



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO EN EL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum*). PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLA DEL INIAP-SANTA CATALINA, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III PROVINCIA BOLIVAR

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autores:

Silvia Del Consuelo Sisa Rea

Edwin Fabian Tuqueres Sigcha

Tutor:

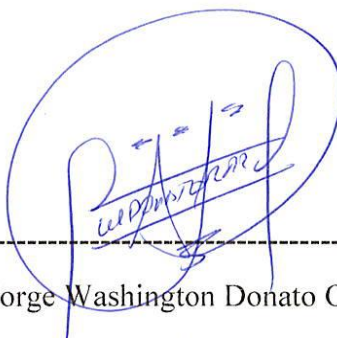
Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M. Sc.

Guaranda – Ecuador

2024

DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO EN EL RENDIMIENTO
DE 18 VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum*).
PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLA DEL INIAP-SANTA
CATALINA, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III
PROVINCIA BOLIVAR

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M. Sc.

TUTOR



Dra. Araceli Beatriz Lucio Quintana, Ph.D.

PAR LECTOR



Ing. David Rodrigo Silva García M. Sc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo Silvia del Consuelo Sisa Rea, con CI: 0202352977 y Edwin Fabian Tuqueres Sigcha con CI: 0202086799, declaramos que el presente trabajo y los resultados reportados en este informe, no fueron previamente presentados para ningún grado o calificación profesional, y que las referencias bibliográficas que contienen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

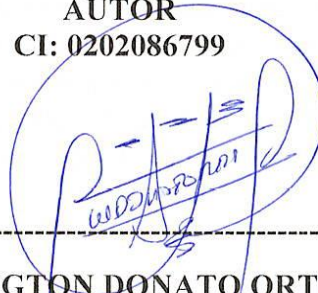
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



SILVIA DEL CONSUELO SISA REA
AUTORA
CI: 0202352977



EDWIN FABIAN TUQUERES SIGCHA
AUTOR
CI: 0202086799



ING. WASHINGTON DONATO ORTIZ M. Sc.
TUTOR
CI: 1801964550

Se otorgó ante mi y en fe de ello
confero ésta *primera* copia
certificada, firmada y sellada en ³
Guaranda, *06 de Noviembre* del 20*23*


Dr. Hernán Criollo Arcos
NOTARIO SEGUNDO DEL CANTÓN GUARANDA



20230201002P01575 DECLARACION JURAMENTADA
OTORGAN: EDWIN FABIÁN TUQUERES SIGCHA Y OTRA
CUANTIA: INDETERMINADA
DI 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día lunes seis de noviembre de dos mil veintitrés, ante mí DOCTOR HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS, NOTARIO SEGUNDO DE ESTE CANTÓN, comparecen los señores: Edwin Fabián Tuqueres Sigcha y Silvia Del Consuelo Sisa Rea, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estados civil solteros, domiciliados en esta ciudad de Guaranda, con celular número: cero nueve cinco nueve uno nueve cuatro seis cuatro tres y cero nueve nueve cinco cuatro nueve cuatro uno ocho dos, correo electrónico: edwin.tuqueres@gmail.com y sisasilva72@gmail.com, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía en base a la que procedo a obtener sus certificados electrónicos de datos de identidad ciudadana, del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes; bien instruidos por mí el Notario en el objeto y resultados de esta escritura de Declaración Juramentada que a celebrarla proceden, libre y voluntariamente.- En efecto juramentado que fueron en legal forma previa las advertencias de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran lo siguiente: “Que previo a la obtención del Título de Ingenieros Agrónomos, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, de la carrera de Agronomía, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente Trabajo de investigación Titulado: **“DETERMINACIÓN DEL INCREMENTO EN EL RENDIMIENTO DE 18 VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum*), PROVENIENTES DEL BANCO DE SEMILLA DEL INIAP-SANTA CATALINA, EN LA LOCALIDAD DE LAGUACOTO III PROVINCIA BOLÍVAR.**”, es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores, además autorizamos a la Universidad Estatal de Bolívar hacer uso de todos los contenidos que nos pertenece o parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo cuanto tenemos que decir en honor a la verdad”. Hasta aquí la declaración juramentada que junto con los documentos anexos y habilitantes que se incorpora queda elevada a escritura pública con todo el valor legal, y que los comparecientes aceptan en todas y cada una de sus partes, para la celebración de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos previstos en la Ley Notarial; y, leída que le fue a los comparecientes por mí el Notario, se ratifican y firman conmigo en unidad de acto quedando incorporada en el Protocolo de esta Notaría, de todo cuanto DOY FE.



Edwin Fabián Tuqueres Sigcha
C.C. 0202086799



Silvia Del Consuelo Sisa Rea
C.C. 0202352977



DR. HERNÁN RAMIRO CRIOLLO ARCOS
NOTARIO SEGUNDO DE CANTÓN GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS_SISA_TUQUERES_FIN (1).docx

AUTOR

Silvia del Consuelo Sisa Rea Edwin Fabian Tuqueres Sigcha

RECuento DE PALABRAS

12914 Words

RECuento DE CARACTERES

66270 Characters

RECuento DE PÁGINAS

80 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.9MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 25, 2023 8:44 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 25, 2023 8:45 AM GMT-5

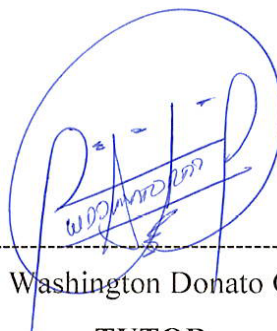
● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 7% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossr
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Fuentes excluidas manualmente



Ing. Jorge Washington Donato Ortiz M. Sc.

TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo le dedico principalmente a Dios por darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados mi título de Ingeniera Agrónoma.

Le agradezco a mi familia en especial a mi madre Laura Rea Salazar y a mi hermano Freddy Sisa Rea que me apoyaron económica y moralmente en las buenas y en las malas en el transcurso de mi formación profesional.

Le dedico con todo mi amor a mi hijo Dilan Emiliano Sisa por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Silvia Sisa

DEDICATORIA

Este trabajo dedico especialmente a Dios, por haberme dado la sabiduría y la capacidad para enfrentar los obstáculos que presentaron en el transcurso del estudio con el fin de obtener mi título profesional, y así cumplir con las metas planteadas en mi vida.

A mis padres Manuel Tuqueres y Orfelina Sigcha quienes con su esfuerzo y paciencia me dieron la mejor herencia en la vida “El estudio”, y gracias por ser el pilar fundamental en la formación de todos mis hermanos.

De igual manera a mis hermanos/as quienes con sus consejos fueron el soporte fundamental en el proceso de formación. En especial a mi hermana Lida Maritza Tuqueres Sigcha que desde el cielo nos guía a toda nuestra familia.

Edwin Tuqueres

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la prestigiosa institución Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía por habernos abierto las puertas y así formarnos como profesionales competentes.

De igual manera agradecemos a los ingenieros(as) que fueron parte de nuestra formación profesional y por haber compartido sus conocimientos para el beneficio de cada uno de nosotros y así ejercer nuestra profesión en diferentes dignidades, de manera especial al Ing. Washington Donato Ortiz M. Sc. por aportar con sus conocimientos y dedicación en el presente trabajo de investigación.

También agradecemos al Ing. David Silva y a la Dra. Araceli Lucio Ph.D. por estar presentes y en constante apoyo en nuestra investigación.

Agradecemos al INIAP-Santa Catalina, por proveernos con el material experimental, equipos trabajo, capacitación en la toma de variables y el asesoramiento técnico en las labores de campo.

INDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2.1 MARCO TEÓRICO	6
2.2 Cereal.....	6
2.2 Origen.....	6
2.3 Clasificación taxonómica	6
2.4 Descripción botánica	7
2.4.1 Morfología	7
2.5 Características botánicas	7
2.5.1 Raíz	7
2.5.2 Tallo	7
2.5.3 Hojas	7
2.5.4 Inflorescencias	7
2.5.5 Fruto.....	8
2.6 Condiciones edafoclimáticas	8
2.6.1 Suelos.....	8
2.6.2 Temperatura y Humedad	8
2.6.3 Heliofanía.....	8

2.6.4 Riego.....	9
2.6.5 Altitud.....	9
2.7 Variedades de Trigo.....	9
2.7.1 Iniap Amazonas 69.....	9
2.7.2 Iniap Atacazo 69.....	9
2.7.3 Iniap Rumiñahui 69.....	10
2.7.4 Iniap Romero 73.....	10
2.7.5 Iniap Antisana 78.....	11
2.7.6 Iniap Chimborazo 78.....	11
2.7.7 Iniap Altar 82.....	12
2.7.8 Iniap Tungurahua 82.....	12
2.7.9 Iniap Cotopaxi 88.....	12
2.7.10 Iniap Cojitambo 92.....	13
2.7.11 Iniap Quilindaña 94.....	13
2.7.12 Iniap Sangay 94.....	14
2.7.13 Iniap Cotacachi 98.....	14
2.7.14 Iniap Zhalao 2003.....	14
2.7.15 Iniap Mirador 2010.....	15
2.7.16 Iniap San Jacinto 2010.....	15
2.7.17 Iniap Vivar 2010.....	16
2.7.18 Iniap Imbabura 2014.....	16
2.7.19 Rendimiento de las variedades.....	16
2.8 Practicas agronómicas.....	17
2.8.1 Preparación de terreno.....	17
2.8.2 Cantidad y calidad de semilla.....	17
2.8.3 Siembra.....	18

2.8.4 Control de malezas.....	18
2.8.5 Fertilización	18
2.8.6 Cosecha.....	19
2.8.8 Limpieza	19
2.8.9 Almacenado	19
2.9 Función nutricional.....	20
2.9.1 Nitrógeno	20
2.9.2 Fósforo	20
2.9.3 Potasio, Calcio y Magnesio	20
2.9.4 Azufre	21
2.10 Principales plagas	21
2.10.2 Roedores	22
2.10.3 Nemátodos (<i>Pratylenchus</i> y <i>Ditylenchus</i>).....	22
2.10.4 Áfidos o pulgones (<i>Aphisfabae</i>)	22
2.12 Principales enfermedades	22
2.12.1 Roya (<i>Puccinia recondita</i> , <i>P. graminis</i> , <i>P. striiformis</i>)	22
1.12.2 Fusariosis (<i>Fusarium graminearum</i> , <i>F. culmorum</i>)	22
1.12.3 Carbón (<i>Ustilago tritici</i>)	23
CAPÍTULO III.....	24
3 MARCO METODOLÓGICO	24
3.1 Ubicación del experimento.....	24
3.2 Metodología.....	25
3.2.1 Material experimental	25
3.2.2 Factores en estudio.....	25
3.2.3 Tratamientos	25
3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico	26

3.2.5 Manejo del experimento en campo o laboratorio	26
3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta)	28
3.2.7 Análisis de datos	31
CAPÍTULO IV	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Interpretación de resultados.....	32
4.1.1 Variables cualitativas	32
4.1.2 Variables agronómicas.....	37
4.4 Análisis de correlación y regresión lineal.	47
4.4.1 Correlación “r”.....	47
4.4.2 Regresión “b”.....	47
4.5 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	48
CAPÍTULO V	49
5.1 CONCLUSIONES.....	49
5.2 RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Resultado de promedios en las variables: Vigor de la planta (VP), hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP), Tipo de grano (TG).	32
2	Resultado del análisis estadístico para la comparación de los promedios en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Número de plantas (NP), Días al espigamiento (DE), Peso de mil granos (PMG), Reacción a enfermedades foliares (REF), Reacción a enfermedades de la espiga Fusarium (REEF), Tamaño de la espiga (TE).	37
3	Resultado del análisis estadístico para la comparación de los promedios en las variables: Altura de planta (AP), Número de granos por espiga (NGE), Peso hectolítrico (PH), Peso de grano por parcelas (PGP), Rendimiento en Kg/ha (RT).	40
4	Resultado en cuanto al análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que mostraron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente rendimiento (RT).	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1	Resultados promedios de la variable vigor de la planta (VP) en 18 variedades de trigo.	33
2	Resultados promedios de la variable hábito de crecimiento (HC) en 18 variedades de trigo.	34
3	Resultados promedios de la variable Tipo de paja (TP) en 18 variedades de trigo.	35
4	Resultados promedios de la variable Tipo de grano (TG) en 18 variedades de trigo.	36
5	Resultados promedios de la variable Altura de planta (AP) en 18 variedades de trigo.	42
6	Resultados promedios de la variable Número de granos por espiga (NGE) en 18 variedades de trigo.	43
7	Resultados promedios de la variable Peso hectolítrico (PE) en 18 variedades de trigo.	44
8	Resultados promedios de la variable Peso de grano por parcela (PGP) en 18 variedades de trigo.	45
9	Resultados promedios de la variable Rendimiento en kg/ha (RT) en 18 variedades de trigo.	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1	Mapa ubicación del experimento
2	Croquis del experimento
3	Base general de datos de las variables evaluadas en esta investigación
4	Fotografías
5	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El presente trabajo se estableció para evaluar la “determinación del incremento en el rendimiento de 18 variedades de trigo (*Triticum aestivum*), provenientes del Banco de Semilla del INIAP-Santa Catalina, en la localidad de Laguacoto III provincia Bolívar”. Los objetivos que se plantearon fueron: i) Evaluar las principales características agronómicas de las 18 variedades de trigo en la zona agro-ecológica Laguacoto III. ii) Identificar la variedad de trigo que tenga mayor rendimiento en esta zona agroecológica. iii) Generar una base de datos de las variables tomadas y el incremento en el rendimiento de trigo. Los tratamientos en estudio fueron 18 variedades de trigo con tres repeticiones. El tipo de análisis que realizamos fue, prueba de Tukey para comparar los promedios de los tratamientos y análisis de correlación y regresión lineal. Se evaluó las siguientes variables: Porcentaje de emergencia (PE), Número de plantas (NP), Vigor de la planta (VP), Habito de crecimiento (HC), Días al espigamiento (DE), Altura de planta (AP), Reacción a enfermedades foliares (REF), Reacción a enfermedades de la espiga Fusarium (REEF), Tipo de paja (TP), Tamaño de la espiga (TE), Número de granos por espiga (NGE), Peso hectolítrico (PH), Peso de mil granos (PMG), Peso de grano por parcela (PGP), Tipo de grano (TG), Rendimiento (RT). Los tratamientos que obtuvieron mejores resultados en cuanto a rendimiento fueron las variedades; Iniap-romero 73 con 2711,20 kg/ha; Iniap-quilindaña 94 con 2433,70 kg/ha; Iniap-altar 82 con 2333,20 kg/ha y el Iniap-sangay 94 con 2254,50 kg/ha.

Palabras claves: Variedades, Tratamientos, Variables, Rendimiento.

SUMMARY

The present work was established to evaluate the "determination of the increase in the yield of 18 varieties of wheat (*Triticum aestivum*). from the Seed Bank of INIAP-Santa Catalina, in the town Laguacoto III province Bolívar". The objectives were: i) To evaluate the main agronomic characteristics of the 18 varieties of wheat in the agro-ecological zone of Laguacoto III. ii) Identify the variety of wheat with the highest yield in this agro-ecological zone. iii) Generate a database of the variables taken and the increase in wheat yield. The treatments under study were 18 varieties of wheat with three replications. The type of analysis we performed was, Tukey's test to compare the averages of the treatments and linear correlation and regression analysis. The following variables were evaluated: Percentage of emergence (PE), Number of plants (NP), Plant vigor (VP), Growth habit (HC), Days at spike (SD), Plant height (AP), Reaction to foliar diseases (REF), Reaction to Fusarium spike diseases (REEF), Type of straw (TP), Ear size (TE), Number of grains per ear (NGE), Hectolytric weight (PH), Weight of one thousand grains (PMG), Grain weight per plot (PGP), Grain type (TG), Yield (RT). The treatments that obtained better results in terms of yield were the varieties; Iniap-romero 73 with 2711.20 kg/ha; Iniap-quilindaña 94 with 2433.70 kg/ha; Iniap-altar 82 with 2333.20 kg/ha and Iniap-sangay 94 with 2254.50 kg/ha.

Keywords: Varieties, Treatments, Variables, Yield.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum*) es uno de los tres cereales más producidos en el mundo, junto al maíz y el arroz. Estos tres granos son la base de nuestra alimentación, ya que entre los tres aportan aproximadamente el 42,5% de las calorías de los alimentos. (Sisa, 2021)

Según la FAO (por sus siglas en inglés: Food and Agriculture Organization), menciona que la producción mundial de cereales en 2021 se mantuvo sin cambios con 2.799 millones de toneladas, lo que se presume un aumento del 0,8% en relación a la producción del 2020. La producción de trigo a nivel mundial cifra en 777 millones de toneladas en 2021. Aunque el pronóstico para la producción mundial de trigo en 2022 se ha reducido moderadamente con respecto al mes anterior a 782 millones de toneladas, la FAO todavía espera que la producción mundial de trigo aumente este año. (Fao, 2022)

En Ecuador, el trigo es uno de los granos más buscados en los hogares ecuatorianos ya que es fundamental en el producto final. Sin embargo. La producción nacional representa la menor cantidad de producto vendido en el país, y se estima que el 70% de los agricultores que cultiva este cereal, lo hacen en una superficie menor a 1 ha. Algunos agricultores tienen fincas de 10 a 20 hectáreas, pero solo el 1 o 2 hectáreas son utilizados para cultivar este cultivo. Como tal, este grano es un cultivo de subsistencia a pequeña escala. Sin embargo, desde una perspectiva de seguridad alimentaria, es extremadamente importante ya que proporciona una fuente de alimentos para estos sectores, que se encuentran entre los segmentos más vulnerables de la sociedad. (Campaña, 2020)

Según el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con sede en la Estación Experimental Santa Catalina, señala que la población ecuatoriana basa su alimentación en el consumo de cereales, que son arroz, cebada, maíz y trigo. En cuanto al trigo se estima en más de 30 kilogramos anuales, y la producción nacional es de 36.936 toneladas al año. A nivel nacional, las necesidades de trigo se cubren con un promedio del 99,78% de las importaciones y

el 0,22% de la producción nacional, que es la producción baja a nivel de América latina con 0,7 toneladas por año, comparado con el beneficio promedio mundial superior a 1,3 toneladas año y con el rendimiento en los países desarrollados ubicados en latitudes altas alcanzan las 6.0 toneladas anuales. (Pullas, 2017)

1.2 PROBLEMA

Dada la importancia del trigo como producto agrícola, es necesario comprender los factores que propician el surgimiento y la demanda insatisfecha de esta gramínea en Ecuador; gran parte depende de las importaciones. El país consume 77400 toneladas de harina de trigo al año. Por otro lado, la producción anual de trigo en Ecuador se ve afectada por factores limitantes, como el agua, las deficiencias nutrientes y las temperaturas extremas.

Los pequeños agricultores enfrentan actualmente a una situación, donde el cambio climático está provocando bajos rendimientos de trigo, obligándolos a reducir la superficie de producción y desmotivando a los agricultores que han apostado por esta variedad. Como resultado, muchos se desvían para evitar terrenos baldíos, trayendo como consecuencia baja producción de trigo en el país.

En la provincia de Bolívar donde la gran mayoría de los agricultores dedican al cultivo de cereales, existe la necesidad de implementar nuevas variedades adaptadas a estas zonas de cultivo; ya que aún hay deficiencia en el mejoramiento genético de los materiales, logrando adaptar a diferentes zonas agroecológicas dentro de nuestra provincia y cumplan con los estándares de calidad para su comercialización.

Además, como principales limitantes están los factores bióticos y abióticos, la incidencia y severidad de enfermedades que afectan a los tallos, hojas y espigas, como las royas (*Puccinia spp*), Manchas foliares causadas por patógenos *Fusarium sp*, *Septoria sp*, *Ustilago sp*, *Helminthosporium sp*, *Ryncosporium sp*, ocasionando dificultades durante el manejo de cultivo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar el incremento en el rendimiento de 18 variedades de trigo, provenientes del banco de semillas INIAP-Santa Catalina.

1.3.2 Objetivos específicos

- Evaluar las principales características agronómicas de 18 variedades de trigo en la zona Laguacoto III.
- Identificar la variedad de trigo que tenga mayor rendimiento en la zona agroecológica Laguacoto III.
- Generar una base de datos de las variables tomadas y el incremento en el rendimiento de trigo.

1.4 HIPÓTESIS

H₀: El incremento en el rendimiento de trigo no depende de la variedad y su interacción genotipo-ambiente.

H₁: El incremento en el rendimiento de trigo depende de la variedad y su interacción genotipo-ambiente.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

El trigo es la planta más cultivada del mundo. Incluso puede crecer más y superar a cualquier otra especie de semilla, silvestres o doméstica. Cada mes del año, las cosechas de trigo maduran en algún lugar del mundo. Es el cultivo más importante en Estados Unidos y Canadá, se cultiva en grandes extensiones en casi todos los países de América Latina, Europa y Asia. (Garcia, 2019)

2.2 Cereal

Son plantas herbáceas monocotiledóneas de ciclo anual, entre ellas están el trigo blando (*Triticum aestivum*), el trigo duro (*Triticum durum*), la cebada (*Hordeum vulgare*), la avena (*Avena sativa*), y otras especies. Son originarias de regiones templadas y subtropicales, pertenecen a la familia de las gramíneas.

Se caracterizan por su estructura morfológica formada por tallos con estructura de caña, con panoja o espiga, donde los granos son aprovechados para la alimentación humana y animal. (Mapa, 2022)

2.2 Origen

La historia de los cereales, especialmente el trigo, está estrechamente relacionada con la civilización humana. Surgió en el norte de Persia y el norte de Siria debido a la relación entre diferentes padres. Por tal motivo, es el cultivo más antiguo sembrado por humanos a gran escala y grandes cantidades. (Moreno, 2021)

2.3 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Tribu: Triticeae

Género: Triticum

Especie: *Triticum aestivum* (Agronomía, 2021)

2.4 Descripción botánica

2.4.1 Morfología

Todos los cultivos tienen un sistema de raíces que consta de raíces primarias o semillas y raíces secundarias o adventicias. El número de raíces primarias varía según el tipo de planta, por ejemplo, en el caso de trigo tiene alrededor de 5 o 6 raíces primarias y funcionan hasta el comienzo de la germinación. (Becerra, 2018)

2.5 Características botánicas

2.5.1 Raíz

El trigo tiene una raíz primaria o raíz en cabellera, es decir tiene muchas ramas, que en su mayoría alcanza una profundidad de 25 cm, algunas de ellas incluso alcanzando hasta un metro de profundidad. (Vikidia, 2020)

2.5.2 Tallo

Los tallos del trigo son de tipo herbáceo, extendiéndose hacia arriba en cañas huecas con 6 nudos, alcanzando 0,5-2 m de altura, y presentan poca ramificación desde sus primeros días hasta su madurez fisiológica.

2.5.3 Hojas

Las hojas del trigo tienen una forma linear-lanceoladas (delgadas, rectas y terminadas en forma de puntiagudas) con una vaina y una lígula bien definida.

2.5.4 Inflorescencias

La inflorescencia es una espiga que consta de ejes desplazados, o el eje de la nervadura central, de entrenudos cortos, en los que se disponen de 20 a 30 espigas,

cada una con nueve flores, la mayoría de las cuales son abortivas, dispuestas alternativamente, sueltas o compactas. (Tuñoque, 2018)

2.5.5 Fruto

Los frutos son ovalados, con surcos en la cara ventral del grano del fruto. El grano está protegido por el pericarpio, pero el resto está constituido mayoritariamente por el endospermo, que contiene las sustancias de reserva que constituyen la masa principal del grano. (Agronomía, 2021)

2.6 Condiciones edafoclimáticas

2.6.1 Suelos

El trigo requiere un suelo suelto y bien drenado con un pH de entre 5,5 a 7, pero las condiciones físicas del suelo deben tener las siguientes características:

- ✓ Una estructura granular que asegura la aireación y el movimiento del agua en la estructura del suelo.
- ✓ Un perfil de suelo cultivable puede ser unos 30 cm para un buen enraizamiento y buen rendimiento del cultivo.
- ✓ Resistente a la formación de costras, lo que impide la germinación y aireación de la materia orgánica. (Traxco, 2017)

2.6.2 Temperatura y Humedad

La temperatura óptima para la germinación del trigo es de 20–25 °C, y la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de trigo es de 10 -24 °C. en general, la región andina del Ecuador tiene un patrón de precipitaciones bien definido y uniforme. (Traxco, 2017)

2.6.3 Heliofanía

Desde la perspectiva de los cultivos, mayores precipitaciones menores horas luz, pero para el buen desarrollo del trigo necesita de 1000 horas de sol para completar su ciclo de vida. (Becerra, 2018)

2.6.4 Riego

Se recomienda aplicar el riego durante la germinación, macollaje temprano y cuando el grano aún está en agua para optimizar el número de espigas, número de mazorcas, número de granos por espiga, formación y llenado de granos y densidad de granos. Debe indicar el mejor momento para regar y aprovechar al máximo el agua presente en el suelo. (Agro, 2018)

2.6.5 Altitud

Por su naturaleza, el trigo crece bien y tiene altos rendimientos entre los 2.000 y los 3.200 metros sobre el nivel del mar. Por esta razón, los cultivares se encuentran en las regiones andinas. (INIAP, 2019)

2.7 Variedades de Trigo

2.7.1 Iniap Amazonas 69

Desde su liberación presentó una excelente adaptabilidad en las provincias de Bolívar Chimborazo. Esto se dio tras ocho años de cuidadosa selección y adaptación en los campos de ensayo “Santa Catalina” lograron multiplicar esta variedad. (Guambuguete, 2022)

Progenitores	(Salles/Mc Murachy - Mayo x Maida – Kenya 117) = (Frontana/kenya 58 – New thatcher)
Altitud	2000 a 2800 msnm
Paja	Paja fuerte y corta
Espiga	Con Barba
Color	Café
Rendimiento	4247 kg/ha

2.7.2 Iniap Atacazo 69

Esta variedad se adapta bien a los suelos negros del tipo paramo de los Andes. Se puede sembrar en todas las provincias del sur: Cañar, Azuay y Loja, tiene la capacidad de rotación excepcional. (Galarza, 2023)

Progenitores	Yaqui 48 x Kenya 58 / New thatcher x Frocor x Kenya AD / Gabo.
Altitud	Bajo los 2800 msnm
Precipitación	700 a 1000 mm
Paja	Paja fuerte
Altura de planta	1 a 1.20 metros
Resistencia enfermedades	<i>Puccinia glumarum</i> , <i>Puccinia graminis</i> y <i>Puccinia triticina</i>
Rendimiento	3975 kg/ha

2.7.3 Iniap Rumiñahui 69

Este cultivar tiene mejor adaptabilidad que cualquiera de las anteriores. Esta es una variedad con buenas propiedades de molienda. Se obtuvo de la estación experimental “Santa Catalina”. (Guambuguete, 2022)

Progenitores	Maida – Mc Murachy / Exchange x (Africa-mayo)
Altitud	2000 a 3000 msnm
Paja	Paja corta
Espiga	Con Barba blanca
Resistencia enfermedades	Polvillo o royas
Rendimiento	3549 kg/ha

2.7.4 Iniap Romero 73

En 1973 fue liberada esta variedad, como resultado de 8 años de investigación por el programa de trigo, de la estación experimental INIAP-Santa Catalina. (Pogo, 2022)

Progenitores	Frocor – Kenya 58 / Newthatch x Bonza
Altitud	2000 a 2900 msnm
Ciclo vegetativo	150 días
Altura planta	100 cm
Macollage	Muy buena
Paja	Fuerte, resistente a vuelco
Espiga	Mutica (sin barbas) de color blanco
Resistencia enfermedades	Polvillo amarillo y del tallo Moderadamente a la roya
Rendimiento	3992 kg/ha

2.7.5 Iniap Antisana 78

Fue introducido como una línea avanzada desde México. Su potencial adaptación se evaluó a nivel de estación y en ensayos regionales en campo de agricultores durante seis años. (Galarza, 2023)

Progenitores	Ciano “sib” Gallo
Altitud	2500 a 2700 msnm
Ciclo vegetativo	163 días
Altura planta	90 cm
Macollage	Buena capacidad
Paja	Fuerte, resistente a vuelco
Espiga	Con barbas de color blanco
Color de grano	Café claro
Resistencia enfermedades	Roya de hoja, roya de tallo y roya amarilla
Rendimiento	3992 kg/ha

2.7.6 Iniap Chimborazo 78

Se introdujo en el programa de trigo en 1978 como una línea de producción mejorada, luego se evaluó durante un periodo de ocho años en la Estación Experimental-Santa Catalina y en 30 localidades en la región triguera nacional. (Agroscopio, 2023)

Progenitores	Sonora 64A – Selkirk/Andes x Marroqui/Renown x Bonza
Altitud	2800 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	180 días
Altura planta	100 cm
Macollage	Muy buena capacidad
Paja	Fuerte, resistente a vuelco
Espiga	Mutica (sin barbas) de color blanco
Color de grano	Café oscuro
Resistencia enfermedades	Roya de hoja, roya de tallo y roya amarilla
Rendimiento	4999.55 kg/ha

2.7.7 Iniap Altar 82

Desde su liberación en el año 1984, esta variedad tiene ventajas sobre el Chimborazo, Antisana y Romero en términos de resistencia a enfermedades, por ende, presenta mayor rendimiento y rango más amplio. (Pogo, 2022)

Progenitores	Tezanos Pinto Precoz-Sonora 64A x Desconocido-Frocor
Altitud	2500 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	180 – 195 días
Altura planta	100 - 110 cm
Tallo	Semifuerte
Espiga	Barbada de color blanca
Color de grano	Rojo
Resistencia enfermedades	Roya amarilla o roya de la gluma
Rendimiento	3628.74 kg/ha

2.7.8 Iniap Tungurahua 82

Tiene su origen en un cruce realizado en 1968 en la Estación Experimental “Santa Catalina”. El proceso de selección duro seis años, de 1968 a 1973, y la adaptación regional y las pruebas de desempeño se llevaron a cabo de 1973 a 1982. (Guambuguete, 2022)

Progenitores	Amazonas (Frocor – Frontana x Yaqui/4777) Frocor – mayo 54/4777
Altitud	2300 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	165 – 175 días
Altura planta	100 - 110 cm
Tallo	Fuerte
Espiga	Barbada de color café
Color de grano	Rojo
Rendimiento	3628 kg/ha

2.7.9 Iniap Cotopaxi 88

En 1991 el programa de cereales ofrece a los productores de trigo la nueva variedad INIAP Cotopaxi 88 como otra alternativa al cultivo de esta gramínea en la sierra ecuatoriana. (Galarza, 2023)

Progenitores	Sonora 64, Tezamos Pinto Precoz, Yaquí 50, Napo, LAC-617 (67A) y la variedad Búho
Altitud	2500 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	180 días
Altura planta	90 - 105 cm
Tallo	Fuerte resistente a vuelco
Espiga	Barbada de color blanco marfil
Rendimiento	2721.55 kg/ha

2.7.10 Iniap Cojitambo 92

Al darse cuenta de la necesidad de brindar a los agricultores nuevas alternativas que sean altamente productivas y adaptadas a las condiciones de clima y suelo, INIAP ofrece esta variedad. Introducido por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (Agroscopio, 2023)

Progenitores	Bonaza/Yecora/3/F.3575/Kalian-Zona/Bluebird
Altitud	2500 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	175 a 185 días
Días al espigamiento	85 a 90 días
Altura planta	80 - 90 cm
Tallo	Fuerte resistente a vuelco
Espiga	Barbada de color blanco
Rendimiento	4000 kg/ha

2.7.11 Iniap Quilindaña 94

Se introdujo en el programa como una cepa avanzada y se identificó como la número 53, en el Vivero de enfermedades y observación de Latinoamérica (VEOLA). Las pruebas iniciales se realizaron en la Estación Experimental de Santa Catalina entre 1986 y 1988. (Galarza, 2023)

Altitud	2800 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	185 a 190 días
Días al espigamiento	80 a 85 días
Altura planta	80 - 90 cm
Tallo	Fuerte resistente a vuelco
Espiga	Barbada de color blanco marfil
Color de grano	Rojo
Rendimiento	4516 kg/ha

2.7.12 Iniap Sangay 94

Luego de varios años de envío del material genético al programa de cebada y trigo del INIAP, la variedad fue introducida como línea mejorada. Fue identificado como el número 65 en el Vivero Internacional para Sequía, y fue evaluado en la Estación Experimental “Santa Catalina”. (Pogo, 2022)

Altitud	2800 a 3200 msnm
Ciclo vegetativo	181 a 186 días
Días al espigamiento	78 a 85 días
Altura planta	105- 120 cm
Tallo	Fuerte resistente a vuelco
Espiga	Barbada de color blanco
Color de grano	Ambar
Rendimiento	2371 kg/ha

2.7.13 Iniap Cotacachi 98

Desde su liberación en 1998, la variedad fue parcialmente resistente a la roya amarilla, por lo que se puede cultivar tanto en altitudes bajas como altas sin el uso de fungicidas. Vale la pena señalar que esta nueva variedad no reemplazará a ninguna de las variedades mencionadas. (Agroscopio, 2023)

Progenitores	K.Popo/MBUN
Altitud	2800 a 3200 msnm
Días al espigamiento	85 a 90 días
Altura planta	95 - 120 cm
Tallo	Resistente a acamen
Espiga	Color blanco-ambar
Rendimiento	3220 kg/ha

2.7.14 Iniap Zhalao 2003

El Programa de cereales en la Estación Experimental Santa Catalina en 1997, donde se sembró y propago en invernadero la F1, para luego ser cultivado en campo la generación F2. Y así hasta llegar a la F6 donde se adaptaron a las zonas de Cañar y Loja. (Pogo, 2022)

Progenitores	Iniap Cojitambo 92/FINK/IA 8834
Altitud	2800 a 3200 msnm
Ciclo de vida	175 a 180 días
Días al espigamiento	85 a 90 días
Altura planta	85 - 95 cm
Tallo	Tolerante al vuelco
Espiga	Barbada de color blanco
Rendimiento	4700 kg/ha

2.7.15 Iniap Mirador 2010

Desde su liberación en 2010, esta variedad se adapta a las zonas cerealistas en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Bolívar), Alausí y Chunchi (Chimborazo). Además, es resistente a las principales enfermedades del trigo en el país, por lo que no hay necesidad de fungicidas. (Guambuquete, 2022)

Progenitores	TINAMOU/MILAN
Altitud	2200 a 3000 msnm
Ciclo de vida	160 a 170 días
Días al espigamiento	80 a 85 días
Altura planta	92 cm
Tallo	Tolerante al vuelco
Espiga	Barbada compactada
Rendimiento	4000 kg/ha

2.7.16 Iniap San Jacinto 2010

El INIAP libera esta variedad en 2010, con el objetivo brindar a los productores de las regiones productoras de cereales de Bolívar, Chimborazo e Imbabura, variedades mejoradas de trigo para hornear. Esta tiene alto rendimiento, fuerte adaptabilidad y resistencia a la roya amarilla del trigo. (Galarza, 2023)

Progenitores	SERI/ATTILA
Altitud	2200 a 3000 msnm
Ciclo de vida	160 a 170 días
Días al espigamiento	80 a 85 días
Altura planta	88 cm
Tallo	Tolerante al vuelco
Espiga	Barbada compactada
Color grano	Blanco
Rendimiento	4000 kg/ha

2.7.17 Iniap Vivar 2010

Esta variedad que fue liberada en 2010, se adaptó a las zonas de producción de granos en los cantones de Saraguro (Loja), El Tambo, Cañar y Suscal (Cañar) en el sur de Ecuador. Es resistente a las principales enfermedades que afectan al trigo. El nombre fue dado en honor al Dr. Hugo Vivar. (Guambuguete, 2022)

Progenitores	Irena/Babax//Pastor
Altitud	2400 a 3000 msnm
Ciclo de cultivo	165 a 175 días
Días al espigamiento	80 a 90 días
Altura planta	85 a 95 cm
Tallo	Tolerante al vuelco
Espiga	Barbada compactada
Color grano	Blanco
Rendimiento	5000 a 6000 kg/ha

2.7.18 Iniap Imbabura 2014

Desde su liberación en el año 2014, la variedad fue seleccionada junto con productores de trigo en varias provincias de las tierras altas de Ecuador debido a sus excelentes características de rendimiento, muy buenas características de tostado y resistencia a las principales enfermedades de los cultivos. (Galarza, 2023)

Historia selección	CM 81812-12Y-06PZ-4Y-1M-0Y-5M-0Y-3SJ-0Y-0E-0E-0E-0E
Altitud	2000 a 3000 msnm
Precipitaciones	400 a 500 mm
Ciclo de cultivo	160 a 180 días
Días al espigamiento	85 días
Altura planta	105 cm
Tallo	Resistente al acamen
Espiga	Compactada
Color grano	Rojo
Rendimiento	4000 kg/ha

2.7.19 Rendimiento de las variedades

N°	Variedades	Rendimiento T/ha
1	Iniap-Amazonas 69	4.2

2	Iniap-Atacazo 69	3.9
3	Iniap-Rumiñahui 69	3.5
4	Iniap-Romero 73	3.9
5	Iniap-Antisana 78	3.9
6	Iniap-Chimborazo 78	4
7	Iniap-Altar 82	3.6
8	Iniap-Tungurahua 82	3,6
9	Iniap-Cotopaxi 88	2.7
10	Iniap-Cojitambo 92	4
11	Iniap-Quilindaña 94	4.5
12	Iniap-Sangay 94	2.3
13	Iniap-Cotacachi 98	3.2
14	Iniap-Zhalao 2003	4.7
15	Iniap-Mirador 2010	4
16	Iniap-San jacinto 2010	4
17	Iniap-Vivar 2010	5 a 6
18	Iniap-Imbabura 2014	4

Fuente: Centro de Investigación del INIAP-Santa Catalina 2020

2.8 Prácticas agronómicas

2.8.1 Preparación de terreno

El trigo necesita un suelo estable y suelto que haya sido limpiado de malas hierbas y bien compactado. La naturaleza de las labores, en la que se lleva a cabo y el tiempo apropiado para su ejecución varían con los cultivos que precedieron al trigo, la naturaleza del suelo y el clima.

- ✓ Si la tierra no ha sido cultivada anteriormente, se debe arar y dejar en barbecho por lo menos un año antes de la siembra del trigo.
- ✓ Si el trigo viene antes de una leguminosa, el trabajo profundo se hace antes del verano.
- ✓ Si esta antes del barbecho, el trabajo de superficie se realiza antes de la siembra. (Agronomía, 2021)

2.8.2 Cantidad y calidad de semilla

En cuanto a la cantidad de semilla utilizada por hectárea, la dosis de siembra varía según el método de siembra que utilice el agricultor. La tasa de siembra requerida es de 400 lb/ha en siembra manual y 330 lb/ha para siembra mecanizada. Las

semillas utilizadas en la producción de trigo deben ser de buena calidad, de la categoría “registrada” o “certificadas”, con una tasa de germinación mínima del 85%, y las semillas deben estar esterilizadas para combatir enfermedades. (Solís, 2019)

2.8.3 Siembra

Esto debe hacerse al inicio de la estación lluviosa de la región y coincidiendo con la cosecha de la estación seca para evitar la pérdida de calidad de grano. La temporada de siembra es febrero-marzo en el norte y sur del país y noviembre-enero en la parte central.

El método utilizado para la siembra es manual o controlado por maquina (sembradora o voleadora). La profundidad de siembra es muy importante para una germinación confiable. Por lo tanto, no debe ser demasiado profundo ni demasiado superficial. (Vikidia, 2020)

2.8.4 Control de malezas

Al cultivar trigo, es importante considerar algunos aspectos de manejo desde el principio, entre ellos: (semilla y densidad). Dependiendo de cómo se implemente esta práctica, puede afectar significativamente el crecimiento y desarrollo de malezas. Para reducir el impacto de las malezas en los cultivos, es importante considerar:

- Buen control de especies en periodos de preemergencia con herbicidas residuales sistémicos o con herbicidas selectivos.
- Una buena siembra y una adecuada densidad y distribución de plantas permiten un cultivo completamente desarrollado.
- Una variedad duradera con una estructura vegetal que produce una gran masa de hojas. (Agro, 2018)

2.8.5 Fertilización

El análisis químico del suelo permite determinar la cantidad de fertilizante necesarias para el cultivo. Para nuestro medio, las recomendaciones generales para

el trigo son: 80 kg de nitrógeno, 60 kg de fósforo, 40 kg de potasio y 20 kg de azufre por hectárea. Cabe señalar que la urea y otros fertilizantes nitrogenados no deben aplicarse cuando el suelo está seco o cerca de lluvias intensas, ya que los nutrientes aplicados se pierden por evaporación y no son utilizados por las plantas. (Agronomía, 2021)

2.8.6 Cosecha

El trigo se cosecha mejor con una cosechadora o se corta a mano con una hoz para darle forma de gavillas. Esto se hace a los 170-180 días, cuando el color verde de los tallos ha desaparecido por completo y los granos son muy regulares. El corte de tallos se realiza a una altura de 30 cm del suelo. (Gómez, 2019)

2.8.7 Trilla

La trilla se realiza generalmente en trilladoras estacionarias. Alternativamente, esto se puede hacer manualmente en una “trilla” utilizando animales (caballo, mula o burro) o postes (madera o hierro) en una “era”. (Tuñoque, 2018)

2.8.8 Limpieza

Antes del almacenamiento, para eliminar las impurezas del trigo (partículas de otros granos, piedras, paja), el grano se limpia con un limpiador. Este proceso permite más espacio para almacenar más grano, manteniendo el trigo limpio, y así mejorar su conservación. (Cordoba, 2021)

2.8.9 Almacenado

El almacenamiento de granos no debe verse simplemente como el proceso de almacenar granos en un almacén y sacarlos a la venta después de un cierto periodo de tiempo sin preocuparse por lo que sucederá durante este tiempo. El grano debe almacenarse al menor costo posible, que asegure la calidad, ya que la producción de trigo es para la industria panadera. (Campaña, 2020)

2.9 Función nutricional

2.9.1 Nitrógeno

El nitrógeno del fertilizante es absorbido por las plantas para ayudarlas a crecer. Pero cuando hay demasiado nitrógeno (lo que sucede cuando se usa demasiado fertilizante), parte del nitrógeno no se devuelve a la atmósfera y, en cambio, puede contribuir a la contaminación ambiental.

En el suelo o en el estiércol, el nitrógeno, se encuentra en forma de amoníaco (NH_3) o iones de amonio (NH_4). Las bacterias y los hongos en el suelo convierten el amoníaco en iones de amonio. Las bacterias del suelo pertenecientes al género *Nitrosomonas* luego convierten los iones de amonio en iones de nitrito (NO_2^-), que luego son convertidos en iones de nitrato (NO_3^-) por bacterias del género *Nitrobacter*. (Fao, 2022)

2.9.2 Fósforo

El fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas y su contenido de P₂₀₅ es de aproximadamente 0,5-1% del material seco. Desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis, el transporte de nutrientes, la síntesis y degradación de carbohidratos, la síntesis de proteínas, la actividad de la amilasa y como transmisor de energía. Se encuentra en parte en estado mineral, pero también forma compuestos organofosforados fosforados con lípidos, proteínas y carbohidratos como la lecitina. Es un nutriente clave, lo que significa que la producción agrícola y los cultivos son generalmente deficientes en él, por lo que requieren cantidades relativamente grandes. (Álvaro, 2019)

2.9.3 Potasio, Calcio y Magnesio

Son macronutrientes con dos propiedades esenciales: ambos son absorbidos por las plantas en forma catiónica y tienen una relación antagónica entre sí. Dependiendo de la concentración de potasio, calcio y magnesio en la solución del suelo, se reducirá la tasa de absorción de los elementos menos concentrados en el sistema.

El potasio es un elemento móvil en las plantas y se acumula en su meristemo. Estimula la turgencia celular, actúa como activador enzimático, participa en la síntesis de proteínas, absorción de nitrógeno, síntesis de almidón y mejora la actividad de las raíces fijadoras de nitrógeno.

El calcio es un elemento con muy baja movilidad interna, y su papel más importante es penetrar la pared celular, aumentar la permeabilidad celular, así como la división y elongación celular, y activar el meristemo para promover el crecimiento de la raíz.

El magnesio es un elemento altamente móvil en las plantas, es un componente esencial de la molécula de clorofila, que proporciona autonomía autótrofa a los organismos vegetales. Participa activamente en el metabolismo de los hidratos de carbono, activando enzimáticamente los hidratos de carbono junto con el azufre y el fósforo en la síntesis de aceite en las plantas oleaginosas. (Pullas, 2017)

2.9.4 Azufre

Las plantas absorben azufre en forma oxidada (sulfato) del suelo y también pueden absorber azufre gaseoso (dióxido de azufre) directamente de la atmósfera a través de sus hojas. Algunos de los aminoácidos, cisteína y metionina, pueden ser absorbidos por las plantas y surgen de la humificación de la materia orgánica del suelo.

2.9.5 Hierro

De actuar como catalizador de reacciones enzimáticas, participar en la síntesis de clorofila y proteínas, y en diversas reacciones de reducción y oxidación. El hierro es esencial para el mecanismo por el cual las bacterias rizobianas fijan el nitrógeno atmosférico en las leguminosas. (Tuñoque, 2018)

2.10 Principales plagas

2.10.1 Pájaros

Comen grandes cantidades de granos maduro. Hay diferentes especies de aves, para su control puedes usarlos cebos envenenados.

2.10.2 Roedores

Se alimentan de plantas, para el control se usan cebos tóxicos a base de sulfato de talio.

2.10.3 Nemátodos (*Pratylenchus* y *Ditylenchus*)

Su presencia se puede ver en los nódulos o hinchazones en las raíces, tallos y mazorcas deformados. La rotación de cultivos es necesaria para controlarla. (Becerra, 2018)

2.10.4 Áfidos o pulgones (*Aphisfabae*)

Hay pulgones de brotes y espigas. Se muestran dos tipos: con alas y sin alas. Los pulgones deforman las plantas, Estos animales también son portadores de enfermedades virales, su control químico se realiza mediante insecticidas organofosforados y carbonatos. Se recomienda un uso alternativo para evitar la resistencia de los áfidos al mismo producto. Los pulgones también se pueden eliminar según sus enemigos naturales. (INIAP, 2019)

2.12 Principales enfermedades

2.12.1 Roya (*Puccinia recondita*, *P. graminis*, *P. striiformis*)

El hongo forma pequeñas manchas de color amarillo a marrón en las hojas y en las espigas. En las hojas, estas sustancias impiden la absorción de nutrientes y alteran el metabolismo, lo que reduce los rendimientos. Las partículas son pequeñas y gruesas. (Campaña, 2020)

1.12.2 Fusariosis (*Fusarium graminearum*, *F. culmorum*)

Los síntomas aparecen después de la floración, primero con manchas marrones húmedas, y si la infección continua, las espigas se cubren con bultos de color blanco rosado anaranjado. No existen variedades resistentes y algunas variedades tienen mejor comportamiento o tolerancia a enfermedades. (Fao, 2022)

1.12.3 Carbón (*Ustilago tritici*)

En esta enfermedad las espigas se vuelven polvo negro, y en ataques muy severos solo queda el raquis. Se controla eliminando las espigas afectadas en el campo para que el grano sano no se contamine durante la trilla y también es necesario el tratamiento con fungicida en las semillas. (Pullas, 2017)

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del experimento

- **Localización de la investigación**

La investigación se realizó en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, sector Laguacoto III.

- **Situación geográfica y climática**

- Altitud de 2663 msnm
- Latitud -1°36'52"
- Longitud -78°59'54"
- Temperatura máxima 21°C
- Temperatura mínima 7°C
- Temperatura media anual 14.4°C
- Precipitación media anual 980 mm
- Heliofanía 900 horas/luz/año
- Humedad relativa media 70%

Fuente: Estación meteorológica UEB 2019

- **Zona de Vida**

El sector de Laguacoto III se encuentra ubicado de acuerdo a la zona de vida de Holdrige, L. (1979), bosque seco Montano Bajo (bs- MB).

3.2 Metodología

3.2.1 Material experimental

Se utilizó 18 variedades de trigo provistas por el Programa de Cereales INIAP-Santa Catalina.

3.2.2 Factores en estudio

18 variedades de trigo liberadas por INIAP.

3.2.3 Tratamientos

Se consideró como tratamiento a cada una de las variedades de trigo según el siguiente detalle.

N°	Tratamientos	Código
1	INIAP-AMAZONAS 69	S-1
2	INIAP-ATACAZO 69	S-2
3	INIAP-RUMIÑAHUI 69	S-3
4	INIAP-ROMERO 73	S-4
5	INIAP-ANTISANA 78	S-5
6	INIAP-CHIMBORAZO 78	S-6
7	INIAP-ALTAR 82	S-7
8	INIAP-TUNGURAHUA 82	S-8
9	INIAP-COTOPAXI 88	S-9
10	INIAP-COJITAMBO 92	S-10
11	INIAP-QUILINDAÑA 94	S-11
12	INIAP-SANGAY 94	S-12
13	INIAP-COTACACHI 98	S-13
14	INIAP-ZHALAO 2003	S-14
15	INIAP-MIRADOR 2010	S-15
16	INIAP-SAN JACINTO 2010	S-16
17	INIAP-VIVAR 2010	S-17
18	INIAP-IMBABURA 2014	S-18

3.2.4 Tipo de diseño experimental o estadístico

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar DBCA.

3.2.5 Manejo del experimento en campo o laboratorio

- **Preparación del terreno**

Se inició con la deshierba de las malezas, retiro de rocas, con un tractor arador se procedió a remover el suelo para luego pasar la rastra, hasta que el sitio estaba en óptimas condiciones para implementar la investigación.

- **Establecimiento de unidades experimentales**

El área total del ensayo fue de 248 m^2 la cual se estableció las parcelas de 1.2 m^2 cada una dando un total de 54 unidades experimentales, con una distancia de separación de 1 metro entre cada una de ellas, tomando en cuenta el tipo de diseño.

- **Adquisición de semilla de trigo**

El INIAP proporcionó 18 variedades de semilla de trigo, provenientes de banco de semilla INIAP-Santa Catalina. La cantidad de semilla fue de 21 gramos para cada unidad experimental.

- **Siembra**

Se realizó la distribución de cada tratamiento de acuerdo al croquis, utilizando la cantidad de semilla de 21 g para cada parcela, logrando una densidad de siembra de 180 kg/ha.

- **Fertilización**

Al momento de la siembra se utilizó 150 kg/ha de 18 – 46 – 0 más 50 kg/ha sulphomag. Fertilización nitrogenada 100 kg/ha de área en dos aplicaciones.

- **Tape**

Se realizó manualmente utilizando un rastrillo, sin dejar las semillas expuestas.

- **Control de malezas**

Se realizó la deshierba manual, para eliminar las plantas no deseadas dentro del cultivo, teniendo cuidado de no dañar las parcelas de trigo; además se usó Metsulfuron Metil en dosis de 15 g/ha para el control químico de malezas entre los 21 - 30 días posteriores a la siembra.

- **Control de plagas y enfermedades**

Mediante monitoreos regulares se pudo verificar la ausencia o presencia de plagas y enfermedades en cada una de las parcelas durante la temporada de crecimiento. En caso de plagas, se aplicó productos específicos como Acephate en dosis de 40 g/20 lt de agua para la prevención de áfidos; y en el caso de enfermedades no se realizó controles fitosanitarios.

- **Cosecha**

Se procedió a cortar de forma manual con la ayuda de una hoz, y se colocaron en diferentes bolsas para su posterior trilla.

- **Trilla**

Se utilizó una trilladora artesanal apropiada para la trilla de los cereales del Programa de semillas de la Universidad Estatal de Bolívar.

- **Secado**

Se efectuó de forma tradicional ubicando en el piso un tendal, en un día soleado hasta que el grano tuvo un aproximado de 13% de humedad.

- **Aventado**

Para esta labor se realizó de forma manual con la ayuda del viento y un ventilador portátil.

- **Post-cosecha**

Se procedió a almacenarlo en pequeñas bolsas evitando los lugares húmedos.

3.2.6 Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Datos que fueron registrado mediante observación, en la etapa de desarrollo del cultivo. Y cuando dos o tres hojas estaban desarrolladas. La escala de evaluación de emergencia fue (buena, regular y malo). Buena 81 a 100% de plantas brotadas. Regular de 60 a 80% plantas germinadas. Malo menos de 60% plantas germinadas.

- **Número de plantas (NP)**

Se determinó por conteo directo, antes del periodo de macollamiento. En una muestra al azar de cada unidad experimental, con la ayuda de un flexómetro, en un área de 50 cm cuadrados.

- **Vigor de la Planta (VP)**

Se evaluó cuando el cultivo se encontraba en etapa de desarrollo de 35 a 45 días o cuando estaba de cuatro a cinco hojas desarrolladas después de la siembra, fue mediante visualización, antes de inicio de macollamiento. La nomenclatura fue (bueno, regular y malo). Bueno cuando las plantas y hojas fueron desarrolladas, regular plantas y hojas poco desarrolladas, malo plantas pequeñas y hojas delgadas.

- **Hábito de crecimiento (HC)**

Para la evaluación de esta variable se utilizó tres escalas (erecto, intermedio y postrado). Erecto hojas dispuestas verticalmente hacia arriba, intermedio hojas dispuestas diagonalmente formando un ángulo de 45 grados y postrado cuando las hojas estaban de forma horizontal sobre a superficie de suelo, la toma de este dato fue en toda etapa de macollamiento.

- **Días al espigamiento (DE)**

Se realizó de forma visual, estimando el número de días desde la siembra hasta que el 50% de espigas aparezca en su totalidad.

- **Altura de planta (AP)**

Se registró desde la superficie del suelo hasta el ápice de la espiga, en centímetros empleando una regleta en 10 plantas tomadas al azar, cuando el cultivo haya alcanzado su madurez fisiológica.

- **Reacción a enfermedades foliares (REF)**

Se realizó mediante observaciones periódicas en cada una de las parcelas a partir de la emergencia de la planta e incluso días antes de la cosecha, como la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia triticina*), fusarium (*Fusarium spp*), entre otras.

- **Reacción a enfermedades de la espiga Fusarium *Fusarium spp.* (REEF)**

Variable que fue evaluada de forma visual, determinando la incidencia de las plantas infectadas y fue expresado en porcentajes.

- **Tipo de paja (TP)**

Se utilizó escala del 1 - 3. 1 tallo fuerte, gruesos, erectos y flexibles que soporten el viento y acamen. 2 tallo intermedio, tallos no muy gruesos, erectos y medianamente flexibles que resistieron parcialmente el viento y el acamen. 3 tallo débil, tallos delgados e inflexibles, que no soportaron el viento. En 10 plantas tomadas al azar.

- **Tamaño de la espiga (TE)**

Se realizó mediante la medición desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas. Para ello se usó una regla y fue expresado en centímetros. Esta evaluación se determinó cuando el cultivo alcanzó su madurez comercial, en 10 plantas seleccionadas.

- **Número de granos por espiga (NGE)**

En las 10 plantas seleccionadas anteriormente, se procedió a contar manualmente el número de granos que tuvo cada espiga y se estimó un promedio, cuando la cariósida estaba duro (no se marca con la uña).

- **Peso hectolítrico (PH)**

Dato que fue establecido en kilogramos, por hectolitro. Se empleó una balanza analítica especializada, en donde se realizó la relación del peso de grano en un contenedor de un volumen pre establecido de 1 litro. Donde los granos chupados y arrugados tuvieron bajo peso.

- **Peso de mil granos (PMG)**

Se registraron una vez cosechada cada una de las unidades experimentales, seleccionando el grano y con una humedad promedio del 14%, en donde se contó mil granos de trigo por cada muestra y fue pesada en una balanza electrónica; expresando su resultado en gramos.

- **Peso de grano por parcela (PGP)**

Se consideró la parcela neta, que luego de haber trillado, se procedió a pesar en una balanza cada unidad experimental.

- **Tipo de grano (TG)**

Se tomó en cuenta el color, forma, tamaño, uniformidad o el daño. La escala de evaluación de tipo de grano fue del 1 al 3. Numero 1: grano grueso, grande, bien formado y limpio. Numero 2: grano mediano, bien formado y limpio. Numero 3: grano pequeño, delgado, manchado y chupado.

- **Rendimiento en kg/ha (RT)**

Se pesó en su totalidad la producción de cada unidad experimental, previamente definida. Para realizar esta medición el grano estuvo con 13% de humedad y limpio. Este fue dado en gramos por parcela, y se procedió a transformar a kg/ha, de la cual se calculó el rendimiento potencial estimado.

3.2.7 Análisis de datos

- Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	C M E*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 18f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	17	$f^2 e + 3\theta^2 t$
E. Experimental (t-1) (r-1)	34	$f^2 e +$
Total (t x r) – 1	53	

- Prueba de Tukey. Es utilizado para comparar los promedios de los tratamientos creando intervalos de confianza entre las medias.
- Análisis de correlación y regresión lineal. Fue empleado para comprender la relación entre las variables

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Interpretación de resultados

4.1.1 Variables cualitativas

Tabla 1

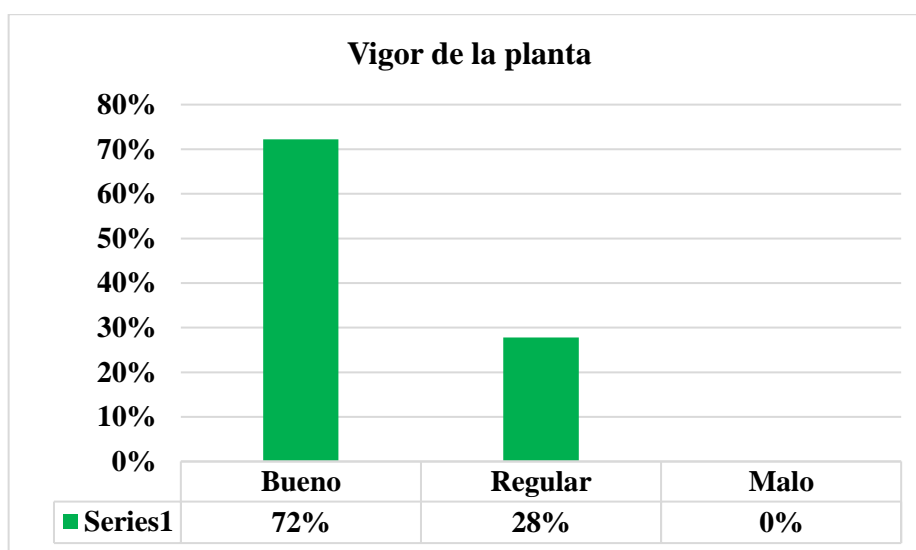
Resultado de promedios en las variables: Vigor de la planta (VP), hábito de crecimiento (HC), Tipo de paja (TP), Tipo de grano (TG). Laguacoto III 2023

Vigor de la planta		
Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	13	72
Regular	5	28
Malo	0	0
Total	18	100
Hábito de crecimiento		
Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
Erecto	13	72
Intermedio (Semierecto o Semipostrado)	5	28
Postrado	0	0
Total	18	100
Tipo de paja		
Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
Tallo fuerte	9	50
Tallo intermedio	9	50
Tallo débil	0	0
Total	18	100
Tipo de grano		
Descriptor	Frecuencia	Porcentaje
Grano grueso, grande, bien formado, limpio	4	22
Grano mediano, bien formado, limpio	14	78

Grano Pequeño, delgado, manchado, chupado	0	0
Total	18	100

Figura 1

Resultados promedios de la variable vigor de la planta (VP) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.

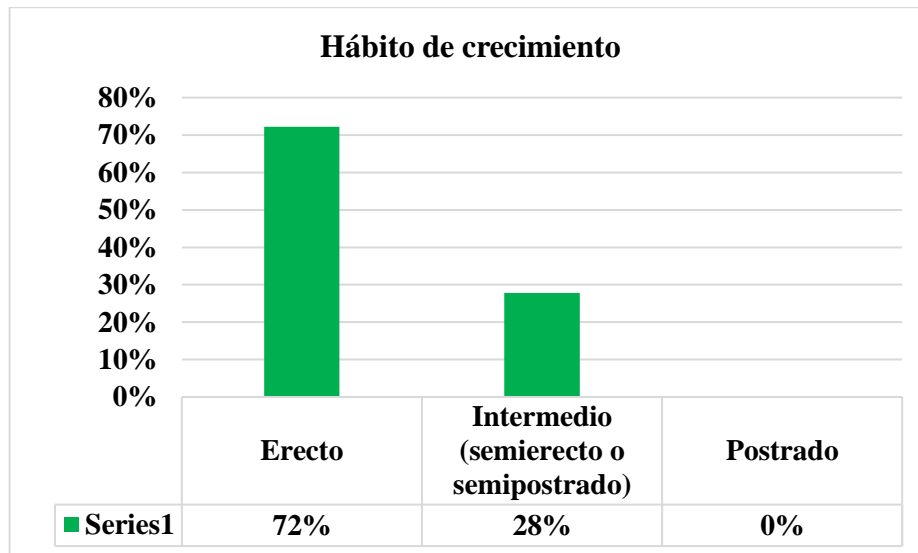


La respuesta de 18 variedades de trigo en cuanto a la variable vigor de la planta (VP), el 72% de las variedades de trigo presentaron buen vigor (Plantas con hojas grandes y bien desarrolladas), mientras que el 28% de las variedades presentaron un vigor regular (Plantas y hojas medianamente desarrolladas). (Tabla 1 y Figura 1)

Aunque el valor genético incide en el vigor de la planta. También se ve afectado por el tamaño, la calidad de la semilla, la disponibilidad de nutrientes del suelo y la humedad. En referencia a este estudio, 18 variedades de trigo respondieron bien a las diferentes condiciones climáticas de la zona de Laguacoto III. Pese a que la fecha de siembra no fue la idónea debido a las altas precipitaciones.

Figura 2

Resultados promedios de la variable hábito de crecimiento (HC) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.

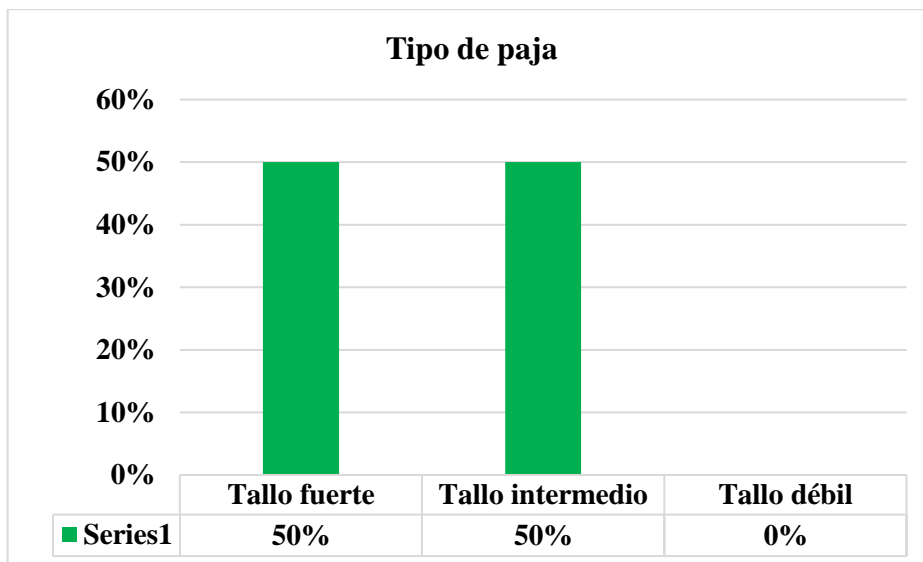


De 18 variedades de trigo en estudio, el 72% tuvo un hábito de crecimiento erecto (Hojas dispuestas verticalmente hacia arriba), mientras que el 28% tenía un hábito de crecimiento semierecto o semipostrado (Hojas dispuestas diagonalmente en un ángulo de aproximadamente 45 grados). (Tabla 1 y Figura 2)

Las diferencias en esta investigación pudieron verse afectadas por la estructura genética del germoplasma, ya que este carácter responde en un 95% a la información de su ADN.

Figura 3

Resultados promedios de la variable Tipo de paja (TP) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.

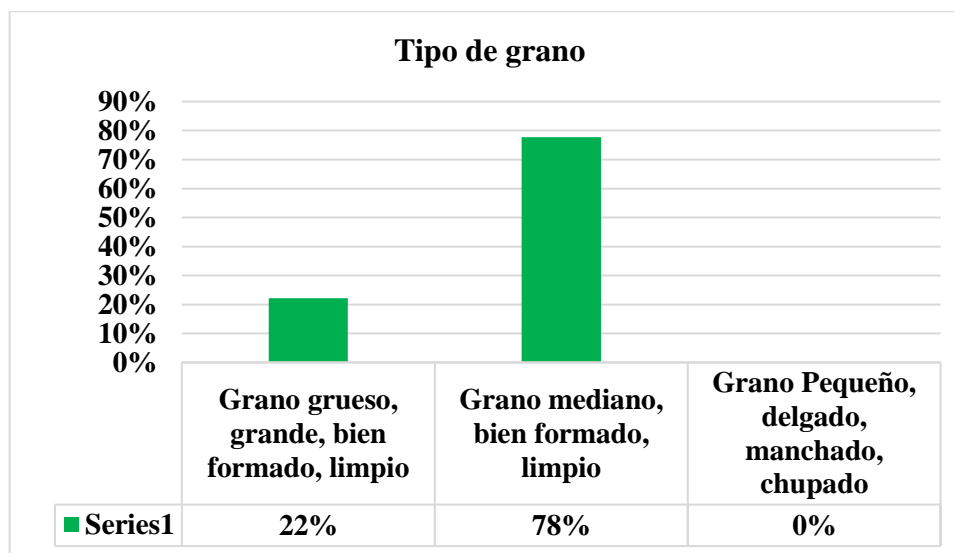


La respuesta de 18 variedades de trigo en cuanto a la variable tipo de paja (TP), el 50% presento un tallo fuerte (tallos gruesos, erectos y flexibles que soportan viento y el acame), de igual manera 50% presentó tallo intermedio (tallos no muy gruesos, erecto medianamente flexibles que soportan parcialmente el viento y acame), como se muestra. (Tabla 1 y Figura 3)

Las diferencias pudieron verse influenciadas por factores como son la nutrición, la densidad de siembra, las condiciones climáticas entre las más principales, dado también que está muy relacionado con la condición intrínseca de cada variedad.

Figura 4

Resultados promedios de la variable Tipo de grano (TG) en 18 variedades de trigo.
Laguacoto III 2023



Se registró un 22% con grano grueso, grande, bien formado y limpio, mientras que el 78% presento grano mediano, bien formado y limpio, como se puede visualizar en el (Tabla 1 Figura 4).

La diferencia en la respuesta de las variedades para su calidad de grano, pudo verse influenciado por las condiciones ambientales, el piso altitudinal, la temperatura, las precipitaciones, la disponibilidad de nutrientes; sobre todo en las etapas fisiológicas de floración, llenado del grano y madurez fisiológica. Además, el grano puede verse afectado cuando existe alta incidencia y severidad de enfermedades foliares como las Royas y enfermedades de la espiga como el Carbón y el Fusarium.

4.1.2 Variables agronómicas

Tabla 2

Resultado del análisis estadístico para la comparación de los promedios en las variables: Porcentaje de emergencia (PE), Número de plantas (NP), Días al espigamiento (DE), Peso de mil granos (PMG), Reacción a enfermedades foliares (REF), Reacción a enfermedades de la espiga Fusarium (REEF), Tamaño de la espiga (TE). Laguacoto III 2023.

Var.	PE (Ns)	R	NP (Ns)	R	DE (Ns)	R	PMG (Ns)	R	REF (Ns)	R	REEF (Ns)	R	TE (Ns)	R
T1	68,33	A	60	A	85	A	42,64	A	1,33	A	30,06	A	7,17	A
T2	75,00	A	77	A	85	A	39,87	A	2,00	A	47,47	A	7,03	A
T3	86,67	A	70	A	86	A	36,28	A	1,67	A	30,00	A	7,27	A
T4	63,33	A	56	A	83	A	41,53	A	3,00	A	31,67	A	8,30	A
T5	80,00	A	65	A	84	A	40,34	A	2,00	A	38,33	A	7,47	A
T6	73,33	A	72	A	83	A	40,68	A	1,67	A	36,67	A	7,60	A
T7	76,67	A	55	A	85	A	41,83	A	2,00	A	36,67	A	7,90	A
T8	85,00	A	51	A	85	A	40,71	A	1,67	A	36,67	A	6,73	A

T9	80,00	A	69	A	86	A	40,63	A	2,33	A	28,33	A	7,27	A
T10	71,67	A	73	A	84	A	37,16	A	2,33	A	40,00	A	7,30	A
T11	76,67	A	61	A	82	A	38,81	A	1,33	A	20,00	A	8,27	A
T12	76,67	A	76	A	86	A	38,98	A	2,00	A	43,33	A	7,73	A
T13	63,33	A	48	A	84	A	40,18	A	2,67	A	31,67	A	7,93	A
T14	81,67	A	59	A	87	A	42,54	A	2,33	A	16,67	A	8,27	A
T15	78,33	A	66	A	85	A	39,29	A	1,33	A	28,00	A	7,73	A
T16	80,00	A	58	A	85	A	38,44	A	1,67	A	35,00	A	7,13	A
T17	71,67	A	45	A	85	A	39,41	A	2,00	A	36,67	A	7,67	A
T18	56,67	A	45	A	85	A	41,53	A	2,00	A	43,33	A	7,73	A
MG	74,72		61		85		40,05		1,96		34,24		7,58	
CV (%)	17,75		25,26		2,2		7,23		41,54		36,73		9,58	

Nota: Ns= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo al 1%. Los promedios con distintas letras son estadísticamente al 5%. R= Rango; MG= Media general; CV= Coeficiente de variación

En el presente estudio, al comparar las variedades que han sido generadas por el INIAP desde décadas atrás, podemos observar en este primer grupo de características, los atributos correspondientes a: PE, NP, DE, PMG, REF, REEF y TE no presentan diferencias significativas, es decir estadísticamente son iguales, demostrando un similar proceso de adaptación y desarrollo en la zona agroecológica de Laguacoto III.

Tabla 3

Resultado del análisis estadístico para la comparación de los promedios en las variables: Altura de planta (AP), Número de granos por espiga (NGE), Peso hectolítrico (PH), Peso de grano por parcelas (PGP), Rendimiento en Kg/ha (RT). Lagucoto III 2023.

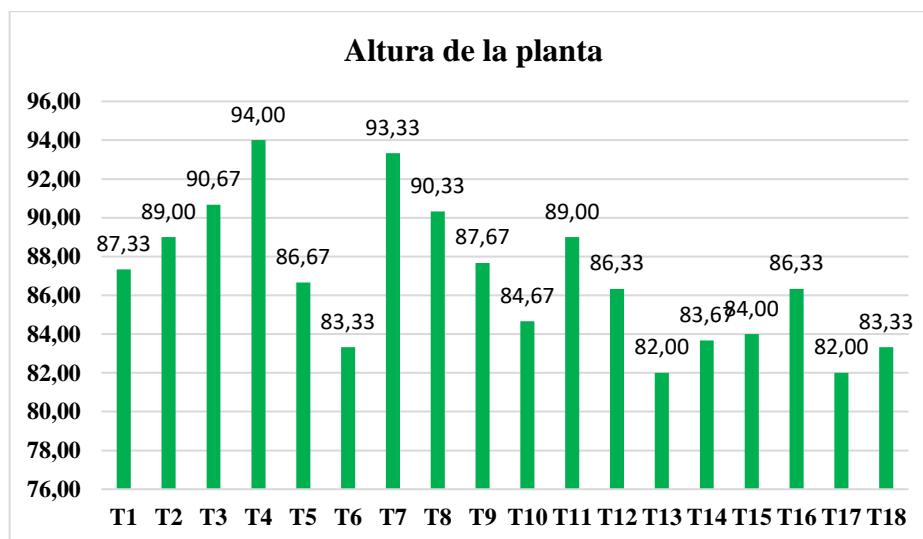
Var.	AP (*)	R	NGE (*)	R	PH (**)	R	PGP (*)	R	RT (*)	R
T1	87,33	AB	37	AB	79,25	A	0,20	AB	1696,50	AB
T2	89,00	AB	35	AB	77,45	ABC	0,23	AB	1964,70	AB
T3	90,67	AB	32	B	76,48	ABC	0,25	AB	2084,60	AB
T4	94,00	A	39	AB	79,47	A	0,32	A	2711,20	A
T5	86,67	AB	33	AB	78,43	AB	0,21	AB	1765,10	AB
T6	83,33	AB	41	AB	75,28	ABC	0,25	AB	2108,50	AB
T7	93,33	AB	43	AB	72,90	BC	0,27	AB	2333,20	AB
T8	90,33	AB	35	AB	78,22	AB	0,24	AB	2024,80	AB
T9	87,67	AB	37	AB	72,00	C	0,19	AB	1669,70	AB
T10	84,67	AB	45	A	72,53	BC	0,25	AB	2120,70	AB

T11	89,00	AB	38	AB	75,97	ABC	0,29	AB	2433,70	AB
T12	86,33	AB	37	AB	75,88	ABC	0,26	AB	2254,50	AB
T13	82,00	B	42	AB	72,22	C	0,26	AB	2193,70	AB
T14	83,67	AB	40	AB	75,65	ABC	0,24	AB	1989,20	AB
T15	84,00	AB	43	AB	76,27	ABC	0,21	AB	1798,70	AB
T16	86,33	AB	38	AB	76,40	ABC	0,18	AB	1581,40	AB
T17	82,00	B	39	AB	74,83	ABC	0,24	AB	2010,90	AB
T18	83,33	AB	39	AB	77,77	ABC	0,16	B	1363,20	B
MG	86,87		39		75,94		0,24		2005,80	
CV (%)	4,29		11		2,55		20,64		20,46	

Ns= No significativo; *= Significativo; **= Altamente significativo al 1%. Los promedios con distintas letras son estadísticamente al 5%. R= Rango; MG= Media general; CV= Coeficiente de variación

Figura 5

Resultados promedios de la variable Altura de la planta (AP) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.

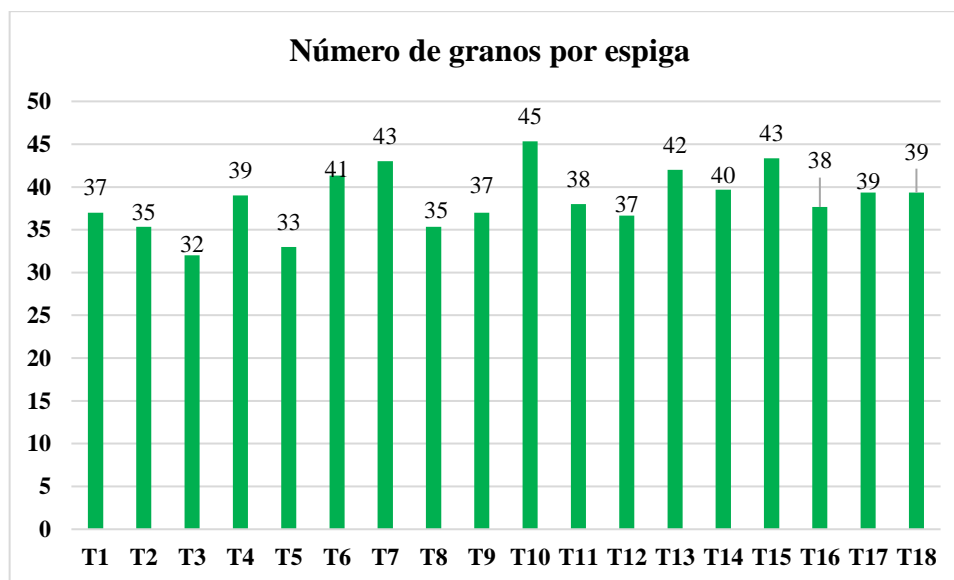


La variable altura de planta (AP) en las 18 variedades de trigo fue diferente (*), con una media general de 86,87 cm y un coeficiente de variación de 4,29%, los tratamientos que presentaron mayores alturas fueron T4: INIAP-ROMERO 73 con 94 cm y el T7: INIAP-ALTAR 82 con 93 cm, mientras que los tratamientos T13: INIAP-COTACACHI 98 y T17: INIAP-VIVAR 2010, registraron los promedios más bajos con 82 cm de altura. (Tabla 3 y Figura 5)

Durante los procesos de mejoramiento genético, generalmente se busca acentuar alguna característica morfológica y agronómica de los cultivares, relacionada a un mejoramiento para su manejo y productividad. Es así que la altura de la planta como podemos observar en las variedades, a través de los años se ha tratado de disminuir, tomando en cuenta que plantas más pequeñas y de tallos más fuertes pueden reducir el problema de volcamiento (acame); además se van adecuando de mejor manera para procesos de mecanización automatizada en época de cosecha, y hacer factible el uso de trilladoras combinadas para la recolección del grano en el campo.

Figura 6

Resultados promedios de la variable Número de granos por espiga (NGE) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.



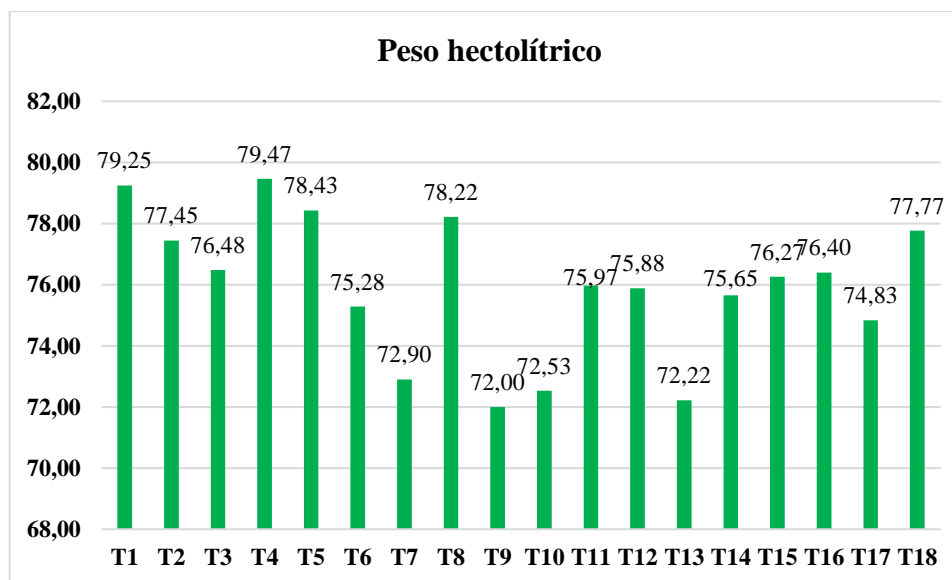
La respuesta agronómica de 18 variedades de trigo en cuanto a la variable número de granos por espiga (NGE) tuvo una diferencia significativa (*), logrando obtener una media general (MG) de 39, con un coeficiente de variación (Cv) de 11%. Siendo los tratamientos T10: INIAP-COJITAMBO 92 con 45 granos, T7: INIAP-ALTAR 73 y T15: INIAP-MIRADOR 2010 con 43 granos, las variedades que predominaron en este carácter. Por otro lado, tenemos el T3: INIAP-RUMIÑAHUI 69 que obtuvo un promedio más bajo con 32 granos por espiga. (Tabla 3 y Grafico 6)

Esta variable está relacionada con la constitución genética de la planta, así mismo puede verse afectado por la disponibilidad de nutrientes, las lluvias constantes, la sequía, la nubosidad, el fotoperíodo y la temperatura.

El número de granos en una espiga de trigo, está directamente relacionado como componente del rendimiento, es decir potencialmente espigas con más granos nos estarían permitiendo obtener mayores volúmenes de rendimiento.

Figura 7

Resultados promedios de la variable Peso hectolítrico (PE) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.



Los resultados obtenidos en el descriptor peso hectolítrico (PH) kg/hl en las 18 variedades de trigo, tuvo un efecto altamente significativo (**) con una media general de 75,94 Kg/hl, y un coeficiente de variación de 2,55%, evidenciando los promedios más altos a los tratamientos T4: INIAP-ROMERO 73 con 79,47 y el T1: INIAP-AMAZONAS 69 con 79,25 kg/hl. Mientras que los tratamientos T13: INIAP-COTACACHI 98 y T9: INIAP-COTOPAXI 88 tuvieron promedios por debajo de 72,53 kg/hl. (Tabla 3 y Figura 7)

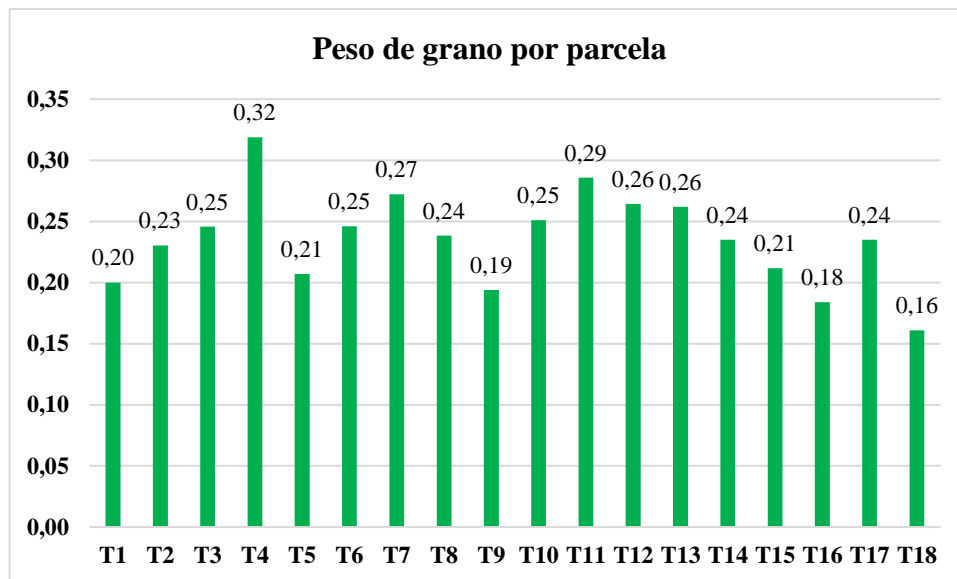
El peso por hectolítrico es la medida de una masa de granos que ocupan un volumen y está relacionado con el llenado de granos, la posible afectación son la incidencia de plagas y enfermedades, sobre todo al llegar a madurez fisiológica y comercial; en donde influyen además cambios repentinos de la temperatura, disponibilidad de nutrientes, y la humedad del grano.

Las nuevas variedades que se van creando, con orientación hacia la agroindustria, principalmente la panificación, buscan materiales genéticos que tengan el potencial de obtener pesos hectolitricos altos, ya que los kg/hl están muy relacionados en la

calidad harinera del trigo, y granos con alto peso hectolítrico nos pueden brindar mayores y mejores volúmenes de harina.

Figura 8

Resultados promedios de la variable Peso de grano por parcela (PGP) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.



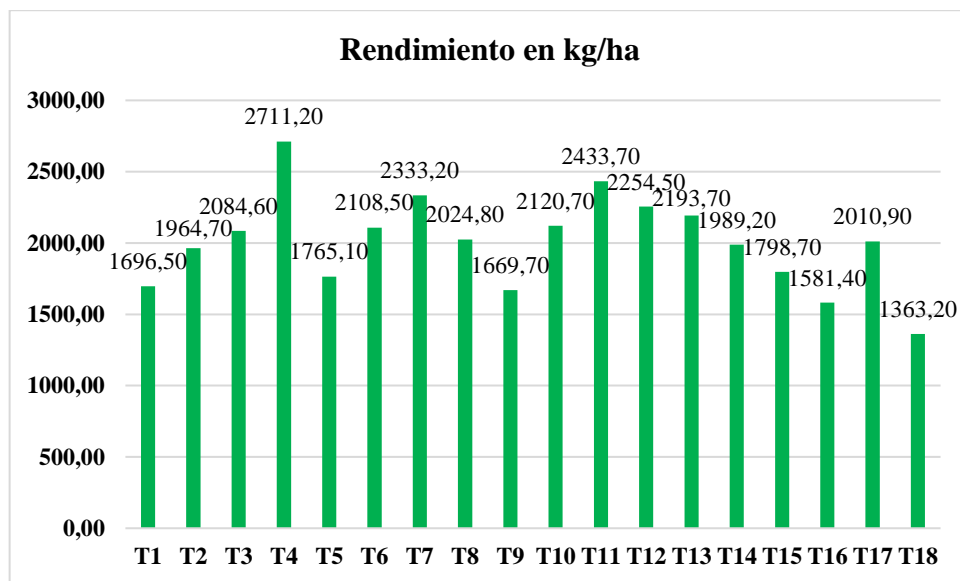
La respuesta agronómica de 18 variedades de trigo en cuanto peso de grano por parcela (PGP) tuvo una diferencia estadística significativa (*) con una media general de 0,24 kg/p y un coeficiente de variación de 20,64%, de las cuales el T4: INIAP-ROMERO 73 fue el más destacado con 0,32 kg/p, mientras T16: INIAP-SAN JACINTO 2010 evidenció 0,19 kg/p, y T18: INIAP-IMBABURA 2014 presentó 0,16 kg/p, siendo los más bajos del grupo de las variedades. (Tabla 3 y Figura 8)

El PGP, es el principal insumo para la determinación del rendimiento por hectárea de un cultivo; está relacionado a la cantidad y volumen de grano que podemos extraer al momento de la cosecha, y puede estar condicionado por la presencia de factores ambientales adversos, como por ejemplo, alta humedad ambiental, temperaturas variables o extremas y fuertes variaciones en la precipitación; así como un correcto manejo agronómico del cultivo en los componentes de nutrición, control de malezas y control de plagas y enfermedades.

Es importante anotar que el método de cosecha, sea manual o mecánico, debe propender a realizar una adecuada extracción del grano, para evitar pérdidas en el campo.

Figura 9

Resultados promedios de la variable Rendimiento en kg/ha (RT) en 18 variedades de trigo. Laguacoto III 2023.



La respuesta agronómica de 18 variedades de trigo en cuanto a la variable rendimiento (RT) en kg/ha, presentó una diferencia significativa (*) con una media general de 2005,80 kg/ha y un coeficiente de variación (Cv) de 20,46%.

De las cuales los tratamientos T4: INIAP-ROMERO 73 tuvo el mayor promedio en rendimiento con 2711,20 kg/ha seguido tenemos el T11: INIAP-QUILINDAÑA 94 con 2433,70 kg/ha. Mientras que los tratamientos T9: INIAP-COTOPAXI 88 evidencio 1669,70 kg/ha; T16: INIAP-SAN JACINTO 2010 con 1581,40 kg/ha y el T18: INIAP-IMBABURA 2014 con tan solo 1363,20 kg/ha, siendo estas variedades con bajo rendimiento. (Tabla 3 y Figura 9)

La variable rendimiento pudo verse afectada por factores bióticos como son las plagas y enfermedades que suelen presentarse durante el ciclo de cultivo, pero en la presente investigación, la mayor afección estuvo relacionada a la falta y/o exceso

de agua lluvia, misma que ocasionó alto stress en las plantas durante el ciclo del cultivo, e interactuó de manera directa en la compactación del suelo.

Con lo anotado en el párrafo anterior podemos inferir de alguna manera la causa principal de los bajos rendimientos en todas las variedades, y sobre todo no se podría evidenciar un incremento de rendimiento de las nuevas variedades versus las antiguas.

4.4 Análisis de correlación y regresión lineal.

Tabla 4

Resultado en cuanto al análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que mostraron una significancia estadística positiva o negativa con la variable dependiente rendimiento (RT). Laguacoto III 2023

Componentes del rendimiento (variables independientes (Xs))	Coefficiente de correlación "r"	Coefficiente de regresión "b"	Coefficiente de determinación
Altura de planta	0,4738 (*)	4,7050	23
Peso de grano por parcela	0,9993 (**)	1,1790	1

Nota: *= significativo **= altamente significativo

4.4.1 Correlación “r”

En los estudios realizados hasta el momento se logró identificar correlaciones positivas significativas y altamente significativas con las siguientes variables: Altura de planta, Peso de grano por parcela. (Tabla 4)

4.4.2 Regresión “b”

En esta investigación los componentes que incrementaron el rendimiento fueron: Altura de planta y peso de grano por parcela. (Tabla 4)

4.5 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados en esta investigación, alcanzando evidencias científicas de 95% y 99% de confianza, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, debido a que la respuesta agronómica y productiva del cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) dependió de las condiciones climáticas y su interacción genotipo-ambiente.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

- Las 18 variedades de trigo que fueron implementadas en Laguacoto III presentaron diferencias en cada una de ellas, de las cuales el 72% tuvo buen vigor de planta (plantas bien desarrolladas con hojas grandes) y el 28% presentó vigor de planta regular (plantas con hojas medianamente desarrolladas), en cuanto al hábito de crecimiento presentó datos similares el 72% erecto (hojas verticalmente hacia arriba) y 28% intermedio (hojas diagonalmente hacia arriba formando un Angulo de 45 grados).
- En la localidad de Laguacoto III, la variable tipo de paja el 50% presentó tallo fuerte (tallo grueso, flexible que soporta el acame) y el otro 50% registro tallo intermedio (tallo no muy grueso que soportan parcialmente el viento y acame), en cuanto a tipo de grano el 22% presentaron (grano grande, grueso y redondo) y el 78% manifestó (grano mediano y alargado).
- Las variedades que presentaron mejores rendimientos fueron los tratamientos T4: INIAP-ROMERO 73 con 2711,2 kg/ha, y el T11: INIAP-QUILINDAÑA 94 con 2433,7 kg/ha, en cuanto a las variedades T9: INIAP-COTOPAXI 88 con 1669,7 kg/ha y el T18: INIAP-IMBABURA 2014 con 1363,2, fueron los que tuvieron promedios más bajos.
- En cuanto a los componentes que ayudaron a incrementar el rendimiento en el cultivo de trigo fueron; Altura de planta y peso de grano por parcela.

5.2 RECOMENDACIONES

- En la localidad de Laguacoto III se recomienda cultivar las variedades INIAP-ROMERO 73 y el INIAP-QUILINDAÑA 94, ya que presentaron mejores rendimientos en kg/ha, como materiales genéticos con potencial de refrescamiento.
- Continuar con procesos de investigación en otras zonas agroecológicas dentro de la provincia Bolívar como el cantón Guaranda, Chimbo y San Miguel, con el objetivo de recopilar datos de cada localidad, y observar cuál es la variedad que presenta mejor rendimiento.
- Dar a conocer la investigación a entidades públicas y privadas, con la intención de promover este rubro a los agricultores de la localidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Agro. (2018). Panorama-agro. Obtenido de https://panorama-agro.com/?page_id=872
- Agronomía. (2021). Agronomía. Obtenido de <https://www.xn--agronoma-i2a.com/2021/02/trigo.html>
- Agroscopio. (2023). Agroscopio. Obtenido de <https://agroscopio.com/producto/trigo-iniap-chimborazo-78/>
- Álvaro. (2019). Fertibox. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>
- Becerra, E. (2018). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2120/BC-TES-TM-P-990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campaña, D. (2020). repositorio digital INIAP. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>
- Cordoba. (2021). Silos Cordoba. Obtenido de <https://siloscordoba.com/es/blog-es/almacenaje-de-grano/almacenamiento-y-acondicionamiento-del-trigo-para-mantener-su-calidad/#:~:text=Los%20principales%20procesos%20que%20intervienen,m%C3%A1ximo%20la%20calidad%20del%20trigo.>
- Fao. (2022). Food and Agriculture Organization. Obtenido de <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Galarza, E. (2023). Repositorio UTA. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38376/1/049%20Agronom%C3%ADa%20-%20Galarza%20Tenesaca%20Edisson%20Roberto.pdf>
- Garcia, A. (2019). Monografias.com. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo2>

- Gómez, R. (2019). Sembrar. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/trigo/#:~:text=La%20cosecha%20y%20recolecci%C3%B3n%20del%20trigo,-Si%20el%20trigo&text=La%20recolecci%C3%B3n%20se%20realiza%20desde,el%20grano%20presenta%20mucho%20consistencia>.
- Guambuquete, B. (2022). dspace.ueb.edu.ec. Obtenido de <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4653>
- INIAP. (2019). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rtrigo>
- Mapa. (2022). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/produccionesagricolas/cultivos-herbaceos/cereales/#:~:text=Los%20cereales%20son%20plantas%20herb%C3%A1ceas,\)%20sorgo%20\(Sorghum%20vulgare\)](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/produccionesagricolas/cultivos-herbaceos/cereales/#:~:text=Los%20cereales%20son%20plantas%20herb%C3%A1ceas,)%20sorgo%20(Sorghum%20vulgare))
- Moreno, I. (2021). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- Pogo, A. (2022). Repositorio UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9479/1/PC-002425.pdf>
- Pullas, E. (2017). Universidad Central de Ecuador. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec:8080/bitstream/25000/9940/1/T-UCE-0005-033-2017.pdf>
- Sisa. (2021). Sistema de Información Simplificado Agrícola. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021_2022_-_sisa_if_final_trigo.pdf
- Solís, M. (2019). Universidad Estatal de Bolívar. Obtenido de <https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/2877/1/PROYECTO%20MARCELO%20JHONN.pdf>
- Traxco. (2017). Componentes para sistema de riego. Obtenido de <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-trigo/#:~:text=El%20cultivo%20de%20trigo%20requiere,1%20kilo%20de%20materia%20seca>.

Tuñoque, Y. (2018). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2120/BC-TES-TMP-990.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vikidia. (2020). Vikidia. Obtenido de <https://es.vikidia.org/wiki/Trigo>

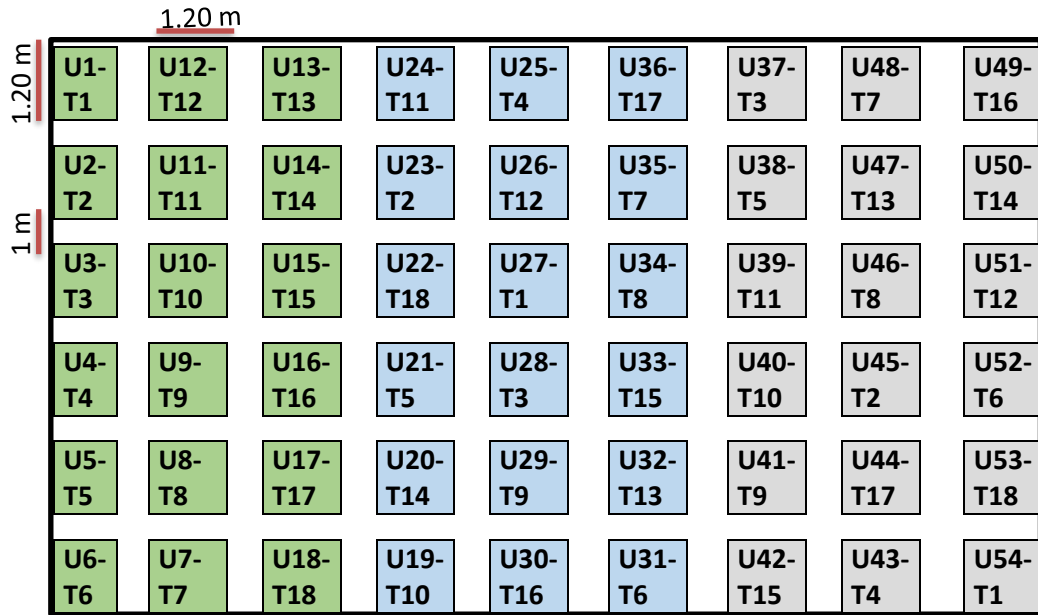
ANEXOS


ANEXOS

Anexo 1. Mapa ubicación del experimento



Anexo 2. Croquis del experimento



Unidad experimental	U
Tratamiento	T
Repeticiones	Fondo de diferentes colores 

Anexo 3. Base general de datos de las variables evaluadas en esta investigación

R	T	PE	NP	VP	HC	DE	AP	REF	REEF	TP	TE	NGE	PH	PMG	PGP	TG	RT
1	1	95	60	1	1	83	85	2	70	1	7,1	31	82,40	41,52	0,245	2	2346,74
1	2	80	73	3	1	86	85	1	50	2	7,7	34	79,00	40,51	0,251	2	2404,21
1	3	85	86	3	1	88	93	3	30	1	8	23	76,55	39,58	0,257	2	2461,69
1	4	70	70	2	1	83	95	3	20	1	8,7	32	79,90	43,5	0,353	1	3381,23
1	5	85	83	3	1	84	90	1	50	1	8,4	30	80,60	38,39	0,197	2	1886,97
1	6	80	74	3	1	82	83	2	20	2	8,6	44	72,95	43,61	0,302	2	2892,72
1	7	80	63	2	2	83	89	1	50	1	8,5	43	72,10	40,2	0,274	2	2624,52
1	8	90	77	2	2	86	90	2	20	2	6,6	34	77,70	39,1	0,259	2	2480,84
1	9	85	70	2	1	86	91	3	30	1	8,4	38	71,20	39,79	0,208	2	1992,34
1	10	60	80	4	1	81	81	2	40	2	6,1	50	72,30	35,47	0,195	2	1867,82
1	11	80	60	2	1	80	84	1	20	2	7,6	34	75,90	35,8	0,292	2	2796,93
1	12	90	68	2	1	86	92	2	30	1	7,4	37	75,65	41,21	0,339	2	3247,13
1	13	50	34	5	1	83	80	3	20	2	8,4	32	72,75	40,38	0,21	2	2011,49
1	14	80	68	3	1	86	84	1	10	2	7,6	36	72,50	45,22	0,266	2	2547,89
1	15	90	92	2	1	86	88	2	30	1	8,2	37	76,80	36,3	0,214	2	2049,81
1	16	90	64	3	2	84	80	1	30	2	6,4	31	76,10	39,15	0,114	2	1091,95
1	17	85	57	2	1	82	86	2	50	1	7,6	36	77,00	38,46	0,237	1	2270,11
1	18	40	25	5	1	85	86	1	60	2	7,6	36	74,10	38,55	0,131	2	1254,79
2	1	60	78	2	1	86	87	1	40	1	7	34	75,90	44,59	0,21	2	2011,49
2	2	60	84	2	2	84	86	2	30	2	5,8	37	77,25	39,69	0,154	2	1475,10
2	3	90	50	3	1	86	85	1	30	2	6,2	39	75,00	41,42	0,23	2	2203,07

2	4	70	52	2	1	83	90	3	45	1	8,2	38	80,80	42,57	0,212	2	2030,65
2	5	85	68	2	2	84	84	2	30	2	6,4	35	76,55	39,37	0,208	2	1992,34
2	6	80	76	2	1	85	84	2	40	1	6,6	37	74,75	39,78	0,168	2	1609,20
2	7	60	60	2	1	83	98	3	30	2	7,8	42	72,75	43,51	0,264	2	2528,74
2	8	90	44	1	1	85	89	1	60	1	6,6	35	78,60	45,8	0,213	2	2040,23
2	9	85	88	2	2	88	86	3	25	2	6,2	35	69,60	41,13	0,187	2	1791,19
2	10	70	66	3	1	88	85	3	40	1	7,6	44	72,10	39,4	0,243	2	2327,59
2	11	80	43	3	2	85	90	2	20	2	8,2	37	76,35	42,04	0,273	2	2614,94
2	12	70	67	3	1	84	82	2	60	1	8,2	38	75,90	39,84	0,163	2	1561,30
2	13	90	52	3	1	82	83	2	30	1	8	45	71,40	40,18	0,269	2	2576,63
2	14	85	61	4	1	88	86	3	20	1	7,8	39	77,45	44,22	0,281	1	2691,57
2	15	85	57	2	1	83	82	1	14	1	7,6	46	76,35	40,75	0,215	2	2059,39
2	16	60	41	2	2	86	87	2	50	2	6,6	39	74,10	39,75	0,214	2	2049,81
2	17	70	37	3	2	86	80	3	20	1	7,6	42	74,30	40,76	0,211	1	2021,07
2	18	60	42	3	1	84	80	2	40	2	8,2	34	77,70	39,43	0,152	2	1455,94
3	1	50	42	3	2	87	90	1	20	1	7,4	46	79,45	41,8	0,145	2	1388,89
3	2	85	74	2	1	86	96	3	40	2	7,6	35	76,10	39,41	0,286	2	2739,46
3	3	85	73	3	1	84	94	1	30	3	7,6	34	77,90	27,83	0,25	2	2394,64
3	4	50	47	2	1	83	97	3	30	1	8	47	77,70	38,53	0,391	2	3745,21
3	5	70	45	3	2	83	86	3	35	2	7,6	34	78,15	43,25	0,216	2	2068,97
3	6	60	65	2	1	83	83	1	50	1	7,6	43	78,15	38,66	0,268	2	2567,05
3	7	90	41	2	2	88	93	2	30	1	7,4	44	73,85	41,79	0,279	2	2672,41
3	8	75	31	2	2	85	92	2	30	1	7	37	78,35	37,23	0,243	2	2327,59
3	9	70	48	2	1	85	86	1	30	1	7,2	38	75,20	40,97	0,187	3	1791,19

3	10	85	72	2	1	84	88	2	40	2	8,2	42	73,20	36,61	0,315	2	3017,24
3	11	70	80	2	1	82	93	1	20	1	9	43	75,65	38,59	0,292	1	2796,93
3	12	70	93	3	1	88	85	2	40	3	7,6	35	76,10	35,89	0,291	2	2787,36
3	13	50	57	3	2	86	83	3	45	1	7,4	49	72,50	39,97	0,307	2	2940,61
3	14	80	48	3	1	86	81	3	20	2	9,4	44	77,00	38,19	0,158	1	1513,41
3	15	60	50	3	2	86	82	1	40	1	7,4	47	75,65	40,82	0,206	2	1973,18
3	16	90	70	2	1	84	92	2	25	2	8,4	43	79,00	36,43	0,224	2	2145,59
3	17	60	41	3	2	86	80	1	40	1	7,8	40	73,20	39,01	0,257	2	2461,69
3	18	70	67	2	1	86	84	3	30	1	7,4	48	81,50	46,62	0,2	2	1915,71

Anexo 4. Fotografías



Preparación del terreno



Cuadrada del terreno



Siembra de variedades de trigo



Retiro de malezas



Vigor de la planta



Hábito de crecimiento



Días al espigamiento



Incidencia de manchas foliares



Incidencia de fusarium



Visita de campo



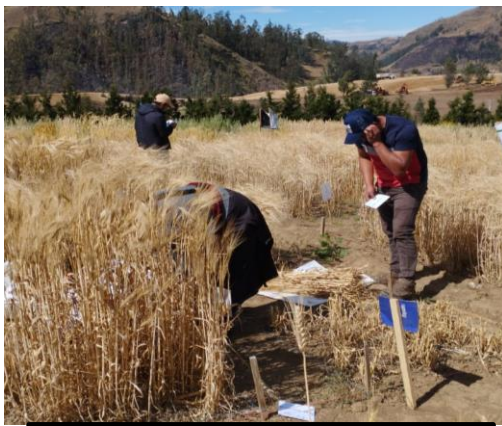
Visita de campo



Altura de la planta



Tipo de paja



Tamaño de espiga



Cosecha



Trillado



Peso hectolitrito

Anexo 5. Glosario

Amoniaco: Es un gas incoloro de olor característico. Debido a que el amoníaco se usa en sales aromáticas, muchos limpiadores domésticos e industriales y limpiadores de vidrios suelen olerlo.

Arista: Son característicos de muchas gramíneas (Poaceae), que se extienden desde los lemas de pequeñas flores. Esto a menudo hace que la apariencia sea peluda. Los bordes pueden ser largos (varios centímetros) o cortos, rectos o curvos, simples o múltiples.

Azufre gaseoso: En el punto de ebullición normal del elemento (444,60°C u 832,28°F), el azufre gaseoso tiene un color amarillo anaranjado. A medida que aumenta la temperatura, el color cambia a rojo oscuro y luego se aclara a amarillo pajizo a unos 650° (202°F).

Densidad de siembra: La cantidad de kilogramos de semilla necesarios por unidad de superficie de terreno. O podría ser la cantidad de plantas que crecen por área en un terreno determinado.

Determinador portátil de humedad: Un medidor de humedad portátil fácil de usar diseñado para realizar pruebas y calibraciones in situ. Estos medidores tienen una interfaz de usuario multilingüe y muchos parámetros seleccionables que incluyen humedad, punto de rocío, dióxido de carbono y humedad.

Espiga compuesta: Una espiga es un conjunto de púas dispuestas alternativamente sobre el eje a la izquierda y a la derecha.

Espiguilla: Una espiguilla tiene dos brácteas externas que contiene de tres a cinco sacos florales dispuestos en una espiga. Cada espiguilla está ubicada en una espiga compuesta.

Estructura granular: Este es un suelo con poca o ninguna porosidad, ya que la arcilla domina la materia orgánica durante la floculación. Este es un horizonte A típico para un suelo que no tiene mucha materia orgánica.

Fertilizante 18-46-0: Es una fuente de nitrógeno y fósforo utilizada en el suelo. La úrea granular aporta nitrógeno, elemento esencial para el desarrollo de las plantas, como parte de proteínas, enzimas y clorofila. Entre sus funciones, también destaca la aceleración de la división celular y el alargamiento de raíces.

Herbicidas sistémicos: Es un producto químico que se utiliza para eliminar las malas hierbas no deseadas en los campos. La planta lo absorbe a través de las hojas y lo transporta a otros órganos el agua. Deja de crecer y eventualmente muere.

Incidencia: Se refiere al porcentaje de hojas enfermas sobre el número total de hojas evaluadas en el lote.

Macollaje: Esta es una forma de propagación vegetativa en muchas especies que produce tallos secundarios más adventicios y, por lo tanto, la cantidad de espigas.

Periodo de ahijado: La capacidad de producción de granos se midió durante el periodo de entrenamiento. De la organización principal de la planta madre, el salón ha dado a un nuevo ha un nuevo individuo.

Pluviómetro: Instrumento que mide la cantidad de precipitación en un lugar y periodo de tiempo determinados; recolecta el agua en litros o milímetros por metro cuadrado.

Raíces primarias: Este tipo de raíz crece verticalmente hacia abajo. Crea un centro del que puedan brotar otras raíces lateralmente. La mayoría de las plantas parten de una raíz pivotante.

Raíces secundarias: Producida desde el interior de la raíz principal, es responsable de la formación del tejido radicular principal.

Rotación de cultivo: La rotación de cultivos es la siembra sucesiva de diferentes cultivos en un mismo campo en un orden determinado. Este concepto contrasta con el monocultivo, que consiste en cultivar repetidamente la misma especie en la misma parcela año tras año.

Stress hídrico: Cuando la demanda de agua es superior a la cantidad disponible durante un determinado periodo o su uso está restringido por la mala calidad del agua, se denomina estrés hídrico.

Sulpomag: Es un fertilizante artificial muy utilizado. Es una fuente de nitrógeno de baja concentración y rápidamente disponible.

Úrea: Es el fertilizante más popular. Es un sólido granular con la mayor concentración de nitrógeno (N). El nitrógeno es necesario para las plantas. Es parte de cada célula viva.