El cultivo del trigo, resultados de su producción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 22(4), 55–67. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Moreta, M. (2015). *48 000 toneladas de harina consume el país | Revista Líderes*. <https://www.revistalideres.ec/lideres/consumo-harina-ecuador-toneladas-molinos.html>
- Muñoz, A., & Calle, S. (2002). *Producción y Proceso de Comercialización de Trigo Tropicalizado en el Litoral Ecuatoriano*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3628/1/6155.pdf>
- Muñoz, V. (2020). *EVALUACIÓN DE LOS ATRIBUTOS FÍSICOS DE CALIDAD DE LOS GRANOS DE TRIGO (Triticum spp) Y CEBADA (Hordeum vulgare) PRODUCIDOS EN EL ECUADOR, COMPARANDO MÉTODOS TRADICIONALES Y ALTERNATIVOS*. (Issue 1). <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12137/1/UDLA-EC-TIAG-2020-06.pdf>
- Narro, A., David, J., & Ramirez, G. (1999). *Universidad autonoma agraria antonio narro*. 1–65.
- Núñez, M. (2010). “*CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE TRIGO (Triticum aestivum L.) EN LAS PROVINCIAS DE CHIMBORAZO Y BOLÍVAR*”. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/16111>
- Ochoa, J., DANIAL, D., & PAUCAR, B. (2007). *Virulence of wheat yellow rust races and resistance genes of wheat cultivars in Ecuador*. 7. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4378/1/iniapscCD144.pdf>

- Pacheco, J. (2015). *APLICACION DE DERIVADOS DE ALGAS MARINAS Y ACOLCHADO ORGANICO EN EL CULTIVO DE TRIGO (Triticum aestivum L.)*. 1995, 662. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5483>
- Palma, T. (2014). *Evaluacion de fungicidas para el control de roya amarilla (Puccinia striiformis f. sp. tritici) del trigo (Triticum aestivum L.) cutuglahua, Mejia*. (Vol. 39, Issue 1). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2478/1/T-UCE-0004-65.pdf>
- Peñaherrera, D. (2013). *Manejo integrado de los cultivos de trigo y cebada*. 46. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Pereyra, S., & Acosta, Y. (2014). *Guía para el manejo de la fusariosis de la espiga en trigo*. 1–10. [http://www.inia.uy/Documentos/INIA La Estanzuela/INIA_guia manejo FE trigo 2014_web \(1\).pdf](http://www.inia.uy/Documentos/INIA La Estanzuela/INIA_guia manejo FE trigo 2014_web (1).pdf)
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. J. (2019). *Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales* (Issue 111). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- QuestionPro. (n.d.). *¿Qué es ponderación y cómo aplicarla?* Retrieved September 11, 2022, from <https://www.questionpro.com/blog/es/ponderacion/>
- Rawson, M. (2001). Descripción de las fases de desarrollo del cultivo. ¿En qué fases se determina el rendimiento? *Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (Fao)*, 1–10. <https://www.fao.org/3/x8234s/x8234s05.htm>
- Rivadeneira, M., Monar, C., Falconi, E., Ponce, L., Garófalo, J., & Abad, S. (2010). *INIAP - MIRADOR 2010 NUEVA VARIEDAD DE TRIGO PARA ALA SIERRA CENTRO DEL ECUADOR*. 333, 6. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2638/1/iniapscpl333.pdf>
- Rivadeneira, M., Ponce, L., Abad, S., & Coronel, J. (2003). *INIAP-ZHALAO 2003: NUEVA VARIEDAD DE TRIGO HARINERO PARA EL SUR DEL ECUADOR*. 210, 6. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2487/1/iniapscpl210i.pdf>
- Rivadeneira, M., Urbano, J., Freire, E., Abad, S., Diaz, N., & Marcillo, R. (n.d.). *INIAP - QUILINDAÑA 94: NUEVA VARIEDAD MEJORADA DE TRIGO PARA LA SIERRA ECUATORIANA*. 4. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2891/1/iniapscpl143.pdf>

- Rodriguez, L.; Racines, M. (2008). *Información Técnica de la variedad INIAP -COTACACHI* 98. 10. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/90/1/iniapsc297cd.pdf>
- Rodríguez, V. (2001). *Manual de Plagas y Enfermedades en Trigo*. <https://docplayer.es/7555564-Manual-de-plagas-y-enfermedades-en-trigo.html>
- Ruiz, C., Cotrina, J., & De Neef, J. (2007). *Manejo tecnificado del cultivo de trigo en la sierra*. <https://docplayer.es/7555380-Manejo-tecnificado-del-cultivo-de-trigo-en-la-sierra.html>
- Sanchez, J., & Lalama, M. (n.d.). *TRIGO: TRESNUEVAS VARIETADES INIAP- AMAZONAS* 69, *ATACAZO* 69 *Y RUMIÑAHUI* 69. 14. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/157/4/iniapscbd7.pdf>
- Tola, C. (2017). Evaluación del comportamiento agronómico de doce variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Municipio de Combaya Departamento de la Paz
- Urbano, J., Rivadeneira, M., & Diaz, N. (1991). *INIAP -COTOPAXI 88: NUEVA VARIETADE DE TRIGO PARA EL CALLEJON INTERANDINO*. 120, 6. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2560/1/iniapscpl120.pdf>
- Urbano, J., & Tola, J. (1984a). *INIAP -ALTAR 82: NUEVA VARIETADE DE TRIGO PARA LA SIERRA ECUATORIANA*. 145, 9. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/237/4/iniapscbd145.pdf>
- Urbano, J., & Tola, J. (1984b). *INIAP -TUNGURAHUA 82: ALTERNATIVA TRIGUERA PARA LA SIERRA ECUATORIANA*. 144, 7. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/236/4/iniapscbd144.pdf>
- Vallejos, P. (2019). “*Estudio de la producción y comercialización de trigo (Triticum vulgare) en la Provincia de Imbabura.*” http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8826/1/03_AGN_047_TRABAJO_DE_GRADO.pdf
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). *A DECIMAL CODE FOR THE GROWTH STAGES OF CEREALS*. Weed Research. https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/biodiversity/publications/Web_version/146/ch3.htm

15.ANEXOS

Anexo No. 1. Implementación del Proyecto de Investigación.

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.



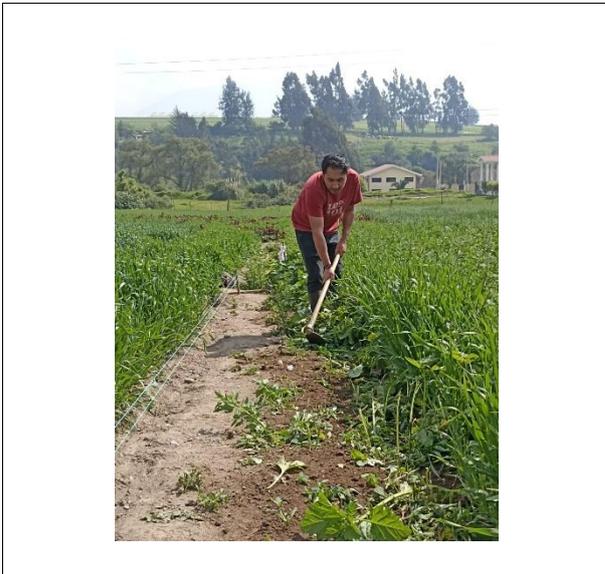
Visita de campo, toma de datos (General).



Riego



Control de malezas



Nivelación de parcelas



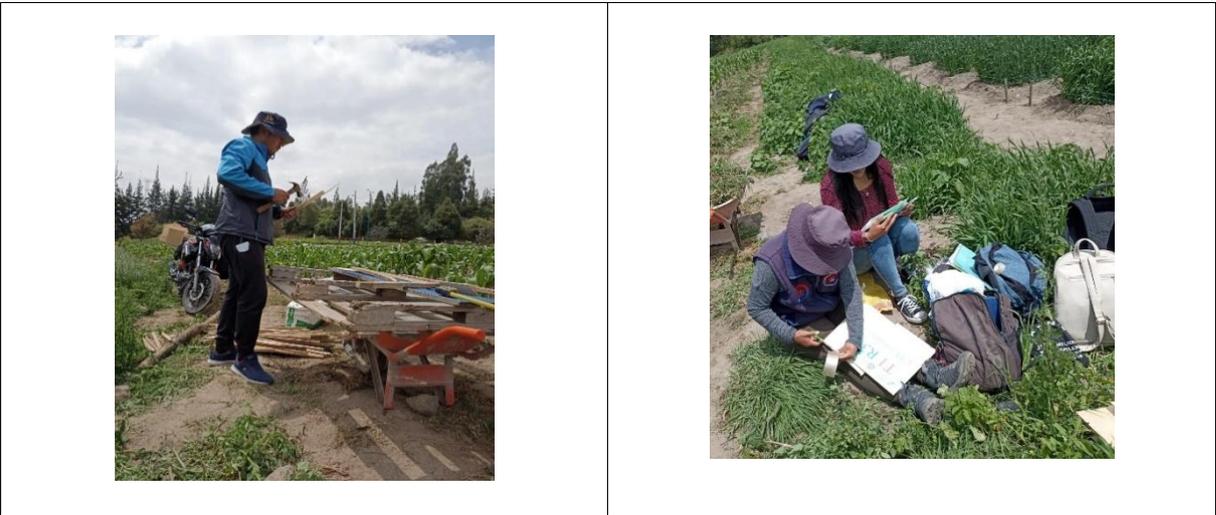
Separación individual de cada ensayo



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 la parcela de trigo



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



Anexo No. 2. 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).



Anexo No. 3. Etapa de post-cosecha INIAP

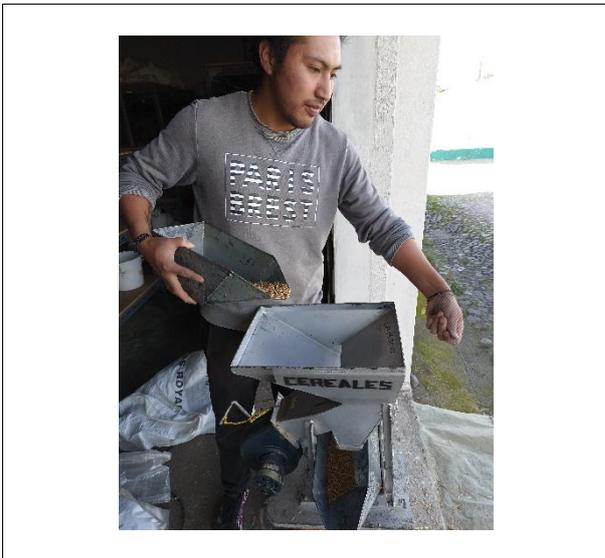
Trilla



Secado de grano bajo el invernadero.



Limpieza de grano



Rendimiento



Peso Hectolítrico o específico



Anexo No. 4. Libro de Campo

No. Sur	Rep.	Var.	Código	Emer. A	Num. Esp.	Altura	Tamaño	Nº granos	Peso de	KG/HA	P.H kg/hl	Tipo Granos	Color	Espig.	Hábito	PS Sev	PS TP	PS	BYD	Fus	Hum	Otros
					M2	Final (cm)	espiga (ci)	(espiga)	grano por		(real)		grano	Días	1-3	%	↓	↓	↓	↓	↓	
1	1	1	INIAP-AMAZONAS 69	30	1214	110,05	7,81	40,80	1,66	20625,00	78,3	R	2	62	2	40	MS	0	2	0	11	
2	1	2	INIAP-ATACAZO 69	95	1420	104,90	9,95	37,90	0,99	3566,01	65,08	R	3	64	1	0	0	0	1	1	11	CAIDA DE GRANO 15 %
3	1	3	INIAP-RUMIÑAHUI 69	90	972	102,50	9,71	45,50	1,11	3448,61	65,6	B	3	69	2	0	0	0	1	2	11	CAIDA DE GRANO 30 %
4	1	4	INIAP-ROMERO 73	90	880	108,60	10,21	30,70	0,93	4450,00	66,6	B	3	59	1	0	0	0	3	0	11	CAIDA DE GRANO 20 %
5	1	5	INIAP-ANTISANA 78	100	948	95,62	10,22	41,80	1,15	3620,83	68,7	R	3	60	2	40	MS	0	2	0	11	
6	1	6	INIAP-CHIMBORAZO 78	85	1036	85,80	8,42	38,80	1,48	5931,37	60,98	R	3	67	2	0	0	30	4	0	11	
7	1	7	INIAP-ALTAR 82	90	1484	100,7	9,69	33,5	1,16	2703,70	64,2	R	3	72	1	0	0	0	3	0	11	
8	1	8	INIAP-TUNGURAHUA 82	95	940	110,95	7,14	33,1	1,45	6035,09	72,34	R	2	60	2	80	MS	40	2	0	11	
9	1	9	INIAP-COTOPAXI 88	90	772	101,1	8,45	37,9	1,24	4421,30	67,54	R	3	62	2	80	MS	10	2	0	11	
10	1	10	INIAP-COJITAMBO 92	95	872	99,71	10,71	43,9	1,46	5267,54	71,36	B	2	64	1	30	MR	10	2	0	11	
11	1	11	INIAP-QUILINDAÑA 94	95	980	97,5	9,54	39,5	1,23	2583,33	70,3	R	3	60	2	20	MS	0	2	0	11	CAIDA DE GRANO 20 %
12	1	12	INIAP-SANGAY 94	95	1300	96,1	8,2	35,4	0,81	4231,58	63,2	B	3	62	1	15	MS	0	4	0	11	
13	1	13	INIAP-COTACACHI 98	95	888	97,4	9,39	47,6	1,64	3543,86	72	B	2	67	2	80	MS	10	1	0	11	
14	1	14	INIAP-ZHALAO 2003	95	876	91,8	9,08	41,4	1,76	4578,95	69,4	B	2	58	2	60	MR	0	2	0	11	
15	1	15	INIAP-MIRADOR 2010	90	1044	97,2	8,79	40,5	1,98	5657,41	71,8	B	2	60	2	40	MS	0	3	0	11	
16	1	16	INIAP-SAN JACINTO 2010	100	1060	96,52	8,86	47,1	1,69	4429,17	68,4	R	3	58	2	80	MS	0	3	0	11	
17	1	17	INIAP-VIVAR 2010	95	932	99,9	8,94	38,8	1,74	5377,19	69,64	B	2	60	1	30	MR	0	3	0	11	
18	1	18	INIAP-IMBABURA 2014	100	1076	94,4	10,5	42,3	1,84	4129,17	75,56	R	1	64	2	0	0	0	5	0	11	
19	2	10	INIAP-COJITAMBO 92	95	608	100,54	10,77	43,8	1,83	5451,75	72,34	B	1	64	2	15	MR	0	3	0	11	
20	2	14	INIAP-ZHALAO 2003	95	968	91,95	9	41,9	1,75	4491,23	71,98	B	1	60	2	60	MS	10	2	0	11	
21	2	5	INIAP-ANTISANA 78	95	1336	95,3	10,35	41,2	1,37	3530,70	68,88	B	3	60	2	60	MS	5	2	0	11	
22	2	18	INIAP-IMBABURA 2014	95	1188	94,6	10,03	42,2	1,52	4833,33	75,66	R	1	60	1	0	0	0	3	0	11	
23	2	2	INIAP-ATACAZO 69	95	1064	101,35	9,1	37,2	0,97	3824,56	65,48	R	3	57	1	0	0	0	3	0	11	
24	2	11	INIAP-QUILINDAÑA 94	90	1148	97,05	9,02	39,3	1,18	1739,35	69,5	R	2	57	1	0	0	0	3	0	11	CAIDA DE GRANO 30 %
25	2	4	INIAP-ROMERO 73	90	872	108,05	10	30,6	0,91	2888,89	69,2	B	3	55	1	20	MR	0	4	0	11	CAIDA DE GRANO 20 %
26	2	12	INIAP-SANGAY 94	95	1076	97,15	8,85	32,8	0,80	3144,74	63,46	R	3	59	1	0	0	0	3	0	11	
27	2	1	INIAP-AMAZONAS 69	90	1216	110,85	7,41	40,4	1,85	6865,74	75,88	R	2	64	1	5	MR	0	4	0	11	
28	2	3	INIAP-RUMIÑAHUI 69	100	1492	102,4	9,08	44,6	1,61	2741,67	69,06	B	2	64	1	0	0	0	3	1	11	
29	2	9	INIAP-COTOPAXI 88	85	840	101,9	8,68	37,7	1,16	4774,51	68,4	R	3	60	2	60	MS	5	5	1	11	
30	2	16	INIAP-SAN JACINTO 2010	95	788	96,05	8,78	47,6	1,74	4359,65	70,34	B	2	58	2	60	MS	TRAZOS	4	0	11	
31	2	6	INIAP-CHIMBORAZO 78	100	1300	86,1	8,33	38,6	1,25	5600,00	62,48	B	3	55	1	20	MR	5	4	1	11	
32	2	13	INIAP-COTACACHI 98	100	1012	97,15	9,09	48,8	1,69	3358,33	73,24	R	2	67	1	70	MR	0	3	0	11	
33	2	15	INIAP-MIRADOR 2010	100	916	97,95	8,31	40,1	1,69	4370,83	73,28	B	2	55	1	60	MR	0	5	0	11	
34	2	8	INIAP-TUNGURAHUA 82	100	1220	101,1	7,45	33,4	1,47	5412,50	74,06	B	2	57	2	60	MS	0	5	0	11	
35	2	7	INIAP-ALTAR 82	100	1316	100,05	9,06	33,4	1,01	2450,00	61,7	R	3	67	1	0	0	5	3	0	11	CAIDA DE GRANO 5 %
36	2	17	INIAP-VIVAR 2010	80	900	99,05	8,93	38,8	1,57	6302,08	69,8	B	1	60	2	20	MR	0	3	0	11	
37	3	3	INIAP-RUMIÑAHUI 69	90	1316	102,55	9,33	44,2	1,24	2809,72	70,9	B	2	64	1	10	MR	5	4	0	11	CAIDA DE GRANO 5 %
38	3	5	INIAP-ANTISANA 78	100	844	95,14	10,24	41,3	1,44	3037,50	69,9	R	2	57	2	60	MS	0	4	1	11	
39	3	11	INIAP-QUILINDAÑA 94	90	1356	97,2	9	39,1	1,14	2323,61	70,5	R	1	57	1	5	MR	5	3	1	11	CAIDA DE GRANO 5 %
40	3	10	INIAP-COJITAMBO 92	100	920	94,9	10,12	43,2	1,48	5312,50	72,3	B	1	64	2	20	MR	0	3	1	11	
41	3	9	INIAP-COTOPAXI 88	95	900	101	8,23	37,2	1,31	4254,39	69	R	2	55	2	30	MR	0	3	0	11	
42	3	15	INIAP-MIRADOR 2010	100	1032	97,15	8,99	40,5	1,93	5687,50	71,74	B	2	55	1	20	MR	0	3	0	11	
43	3	4	INIAP-ROMERO 73	100	1268	108,9	10,34	30,5	1,35	4450,00	68,6	R	2	53	1	0	0	0	2	0	11	CAIDA DE GRANO 20 %
44	3	17	INIAP-VIVAR 2010	100	1028	99,25	8,67	38,3	1,35	4920,83	71,08	B	1	57	1	20	MR	0	2	0	11	
45	3	2	INIAP-ATACAZO 69	100	1400	104,25	9,23	37,8	1,35	3875,00	63,7	R	3	60	1	0	0	0	2	1	11	
46	3	8	INIAP-TUNGURAHUA 82	100	972	100,5	7,1	32,7	1,35	5166,67	74,4	R	2	53	2	80	MS	20	3	0	11	
47	3	13	INIAP-COTACACHI 98	100	1148	97,2	9,03	48,1	1,35	3345,83	70,16	R	2	64	2	70	MR		2	0	11	
48	3	7	INIAP-ALTAR 82	95	1544	100,05	9,07	33,2	1,35	1653,51	61,5	R	3	64	1	0	0	5	2	0	11	
49	3	16	INIAP-SAN JACINTO 2010	90	1032	96,6	8,36	47,6	1,35	4259,26	68,92	B	2	57	2	70	MS	0	3	1	11	
50	3	14	INIAP-ZHALAO 2003	100	932	91,15	9,03	41,1	1,35	4137,50	69,56	B	2	56	1	30	MR	0	2	0	11	
51	3	12	INIAP-SANGAY 94	95	1568	95,4	8,78	39,1	0,83	3741,23	63,6	R	3	64	1	0	0	0	2	0	11	
52	3	6	INIAP-CHIMBORAZO 78	95	888	84,9	8,81	37,9	1,35	4859,65	61,38	R	3	55	1	0	0	5	2	0	11	
53	3	18	INIAP-IMBABURA 2014	90	1156	94,3	10,14	42,3	1,55	4023,15	74,88	R	1	60	1	0	0	0	2	0	11	
54	3	1	INIAP-AMAZONAS 69	95	1216	110	7,24	40,8	1,93	6447,37	74,44	R	2	60	1	0	0	0	2	0	11	

Anexo No. 5. Análisis de suelo



INIA P
INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-694



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : ADALIZ CACHAGO
Dirección : LATA CUNGA
Ciudad :
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : HCDA. SALACHE
Provincia : COTOPAXI
Cantón : LATA CUNGA
Parroquia :
Ubicación :

DATOS DEL LOTE

Cultivo Actual : KIKUYO
Cultivo Anterior : KIKUYO
Fertilización Ant. :
Superficie :
Identificación : PARTE BAJA

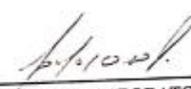
PARA USO DEL LABORATORIO

N° Reporte : 31.263
N° Muestra Lab. : 93523
Fecha de Muestreo : 09/07/2013
Fecha de Ingreso : 10/07/2013
Fecha de Salida : 22/07/2013

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	11.00	ppm	
P	51.00	ppm	
S	29.00	ppm	
K	0.62	meq/100 ml	
Ca	15.60	meq/100 ml	
Mg	5.80	meq/100 ml	
Zn	1.20	ppm	
Cu	8.10	ppm	
Fe	39.00	ppm	
Mn	4.60	ppm	
B	3.50	ppm	
pH	8.58		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na	0.31	meq/100 ml	
CE	0.72	mmhos/cm	
MO	2.20	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%
Mg	K	K	E Bases	NTot
2,7	9,4	34,5	22,3	

ppm			%			Clase Textural
Arena	Limo	Arcilla	Arena	Limo	Arcilla	



RESPONSABLE LABORATORIO



LABORATORISTA

Escaneado con CamScanner

Anexo No. 6. Aval del Traductor