



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**



CARRERA DE AGRONOMÍA

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL
INIAP, SECTOR QUEROCHACA”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

Jamilex Tatiana Sotaminga Cueva

TUTOR:

Ing. PhD. Carlos Luis Vásquez Freytez

COTUTOR:

PhD. Luis Jonatan Ponce Molina

CEVALLOS – ECUADOR

2023

APROBACIÓN

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP, SECTOR QUEROCHACA”

REVISADO POR

Ing. PhD. Carlos Luis Vásquez Freytez

TUTOR

“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS
PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP, SECTOR
QUEROCHACA”

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

Ing. Oscar Patricio Núñez Torres, PhD.

16/03/2023

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marco Oswaldo Pérez Salinas, PhD.

16/03/2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Ing. Olguer Alfredo León Gordon

16/03/2023

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita, SOTAMINGA CUEVA JAMILEX TATIANA, portadora de la cédula de ciudadanía número: 1752973444, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP, SECTOR QUEROCHACA”**, es original, autentico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



TATIANA JAMILEX SOTAMINGA CUEVA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LÍNEAS PROMISORIAS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) DEL INIAP, SECTOR QUEROCHACA**”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



TATIANA JAMILEX SOTAMINGA CUEVA

DEDICATORIA

A mi madre Olga Fabiola Sotaminga Cueva quién me brindó su amor incondicional, por cada consejo dado en su momento exacto, siempre te esforzarte por darnos lo mejor, mami tu supiste como guiarnos por el buen camino, yo sé que te sientes muy orgullosa por cada meta que cumplimos. Me enseñaste que con constancia y perseverancia se puede lograr cada uno de nuestros objetivos por lo que te respeto y admiro, gracias por la paciencia y confianza. Este logro es gracias a ti madre mía.

A mis tres hermanos Eduardo, Stalin y Kevin por darme un aliento de esperanza, por darme ánimos cuando más necesité, los quiero mucho son y siempre serán mis protectores de vida.

A mis abuelitos José Sotaminga y Blanca Cueva quienes siempre estuvieron pendiente de mí, dándome sus consejos y enseñándome a ser una buena persona.

A mi pareja Kevin Ronquillo quién llegó en el momento menos esperado para darme ese apoyo incondicional.

TATIANA JAMILEX SOTAMINGA CUEVA

AGRADECIMIENTO

A Dios por iluminar mi camino y brindarme esa fortaleza y sabiduría para alcanzar mis metas, gracias por cuidarme de las enfermedades que últimamente está matando a la humanidad.

A mi madre querida gracias por todo el esfuerzo invertido en mí, que a pesar de tu enfermedad sigues luchando por nosotros, eres una guerrera de admirar que DIOS permita que sigas con la familia compartiendo más momentos inolvidables y que me veas triunfar en la vida. Estoy agradecida con la vida porque a pesar de ser madre soltera tu luchaste por sacar adelante a tus 4 hijos y eso es de admirar.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato les agradezco mucho por los conocimientos impartidos a lo largo de la carrera, gracias por compartir sus experiencias y ayudarme en la formación profesional.

TATIANA JAMILEX SOTAMINGA CUEVA

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iv
DERECHO DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes investigativos	2
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos.....	5
1.3 Categorías fundamentales.....	5
1.3.1 Origen.....	5
1.3.2 Características botánicas	6
1.3.2.1 Raíz.....	6
1.3.2.2 Tallo.....	6
1.3.2.3 Hojas.....	6
1.3.2.4 Flor (espiga)	7
1.3.2.5 Inflorescencia	7
1.3.2.6 Fruto	7
1.3.3 Ciclo del cultivo	8
1.3.3.1 Germinación	8
1.3.3.2 Ahijamiento	8
1.3.3.3 Encañado	8
1.3.3.4 Espigado	9
1.3.3.5 Antesis.....	9

1.3.3.6	Maduración.....	9
1.3.4	Condiciones edafoclimáticas.....	9
1.3.4.1	Luz.....	9
1.3.4.2	Precipitación.....	10
1.3.4.3	Suelo.....	10
1.3.4.4	pH.....	10
1.3.4.5	Altitud.....	10
1.3.4.6	Temperatura.....	10
1.3.5	Enfermedades.....	11
1.3.5.1	Roya lineal o amarilla.....	11
1.3.5.2	Roya parda o a la hoja.....	11
1.3.5.3	Carbón de la espiga.....	11
1.3.5.4	Fusarium de la espiga.....	11
1.3.6	Calidad de grano.....	12
1.3.7	Labores de postcosecha.....	12
CAPITULO II.....		13
METODOLOGÍA.....		13
2.1	Materiales y equipos.....	13
2.1.1	Material vegetal.....	13
2.1.2	Equipos.....	13
2.1.3	Materiales de campo.....	13
2.1.4	Materiales de oficina.....	14
2.2	Métodos.....	14
2.2.1	Ubicación del experimento.....	14
2.3	Características del lugar.....	14
2.3.1	Clima.....	14
2.3.2	Suelo.....	15
2.3.3	Agua.....	15
2.4	Factores de estudio.....	15
2.5	Tratamientos.....	15
2.6	Diseño experimental.....	16
2.7	Características del ensayo.....	16

2.7.1	Esquema de la disposición del ensayo	17
2.8	Manejo del experimento	17
2.8.1	Controles de maleza	17
2.8.2	Desmezcla del lote	17
2.8.3	Enfermedades del trigo	18
2.8.4	Cosecha y trilla.....	18
2.8.5	Labores postcosecha.....	18
2.8.5.1	Secado del grano	18
2.8.5.2	Limpieza y clasificación.....	18
2.8.5.3	Ensacado e identificación de la semilla.....	18
2.9	Variables respuestas	19
2.9.1	Altura de planta.....	19
2.9.2	Tipo de paja.....	19
2.9.3	Tamaño de espiga.....	19
2.9.4	Número de granos por espiga.....	19
2.9.5	Enfermedades	20
2.9.6	Rendimiento de grano	20
2.9.7	Peso hectolítrico	20
2.9.8	Tipo y color de grano	20
CAPITULO III		21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		21
3.1	Análisis y discusión de los resultados	21
3.1.1	Altura de planta.....	21
3.1.2	Tipo de paja.....	22
3.1.3	Tamaño de espiga.....	22
3.1.4	Número de granos por espiga.....	23
3.1.5	Severidad a enfermedades.....	24
3.1.5.1	Roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	24
3.1.6	Rendimiento del grano	25
3.1.7	Peso hectolítrico	26
3.1.8	Tipo y color de grano	27
CAPITULO IV		29

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
4.1 Conclusiones	29
4.2 Recomendaciones	30
MATERIALES DE REFERENCIA	31
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	35
5.1 Anexos1. Análisis estadístico.....	35
5.1.1 A. Análisis paramétricos	35
5.1.2 B. Análisis no paramétrica	37
5.2 Anexo 2. Fotografías	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Genotipos utilizados en el ensayo.....	15
Tabla 2.	Dimensiones del área del ensayo	16
Tabla 3.	Escala de evaluación de tipo de paja en trigo	19
Tabla 4.	Escalada de evaluación para tipo y color de grano en trigo.....	20
Tabla 5.	Tipo de paja para las líneas promisorias de trigo.....	22
Tabla 6.	Tipo y color de grano de las líneas promisorias de trigo	27
Tabla 7.	Análisis de la Varianza para la altura de planta.....	35
Tabla 8.	Prueba de Tukey para altura de planta.....	35
Tabla 9.	Análisis de la Varianza para tamaño de espiga.....	35
Tabla 10.	Prueba de Tukey para la variable tamaño de espiga.....	36
Tabla 11.	Análisis de la Varianza para el número de grano por espiga.....	36
Tabla 12.	Prueba de Tukey para la variable número de grano por espiga	36
Tabla 13.	Análisis de la Varianza para la severidad a roya amarilla.....	36
Tabla 14.	Prueba de Tukey para severidad a roya amarilla o lineal.....	37
Tabla 15.	Análisis de la Varianza para el peso hectolítrico	37
Tabla 16.	Prueba de Tukey para el peso hectolítrico	37
Tabla 17.	Prueba de Kruskal Wallis para rendimiento kg/ha	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del ensayo en campo	17
Figura 2. Variación de altura de planta en cuatro líneas promisorias de trigo.....	21
Figura 3. Variación del tamaño de espiga en cuatro líneas promisorias de trigo.....	23
Figura 4. Variación del número de granos por espiga en cuatro líneas promisorias de trigo	24
Figura 5. Variación de la severidad para roya amarilla en cuatro líneas promisorias de trigo	25
Figura 6. Variación del rendimiento del grano en cuatro líneas promisorias de trigo ..	26
Figura 7. Variación del peso hectolítrico en cuatro líneas promisorias de trigo	27

RESUMEN

En el Ecuador la producción de trigo tiene una gran importancia y una alta demanda en la economía. Las provincias más productoras son Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Tungurahua. El trabajo de investigación se realizó en Querochaca, provincia de Tungurahua con el objetivo de determinar el comportamiento agronómico de 4 líneas promisorias de trigo bajo las condiciones agroecológicas del campus Querochaca. Se llevó a cabo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones, se evaluó altura de planta, tipo de paja, número de granos por espiga, tamaño de espiga, severidad a roya amarilla, rendimiento tipo y color de grano; y el peso hectolítrico. Los resultados obtenidos fueron para la variable altura de planta la línea TA-19-003 obtuvo una mayor altura de 97,67 cm, la línea TA-19-008 mostró un tallo fuerte (gruesos, erectos, flexibles). La variedad INIAP-IMBABURA presentó mayor peso hectolítrico de 79,13 kg/hl. En cuanto al tipo y color de grano un alto porcentaje de los granos fueron medianos, blancos y de buena apariencia, mientras que el resto se mostró como granos medianos, rojos y bueno o granos gruesos, rojos y buena apariencia. Para la variable número de granos por espiga la línea TA-20-001 presentó 58 granos/espiga seguida de TA-19-003 con 51 granos/espiga. La variedad INIAP-IMBABURA 2014 mostró la menor severidad al ataque de la roya amarilla o lineal (*Puccinia striiformis*), la línea TA-19-003 obtuvo un mayor rendimiento con un peso promedio de 56664,81 kg/ha.

Palabras clave: calidad, línea promisorias, rendimiento, trigo.

ABSTRACT

In Ecuador, wheat production is of great importance and a high demand in the economy. The most producing provinces are Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura and Tungurahua. The research work was carried out in Querochaca, Tungurahua province with the objective of determining the agronomic behavior of 4 promising lines of wheat under the agroecological conditions of the Querochaca campus. A completely randomized block design (DBCA) was carried out with three repetitions, plant height, type of straw, number of grains per spike, spike size, severity of yellow rust, yield type and grain color were evaluated; and test weight. The results obtained were for the plant height variable, the TA-19-003 line obtained a greater height of 97.67 cm, the TA-19-008 line showed a strong stem (thick, erect, flexible). The INIAP-IMBABURA variety presented a higher test weight of 79.13 kg/hl. Regarding the type and color of the grain, a high percentage of the grains were medium, white and of good appearance, while the rest were medium, red and good grains or thick, red grains and good appearance. For the variable number of grains per spike, the line TA-20-001 presented 58 grains/spike followed by TA-19-003 with 51 grains/spike. The INIAP-IMBABURA 2014 variety showed the least severity to attack by yellow or stripe rust (*Puccinia striiformis*), the TA-19-003 line obtained a higher yield with an average weight of 56664.81 kg/ha.

Key words: quality, promising line, yield, wheat.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) fue una de las primeras especies de plantas domesticadas por el hombre y utilizada como alimento. Las primeras civilizaciones en producirlo fueron los continentes de Europa, Asia y África. En la actualidad la Unión Europea es líder en producción y rendimiento de grano con 138400 miles de toneladas, seguida de China con 136,900 miles de toneladas, la India con 109,520 miles de ton y Rusia con 74,500 miles de ton (**Avila et al., 2021**).

El trigo se ha convertido en la principal fuente de carbohidratos para el ser humano y en el Ecuador es uno de los cereales más importantes teniendo una demanda en la economía, en segundo lugar, está el arroz, seguido del maíz y cebada. El área de producción está distribuida en la región andina, en zonas de aproximadamente 2 200 a 3 000 m de altura, no hay zonas precisas para la producción debido a que las condiciones climáticas para el cultivo del trigo pueden darse en cualquier parte de la Sierra ecuatoriana, no obstante, las provincias de Loja, Cañar, Bolívar, Chimborazo, Pichincha e Imbabura registran una mayor producción del cultivo (**Garófolo et al., 2011**).

En Ecuador la producción de trigo es de gran importancia y se ha incrementado un 0,7 %, siendo las provincias más productoras Bolívar con un 32%, Chimborazo con 29,40%, Pichincha 23,25%, Imbabura 13,76% y Tungurahua con 11,58% (**MAG, 2020**). Los responsables de las políticas agrarias son encargados de proteger los derechos de los agricultores, incrementar la inversión, promover cadenas de valor justo, ayudar a los productores a adoptar sistemas de producción sostenible, promover innovaciones

tecnológicas, capacitación y fortalecer los sistemas de semillas (**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, 2018**).

Uno de los factores limitantes en el cultivo de trigo son las enfermedades, la que más daños ocasiona y hace que la producción se vea afectada y haya una pérdida del 100% son las royas (*Puccinia striiformis*, *Puccinia triticina*). La ausencia de variedades con nuevas características de resistencia y adaptación a enfermedades hace que la producción se limite, sin embargo, la demanda que tiene este cereal hizo que investiguen y adapten nuevas variedades agronómicas. Por lo que el Programa de Cereales del INIAP viene trabajando durante 60 años, en la generación de nuevas variedades mejoradas que sean resistentes a enfermedades, calidad y productividad (**Ponce et al., 2021**).

Mediante la evaluación los agricultores pueden seleccionar la variedad de su preferencia observado las características (precocidad, grano grande, resistencia a enfermedades y alto rendimiento). Además, esto facilitará a los agricultores que tengan semillas de buena calidad, aumentado en el mercado nacional e internacional la competitividad (**Chuquitarco, 2015**). La investigación sobre la adaptabilidad de líneas promisorias de trigo se va a realizar con ensayos que se obtendrá información técnica aplicable cooperando a la producción agrícola de la provincia de Tungurahua, de esta forma se podrá reducir el índice de pérdida de la producción de trigo (**Garófolo et al., 2011**).

1.1 Antecedentes investigativos

Hasanuzzaman (2022) en su investigación desarrollada en el suroeste de Etiopía determinó la diversidad genética del rendimiento de grano y los componentes del rendimiento de pan de trigo, donde se evaluaron 100 accesiones de trigo harinero con 3 testigos locales en bloques completos al azar aumentados en Kafa Zone, Gewata Woreda Shupa, durante la temporada de cultivo 2018-19. El rendimiento de grano tuvo correlaciones positivas con el período de llenado de grano, número de macollos

productivos, longitud de la espiga, número de semillas por espiga, peso de mil semillas y rendimiento de biomasa, obteniendo como resultado, el experimento debe replicarse en diferentes lugares y estaciones para una mayor consistencia.

Guambuete (2022) realizó su investigación en la provincia de Bolívar, Naguan, donde valoró las características agronómicas y la calidad de 18 variedades de trigo mejoradas procedentes del INIAP. Utilizando un Análisis Estadístico Funcional (DBCA y Tukey al 5%) con 3 repeticiones. Los autores concluyeron que las variedades con mejores rendimientos fueron: 8020,9 kg/ha en T14: INIAP-ZHALAO 2003 y 7585,5 kg/ha en T11: INIAPQUILINDAÑA 94, mientras que las variedades que obtuvieron bajos promedios fueron: 5499,1 kg/ha en el T16: INIAPSAN JACINTO 2010 y con 5183,1 kg/ha en el T7: INIAP-ALTAR 82.

Guzñay (2022) en su investigación desarrollada en la provincia Bolívar comparó el rendimiento de la variedad INIAP-Imbabura en las localidades de Illapa, Verdepamba, Susanga, Panchigua y San Sebastián usando un Diseño de Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos con cuatro repeticiones. Concluyendo que hubo una interacción de genotipos en las 5 localidades. La investigadora registró los siguientes rendimientos de trigo: 3840,96 Kg/ha en Panchigua; 3814,94 kg/ha en Susanga; 3711,19 Kg/ha en Verdepamba; 3655,78 Kg/ha en San Sebastián y con 3241,78 Kg/ha Illapa.

Vera (2022) realizó su investigación en San Lorenzo, provincia de Bolívar, evaluó el rendimiento de 13 líneas avanzadas y 2 variedades de trigo. La metodología que usó el autor fue un Diseño por Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 15 tratamientos y 3 repeticiones, aplicando la prueba de Tukey al 5%. Obteniendo como resultado el mayor rendimiento promedio a la línea T2: TA-14-004 con 1.04 kg/parcela y 8288.1 kg/ha.

Lipia (2017) en su investigación desarrollada en Bolivia, a través de su estudio evaluó la adaptabilidad de 12 líneas de trigo. La metodología que el autor utilizó fue el

diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 4 repeticiones. Los resultados obtenidos demostraron los diferentes comportamientos de los doce genotipos, donde se estableció los caracteres agronómicos en rendimiento considerando la influencia del medio ambiente, concluyendo que 2 de las 12 líneas presentaron características agronómicas diferentes.

En investigaciones se encontró a **Ramírez et al. (2016)** quienes realizaron estudios en México, evaluaron el comportamiento agronómico y fitopatológico de 8 variedades liberadas por INIFAP en diferente época (primavera-verano) y 2 líneas candidatas a nuevas variedades de trigos harineros. Los investigadores utilizaron el diseño Bloques al Azar con 2 repeticiones. Obteniendo como resultado que las líneas Don Carlos y Mona “S” tuvieron promedios superiores de rendimiento, baja incidencia a las enfermedades foliares, gran adaptabilidad y con ciclos biológicos menores, mientras que las variedades de Romoga M87 y Gálvez M87 fueron todo lo contrario tanto en comportamiento agronómico y fitopatológico.

Quispe et al. (2015) realizaron la investigación en Cochabamba y Chuquisaca; donde evaluaron el comportamiento de 138 líneas de trigo harinero. Los investigadores utilizaron herramientas estadísticas, fueron descompuestas las variables en dos componentes que explica el 35,6% del total de varianza acumulada. Tras el análisis, se concluye que 15 de los 138 genotipos de trigo harinero obtuvieron rendimientos de 2.500 kg/ha.

Janete (2011) en su investigación desarrollada en la provincia de Chimborazo, evaluó agronómicamente 7 cultivares y 2 líneas promisorias de trigo, el investigador utilizó el diseño BCA con tres repeticiones, mostrando como resultados bajos rendimientos con baja calidad del grano debido a que existía suelos de baja calidad y estaba en los límites máximos de altitud requeridos por el trigo, reportándose una media

de 1,53 Tm/ha y 73,66 en peso hectolítrico, por lo que resulta conveniente su cultivo solo con fines de subsistencia.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo bajo las condiciones agroecológicas del campus Querochaca.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar las características agronómicas de las 4 líneas promisorias trigo generadas por el INIAP bajo las condiciones agroecológicas.
- Evaluar los parámetros de calidad de grano de las 4 líneas promisorias en postcosecha del cultivo de trigo
- Determinar la resistencia a las principales enfermedades en 4 líneas promisorias del cultivo de trigo a campo abierto.
- Determinar el rendimiento del cultivo de trigo.

1.3 Categorías fundamentales

1.3.1 Origen

El origen del trigo se dio en la antigua Mesopotamia, comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates, en la región asiática. A partir del Medio Oriente el cultivo se extendió a otras partes del mundo. La palabra trigo significa “triturado”, “quebrado” o “trillado”, indicando que se debe separar la cascarilla que lo recubre al grano de trigo obtener la semilla (Flores, 2020).

Arqueólogos e historiadores relatan que hace aproximadamente 12 mil años el hombre empezó a recolectar las primeras semillas de trigo. En 1870 fue introducido por primera vez en América el cultivo de trigo por los inmigrantes rusos que llevaron a Estados Unidos, Kansas (**Martínez, 2015**).

1.3.2 Características botánicas

1.3.2.1 Raíz

El trigo tiene una raíz fasciculada o en otras palabras con numerosas ramificaciones, son raíces finas que alcanzan una profundidad de 25 cm hasta 1. Inicia su crecimiento de raíces en el periodo de ahijado y su desarrollo completo termina en el encañado (**Sosa, 2018**).

1.3.2.2 Tallo

El trigo tiene un tallo hueco en forma de caña con 6 nudos, alcanza una altura de aproximadamente 0,50 a 2 metros. Al principio de la fase vegetativa el tallo se encuentra dentro de una masa celular que establece el nudo de ahijamiento. Dicho tallo produce brotes auxiliares de los cuales nacen los tallos hijos.

Cuando los tallos hayan alcanzado su madurez fisiológica se convierten en paja una vez cosechado. Presentan vaina, lígula y aurículas (**ACOR, 2019**).

1.3.2.3 Hojas

Las hojas de trigo presentan una forma lineal lanceolada, es decir, rectas, alargadas y terminan en punta, presentan vaina, lígula y aurículas. El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de las hojas. Entre el limbo y la envainadora hay un tejido de color blanco que hace que se diferencie de los demás cereales. Las hojas se forman en cada nudo y se caracteriza por tener aurículas que son las que envuelven el tallo (**Magón, 2022**).

1.3.2.4 Flor (espiga)

La espiga está formada por un eje central denominado raquis, en el están dispuestas (alternamente a la izquierda y a la derecha) las espiguillas que abarca de 2 a 5 flores que posteriormente formaran el grano, pero no todas las espiguillas son fértiles. El número de espiguilla puede variar de 8 a 12 esto va a depender mucho la variedad de trigo (**Avila et al., 2021**)

La flor es pequeña y contiene un pistilo y 3 estambres que está protegida por 2 verdes brácteas o llamadas también glumillas, la cual se prolonga al exterior de una arista (trigo barbado).

1.3.2.5 Inflorescencia

La inflorescencia es una espiga terminal que está compuesta por un tallo central o raquis de entrenudos cortos y sobre ellos están dispuestas entre 20 a 30 espiguillas; estas presentan externamente dos brácteas o llamadas glumas que contiene de 3 a 5 antecios, estos están dispuestos sobre una raquilla. En ciertos cultivos las lemmas se prolongan en forma de arista lo que da origen a las espigas barbadas (**Guañuna, 2014**).

1.3.2.6 Fruto

Son granos carióspsides, de forma ovalada con extremos redondeados, su forma, tamaño y color varía según la variedad de trigo. La semilla de trigo está constituida por el endospermo, el salvo y el germen (**ACOR, 2019**).

El endospermo o albumen almacena el alimento para el embrión, este simboliza el 82% del peso del grano de trigo. El embrión consta del escutelo, brote o plúmula y raíz primaria. El salvo está conformado por el pericarpio, la testa y una capa de aleurona. El germen está situado donde se une el eje de la espiguilla y el último distal que tiene pelos muy finos (**Magón, 2022**).

Del endospermo se obtiene la harina, el grano tiene una proteína llamada gluten, esto ayuda a la elaboración de levaduras de buena calidad, necesarias para la panificación (Sosa, 2018).

1.3.3 Ciclo del cultivo

1.3.3.1 Germinación

La temperatura ideal para la germinación es de 20 a 25°C, aunque también puede germinar a temperaturas bajas (3-4°C) o altas (30-32°C). El grano de trigo debe absorber aproximadamente un 40% a 65% de agua para que comience su vida activa. La humedad óptima que debe tener es de 11%, caso contrario no se conservará el grano, también deber tener una buena oxigenación (Infoagro, 2017).

1.3.3.2 Ahijamiento

La planta de trigo tiene un tallo con nudos donde se origina una hoja y entrenudos, estos empiezan alargarse (encañado). En el transcurso de su crecimiento, los tallos al estar en contacto en el suelo dan lugar a nuevas raíces adventicias y crece tallos secundarios denominados “hijos”, entonces en trigo “amacolla” o “ahija”, siendo el “padre” la plántula que germinó del grano principal (Pogo, 2016).

1.3.3.3 Encañado

Cuando las temperaturas se elevan dejan de emitir hijos y los entrenudos de los tallos comienzan alargarse. El tallo se alarga hasta el final de su madurez, su altura va a depender de las variedades de trigo, pero no hay relación con el rendimiento del grano. La caña sigue cubierta por la vaina y su grosor va a depender de la variedad, al presentar una caña gruesa no quiere decir que vaya ser resistente al encamado. Para esta fase es necesario el nitrógeno (Infoagro, 2017).

1.3.3.4 Espigado

En esta etapa la planta usa su máxima actividad fisiológica, en la transpiración, humedad y todos los nutrientes del suelo. En las hojas inferiores se encuentra los azúcares y estas envían a los granos de trigo que se va a formar, mientras que se secan las hojas. Lo que el riego es de mucha importancia en esta fase (**Infoagro, 2017**).

1.3.3.5 Antesis

Es el proceso donde las anteras se puede observar a simple vista en las espigas, los lodículos se hinchan y se separan de cada lema de la florecilla, permitiendo que emerjan las anteras. De uno a dos días los lodículos caen y las florecillas se cierran (**Pogo, 2016**).

1.3.3.6 Maduración

Denominada madurez láctea porque la planta sigue verde a excepción de las hojas inferiores que están secas, posteriormente pasa a la maduración pastosa donde solo los nudos están verdes y lo resto toma un color amarillento, después de 3 o 4 días pasa a su madurez completa, o también llamada madurez muerte (**Pogo, 2016**).

1.3.4 Condiciones edafoclimáticas

1.3.4.1 Luz

El trigo necesita de 1500 a 2000 horas de sol a lo largo del ciclo del cultivo, en épocas de floración el trigo necesita periodos de días más largos (12 horas por día), si esto no sucede la floración será tardía (**Saltos, 2011**).

1.3.4.2 Precipitación

El cultivo de trigo requiere de 500 a 700 mm de precipitación a partir de la siembra hasta la cosecha. (Avila et al., 2021). La demanda hídrica se da en el periodo de ahijamiento de aproximadamente 3 a 4 mm/día, al igual en el llenado de granos de 5 a 6 mm/día (INTA, 2017).

1.3.4.3 Suelo

El mejor suelo para que el cultivo de trigo tenga un crecimiento óptimo debe ser fértil, sueltos, profundos para que el sistema radicular se desarrolle mejor y libre de inundaciones. El suelo debe ser franco y bien drenado (Saltos, 2011). Las investigaciones han comprobado que suelos francos arenosos y francos arcillosos también son adecuados para el cultivo

1.3.4.4 pH

Para el cultivo de trigo es necesario un pH de 5,4, a 7,0. No tolera suelos ácidos, prefieren suelos alcalinos o neutros por lo que son esenciales los microorganismos para el suelo (Avila et al., 2021).

1.3.4.5 Altitud

Se recomienda altitudes de aproximadamente 2500 a 3500 msnm (INIAP, 2019).

1.3.4.6 Temperatura

Se cultiva en zonas templadas. La temperatura óptima es de 16 a 19°C, por otra parte, el trigo puede germinar con temperaturas de 3 a 4°C, mientras que para la floración se necesita una temperatura que oscila entre 10 a 25°C (Saltos, 2011).

1.3.5 Enfermedades

1.3.5.1 Roya lineal o amarilla

La roya amarilla es causada por el hongo *Puccinia striiformis*, esta enfermedad puede aparecer entre los 15 a 30 días. Se caracteriza por la presencia de pústulas amarillentas que tiene forma lineal en la hoja, puede afectar también a los cuellos, glumas y vainas. La presencia de esta enfermedad se da por mucha humedad y temperaturas de 10 a 20°C. a consecuencia hay una disminución del rendimiento y la calidad de grano **(Ponce et al., 2019)**.

1.3.5.2 Roya parda o a la hoja

Esta enfermedad es causada por el hongo *Puccinia triticina*, se desarrolla con una humedad de 6 a 9 horas y a temperaturas que oscila entre 15 a 20°C. Se caracteriza porque presenta pústulas pequeñas ovales, de color anaranjado o café anaranjado, infectan amabas caras de la hoja. La presencia de esta enfermedad hace que el rendimiento del grano sea inferior **(Ponce et al., 2019)**.

1.3.5.3 Carbón de la espiga

Es atacado por el hongo *Ustilago tritici*, inicia en la fase de floración, destruyendo las espiguillas, se caracteriza por cubrir de una masa pulverulenta de color negro, castaño verdusco. La humedad favorece mucho a esta enfermedad afectando principalmente al rendimiento **(Avila et al., 2021)**.

1.3.5.4 Fusarium de la espiga

Fusarium spp. afecta principalmente a las espigas (partes florales, glumas, granos y raquis), presentando un blanqueamiento en las espiguillas, una vez los síntomas se desarrollan más se aprecia un micelio rosado salmón. A consecuencia de esto el grano pierde su forma y peso **(Ponce et al., 2019)**.

1.3.6 Calidad de grano

Los parámetros de calidad de grano para el cultivo de trigo que requiere la industria molinera se basan en que el grano tenga una humedad del 13%, con impurezas del 2% y un peso hectolítrico de 74kg/hl (**MAGAP, 2010**).

1.3.7 Labores de postcosecha

Ponce et al., (2022) mencionan que para realizar las labores postcosecha se debe realizar primero el secado del grano, luego la limpieza y clasificación; y finalmente el ensacado e identificación de la semilla.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y equipos

2.1.1 Material vegetal

La investigación tuvo como material experimental a 15 parcelas de validación, implementadas por el Programa Nacional de Cereales INIAP-Santa Catalina, con 4 líneas promisorias y 1 variedad mejorada de trigo (*Triticum aestivum* L.) ubicados en Facultad de Ciencias Agropecuarias, provincia de Tungurahua.

2.1.2 Equipos

- Balanza electrónica
- Balanza de peso hectolítrico

2.1.3 Materiales de campo

- Piola
- Estacas
- Rastrillo
- Regleta
- Regaderas
- Etiquetas
- Bombas de fumigar
- Hoz
- Mallas (2.5mm)
- Sacos
- Cinta

- Trilladora

2.1.4 Materiales de oficina

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Hojas
- Esferos
- Calculadora
- Libros de campo
- Libreta
- Manual del INIAP
- Microsoft Excel
- INFOSTAT versión 2020

2.2 Métodos

2.2.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó en parcelas del Campus Querochaca perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, situada en el Cantón Cevallos, provincia Tungurahua, cuyas coordenadas geográficas son: 1° 22'02 " de latitud Sur y 78° 36' 20" de longitud Oeste, con una altitud de 2865 msnm (**IGM, 2016**).

2.3 Características del lugar

2.3.1 Clima

El cantón Cevallos posee un clima templado frío semi-seco, con una temperatura máximas de 19 °C y mínima entre 13°C; una humedad relativa promedio de 75%; velocidad de viento de 1,9 m/s y precipitaciones anuales de 740 mm (**INMHI, 2020**).

2.3.2 Suelo

Este suelo está clasificado como Typic Vitrandeps, que presenta características como ceniza volcánica y materiales amorfos, con un relieve ondulado, plano y profundos (aprox. 1.5 m) y pendiente de 2 al 8%. Posee una textura franco arenoso, ligeramente alcalino, con un pH de 7,2, es un suelo fértil aprovechable para el cultivar legumbres, hortaliza, frutales y flores (MAGAP, 2019).

2.3.3 Agua

El agua que se utilizó en los terrenos del Campus Querochaca proviene del canal Ambato- Huachi- Pelileo, con un pH de 7,78 (Rodríguez, 2021).

2.4 Factores de estudio

Factor A: 4 líneas promisorias y 1 variedad mejorada de trigo.

2.5 Tratamientos

La presente investigación se consideró un genotipo a cada una de las líneas promisorias según el siguiente detalle:

Tabla 1. *Genotipos utilizados en el ensayo*

GENOTIPO	CÓDIGO
1	TA-18-008
2	TA-19-003
3	TA-19-008
4	TA-20-001
5	INIAP-IMBABURA 2014 (Variedad)

Elaborado por: Sotaminga, 2023

2.6 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones, donde se realizó un análisis de varianza (ADEVA) para establecer las diferencias entre los tratamientos y la Prueba de Tukey al 5%.

2.7 Características del ensayo

Tabla 2. *Dimensiones del área del ensayo*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	3
Número total de parcelas	15
Largo de la parcela	3 m
Ancho de la parcela	1,2 m
Área de la parcela	3,6 m ²
Superficie total del ensayo	10 2m ²
Ancho de caminos	0,50 m

Elaborado por: Sotaminga, 2023

2.7.1 Esquema de la disposición del ensayo

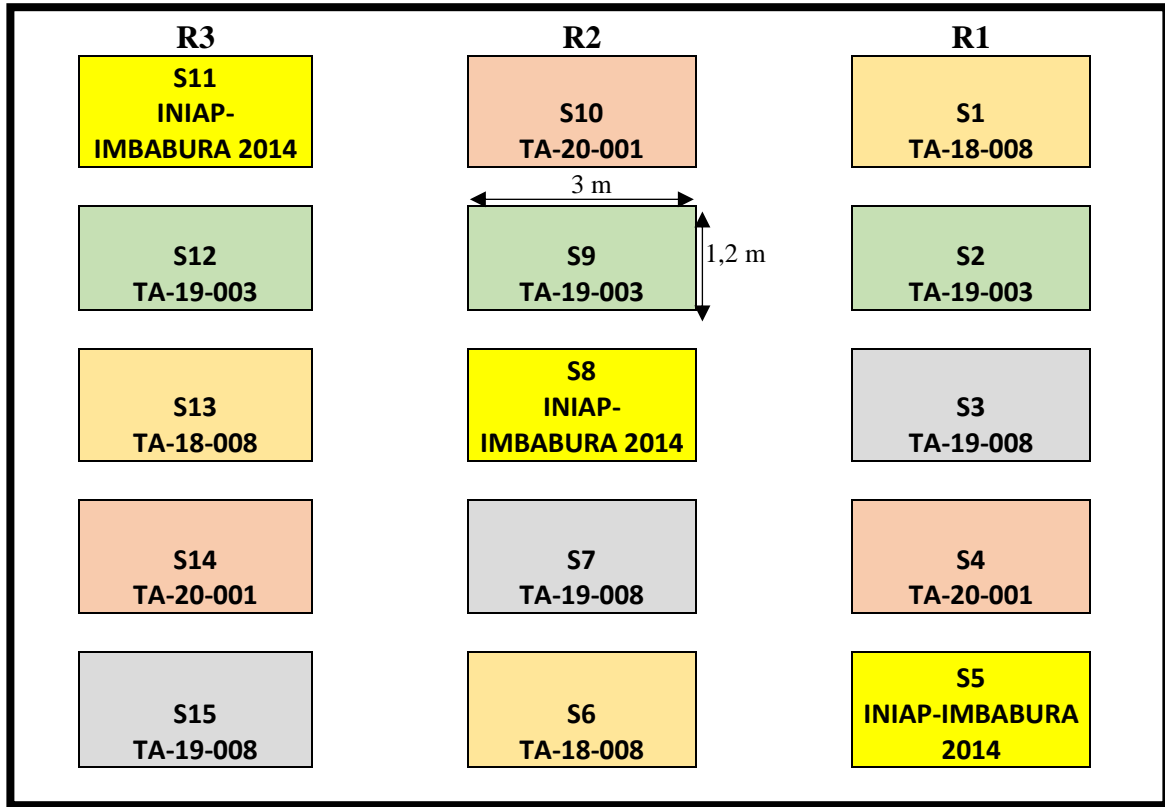


Figura 1. *Distribución del ensayo en campo*

2.8 Manejo del experimento

2.8.1 Controles de maleza

Se realizó el deshierbe de forma manual con la ayuda de un rastrillo evitando así la competencia por los nutrientes del cultivo establecido.

2.8.2 Desmezcla del lote

Se eliminaron plantas deformes, enfermas y extrañas, las plantas eliminadas se pusieron fuera del lote. Este control se realizará en dos ocasiones:

- Al inicio del espigamiento
- Etapa de su madurez fisiológica

2.8.3 Enfermedades del trigo

En el cultivo de trigo las enfermedades son un factor limitante para la producción de este cereal, entre las más importantes en el Ecuador son: roya lineal o amarilla (*Puccinia striiformis*), roya parda o a la hoja (*Puccinia triticina*), carbon de la espiga (*Ustilago tritici*) y Fusarium de la espiga (*Fusarium* spp.).

2.8.4 Cosecha y trilla

La cosecha se llevó a cabo cuando el cultivo alcanzado su madurez de campo, se realizó manualmente para ello se utilizó una hoz para cortar las espigas, posteriormente se colocó en diferentes sacos por parcela con su respectiva etiqueta. Para la trilla se utilizó una trilladora.

2.8.5 Labores postcosecha

2.8.5.1 Secado del grano

El grano tuvo una humedad del 13% y no tiene que ser superior a ello.

2.8.5.2 Limpieza y clasificación

Se limpió las semillas con una maquina sopladora de cereales y con ayuda de una malla de 2,5 mm se clasificará según su tamaño.

2.8.5.3 Ensacado e identificación de la semilla

Finalmente se colocó en sacos limpios y se identificó con una etiqueta (nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y peso).

2.9 Variables respuestas

2.9.1 Altura de planta

Se midió desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga, incluir las aristas, para ello se empleó un metro y la medida fue tomada en centímetros de un cultivo ya establecido de 60 días.

2.9.2 Tipo de paja

Para este parámetro se empleó una escala de 1 al 3 propuesta por el Programa de Cereales del INIAP.

Tabla 3. *Escala de evaluación de tipo de paja en trigo*

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Tallo fuerte	Tallo gruesos, erectos, flexibles, que soportan el viento y el acame.
2	Tallo intermedio	Tallos no muy gruesos, erectos y mediadamente 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: Programa de Cereales del INIAP

2.9.3 Tamaño de espiga

Se midió desde la base de la espiga hasta el extremo de la misma, sin incluir las aristas, se empleó un metro y se expresó en centímetros, es importante tomar al azar al menos diez espigas y sacar un promedio.

2.9.4 Número de granos por espiga

Se observó y tomó al azar al menos diez espigas y se contó manualmente el número de granos llenos que tuvo cada espiga y se determinó un promedio, así se evaluó la productividad del cultivo.

2.9.5 Enfermedades

La severidad se realizó de forma visual, cuantificando la presencia y daño causado por la enfermedad expresado en porcentaje de las diferentes líneas promisoras de trigo.

2.9.6 Rendimiento de grano

Los valores que se utilizó son kilogramos/hectárea (kg/ha), para ello el grano estuvo completamente limpio y con una humedad de 13%.

2.9.7 Peso hectolítrico

Se empleó una balanza de peso hectolítrico, el peso fue en kilogramos por hectolítrico (kg/hl).

2.9.8 Tipo y color de grano

Para este parámetro se empleó una escala, descrita a continuación:

Tabla 4. *Escalada de evaluación para tipo y color 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, machacado, chupado.
Color	
B	Blanco
R	Rojo
Calidad	
*	Bueno
+	Malo

Fuente: Programa de Cereales del INIAP

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Altura de planta

Realizado la prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta, Se observaron diferencias significativas en las diferentes líneas de trigo evaluadas (Fig. 2). El promedio más bajo con 78,33 cm corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA 2014, usada como testigo; el cual fue inferior a las líneas TA-19-003, TA-19-008, TA-18-008, con; 97,67; 96,00; 92,00 cm, respectivamente, mientras que la línea TA-20-001 mostró valores intermedios, llegando a ser 10,6% inferior a la línea TA-19-003.

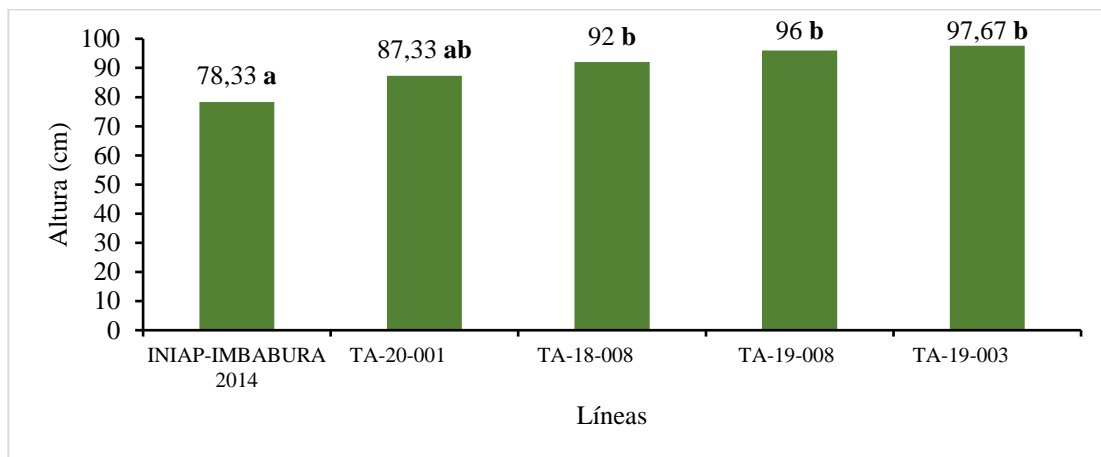


Figura 2. Variación de altura de planta en cuatro líneas promisorias de trigo

Según la de investigación realizada por el autor **Otacama (2022)** en la provincia de Cotopaxi menciona que, la variedad INIAP-IMBABURA 2014 obtuvo una altura de 95,63 y la línea TA-19-003 tuvo una altura de 97,67 cm llegando a concluir que no coincidió con nuestra investigación. Entonces se puede decir que las plantas que tengan una altura intermedia son aquellas que soportan el viento y el acame.

3.1.2 Tipo de paja

Para la variable tipo de paja, se observa que el 80% de las líneas promisorias de trigo fueron tallos intermedios, es decir, tallos no muy gruesos, erectos y mediadamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame; mientras que el 20% fueron tallos fuertes, es decir, tallos gruesos, erectos, flexibles, que soportan el viento y el acame (tabla 5).

Tabla 5. *Tipo de paja para las líneas promisorias de trigo*

Línea	Escala	Descripción
TA-18-008	2	Tallo intermedio (no muy gruesos, erectos y mediadamente flexibles, que soportan parcialmente el viento)
TA-19-003	2	Tallo intermedio (no muy gruesos, erectos y mediadamente flexibles, que soportan parcialmente el viento)
TA-19-008	1	Tallo fuerte (gruesos, erectos, flexibles, que soportan el viento y el acame.)
TA-20-001	2	Tallo intermedio (no muy gruesos, erectos y mediadamente flexibles, que soportan parcialmente el viento)
INIAP-IMBABURA 2014	2	Tallo intermedio (no muy gruesos, erectos y mediadamente flexibles, que soportan parcialmente el viento)

Elaborado por: Sotaminga, 2023

De acuerdo con la investigación realizada por **Falconí et al., (2014)** menciona que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 en el tipo de paja presentó tallos fuertes y resistentes al acame, mientras que en nuestra investigación la variedad INIAP-IMBABURA 2014 se observó tallos intermedios que parcialmente soporta el acame.

3.1.3 Tamaño de espiga

Realizado el análisis de varianza para la variable tamaño de espiga se determinó que no existe diferencias estadísticas entre las líneas de trigo evaluadas (p-valor de 0,088). El coeficiente de variación fue de 4,83.

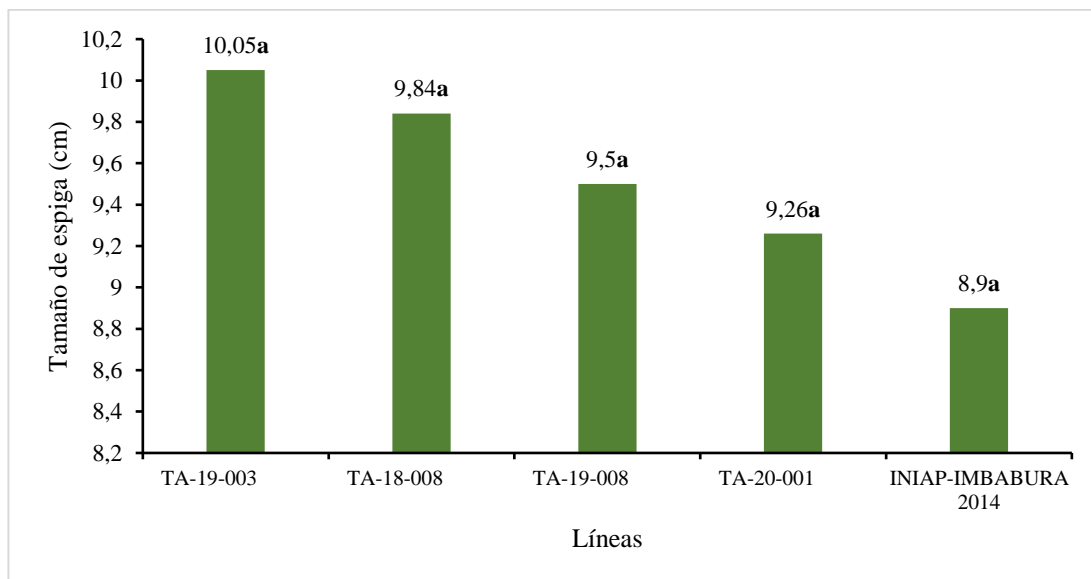


Figura 3. Variación del tamaño de espiga en cuatro líneas promisorias de trigo

Según las investigaciones de **Otacama (2022)** se pudo observar que la línea TA-18-008 obtuvo un tamaño de espiga de 10,73 cm; no coincidiendo con nuestro estudio ya que la línea TA-18-008 se observó un valor inferior. De acuerdo a estas comparaciones la diferencia de tamaños que existe entre espigas es probable que sea por las diferentes características genéticas que presenta cada línea.

3.1.4 Número de granos por espiga

Una vez realizado el análisis para la variable número de granos por espiga, se determinó diferencias significativas (p -valor de 0,0001) para las líneas promisorias de trigo evaluadas. El coeficiente de variación fue de 4,02.

La prueba de Tukey al 5% para la variable número de granos por espiga (Fig. 4). Se determinó cuatro rangos de significación, el promedio mayor fue de 58 granos por espiga que corresponde a la línea TA-20-001, seguida de TA-19-003 con 51 granos/espiga, mientras que las líneas TA-19-008 y TA-18-008 con; 46 y 42 granos/espiga respectivamente; el promedio más bajo obtuvo la variedad INIAP-IMBABURA 2014 con 32 granos/espiga.

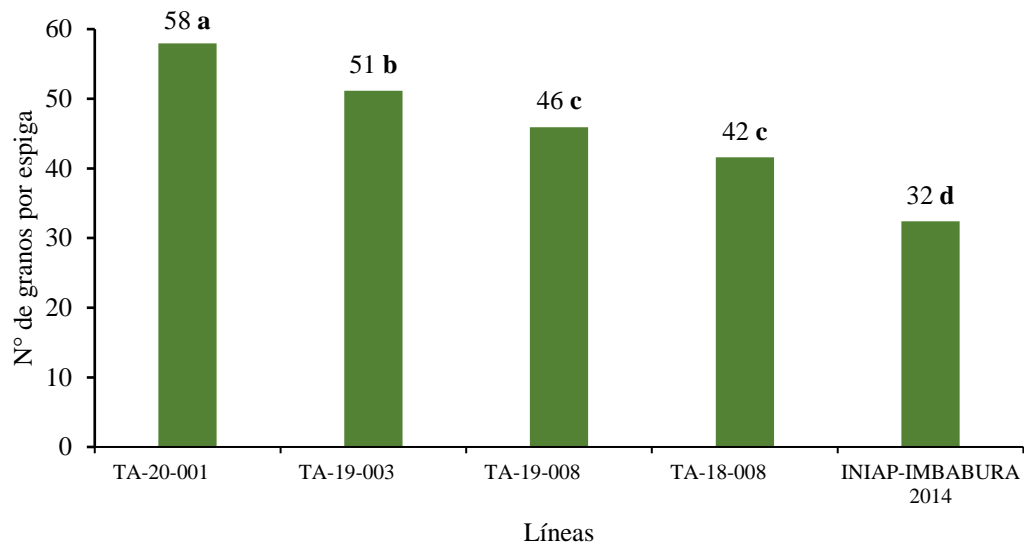


Figura 4. Variación del número de granos por espiga en cuatro líneas promisorias de trigo

Según **Guambuguete (2022)** en su trabajo de investigación menciona que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 presentó un promedio de 41 granos por espiga, en comparación a nuestra investigación la variedad INIAP-IMBABURA 2014 se obtuvo un promedio de 32 granos por espiga. Esta variable se puede ver afectada por la falta de nutrientes, fotoperiodo, precipitaciones y sequías.

3.1.5 Severidad a enfermedades

3.1.5.1 Roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

Realizado el análisis para la variable severidad en roya amarilla, se determinó diferencias significativas (p-valor de 0,005) para las líneas promisorias de trigo evaluadas. El coeficiente de variación fue de 14,09.

La prueba de Tukey al 5% para la variable severidad en roya amarilla (Fig. 5). Se determinó dos rangos de significación, el porcentaje inferior corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA 2014 con el 5%, esto quiere decir, que fue más resistente a la presencia de roya amarilla; así como la línea TA-19-003 tuvo una resistencia media del

8,33%, mientras que TA-20-001, TA-19-008, TA-18-008 presentaron un 10% c/u de roya amarilla.

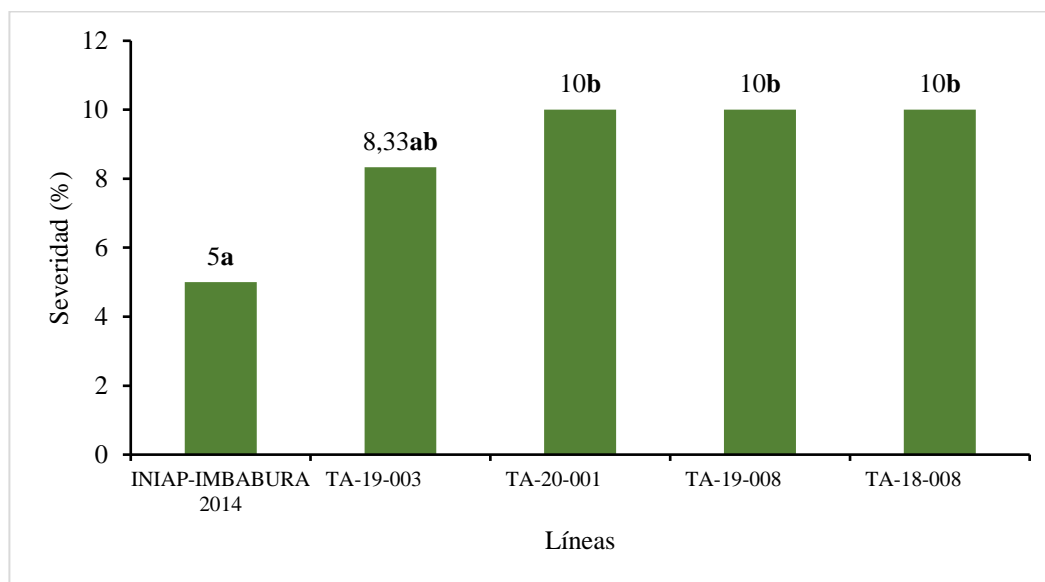


Figura 5. Variación de la severidad para roya amarilla en cuatro líneas promisorias de trigo

De acuerdo con la investigación realizada por **Otacama (2022)** manifiesta que las líneas TA-18-008 y TA-20-001 presentaron un 10% de severidad para roya amarilla (*Puccinia striiformis*), coincidiendo con nuestro trabajo de investigación. Con estos resultados se puede decir que la presencia de esta enfermedad esto se debe probablemente por demasiada humedad y los cambios climáticos repentinos.

3.1.6 Rendimiento del grano

Realizado la prueba de Kruskal Wallis para la variable rendimiento, se observó diferencias significativas de las distintas líneas promisorias de trigo evaluadas (Fig. 6). El promedio mayor fue de la línea TA-19-003 con 56664,81 kg/ha, la cual fue superior a la variedad INIAP-IMBABURA 2014, mientras que las líneas TA-19-008, TA-20-001 y TA-18-008 con 5125,93; 4318,52; 2948,15 kg/ha, respectivamente tuvieron valores intermedios.

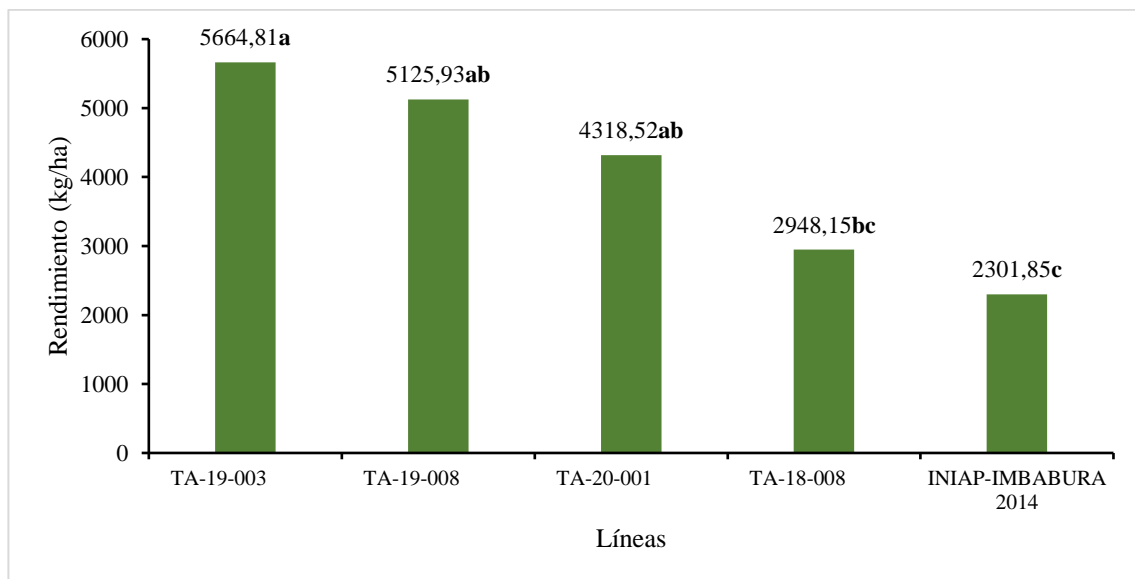


Figura 6. Variación del rendimiento del grano en cuatro líneas promisorias de trigo

Según **Otacama (2022)** en su estudio realizado la línea promisoría TA-19-003 presentó un menor rendimiento de 4038,1 kg/ha; todo lo contrario, a nuestro resultado donde se observó que la línea TA-19-003 obtuvo un mayor rendimiento. El rendimiento se puede ver afectado por la presencia de enfermedades.

3.1.7 Peso hectolítrico

Una vez realizado el análisis para la variable peso hectolítrico, se determinó diferencias significativas (p -valor de 0,0002) para las líneas promisorias de trigo evaluadas. El coeficiente de variación fue de 1,07.

La prueba de Tukey al 5% para la variable peso hectolítrico (Fig. 7). Se determinó tres rangos de significación, el promedio más alto corresponde a la variedad INIAP-IMBABURA 2014 con 79,13 kg/hl, seguida de las líneas TA-19-008, TA-19-003 con valores intermedios de 77,78;77,28 kg/hl respectivamente, mientras que el promedio más bajo se registró en la línea TA-18-008 con 73,25 kg/hl

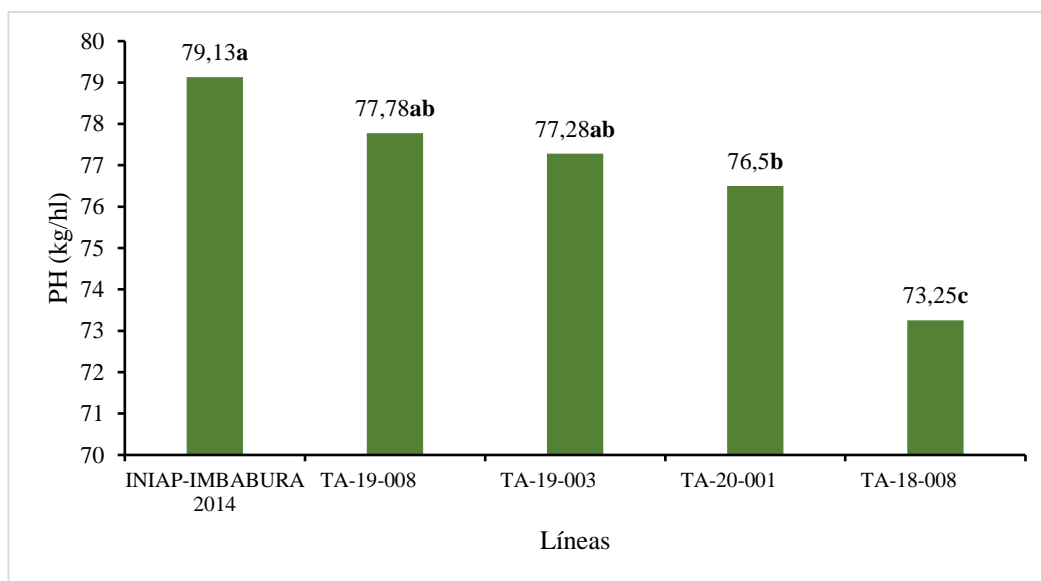


Figura 7. Variación del peso hectolítrico en cuatro líneas promisorias de trigo

De acuerdo con el estudio realizado por **Ponce et al. (2021)** manifiestan que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 obtuvo un peso hectolítrico de 74,42, mientras tanto en nuestra investigación la variedad INIAP-IMBABURA 2014 superó al valor mencionado por el autor.

3.1.8 Tipo y color de grano

Para el tipo y color de grano (tabla 6), se observó que las líneas TA-18-008, TA-19-003 y TA-20-001 presentaron un 60% de granos medianos, blanco y bueno; para la línea TA-19-008 presentó un 20% de granos gruesos, rojos y bueno, mientras que la variedad INIAP-IMBABURA 2014 obtuvo un 20% de granos mediano, rojos y bueno.

Tabla 6. Tipo y color de grano de las líneas promisorias de trigo

Líneas	Escala	Descripción
TA-18-008	2B*	Grano mediano, blanco y bueno
TA-19-003	2B*	Grano mediano, blanco y bueno
TA-19-008	1R*	Grano grueso, rojo y bueno
TA-20-001	2B*	Grano mediano, blanco y bueno
INIAP-IMBABURA 2014	2R*	Grano mediano, rojo y bueno

Elaborado por: Sotaminga, 2023

Según **Otacama (2022)** en su trabajo de investigación describió que la línea promisoría TA-20-001 presentó un grano mediano y blanco, coincidiendo con nuestro estudio de investigación. De acuerdo a estas comparaciones el tipo y color de grano es probable que sea por las diferentes características genéticas que tiene las líneas de trigo.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En cuanto a la altura de planta, línea TA-19-003 obtuvo una mayor altura, mientras que la línea TA-19-008 mostró el desarrollo de tallo fuerte (gruesos, erectos, flexibles) lo cual le confiere mayor firmeza al viento y el acame.
- Se obtuvo mayor peso hectolítrico en la variedad INIAP-IMBABURA, seguida de las líneas TA-19-008, TA-19-003, la cual presentó valores intermedios. En cuanto al tipo y color de grano un alto porcentaje de los granos fueron medianos, blancos y de buena apariencia, mientras que el resto se mostró como granos medianos, rojos y bueno o granos gruesos, rojos y buena apariencia. Para el número de granos por espiga la línea TA-20-001 mayores valores seguida de TA-19-003.
- La variedad INIAP-IMBABURA 2014 mostró la menor severidad al ataque de la roya amarilla o lineal (*Puccinia striiformis*), sin embargo, las líneas promisorias TA-20-001, TA-19-008, TA-18-008 mostraron niveles de severidad también bajos, lo que demuestra que las líneas proporcionadas por el INIAP presentan resistencia a la enfermedad bajo las condiciones agroecológicas del sector Querochaca.
- Se determinó que la línea TA-19-003 obtuvo un mayor rendimiento, mientras que la que mostró bajo rendimiento fue la variedad INIAP-IMBABURA 2014.

4.2 Recomendaciones

- Realizar continuamente el proceso de investigación bajo diferentes condiciones agroecológicas incluyendo las buenas prácticas agrícolas para así en las futuras generaciones proporcionar un grano de trigo de buena calidad y con un alto rendimiento y hacer que los pequeños agricultores implementen en su producción el cultivo de trigo como un producto rentable económicamente.
- La variedad IMBARURA 2014 tiene un potencial genético en rendimiento y altos niveles de resistencia a enfermedades por la que si se recomienda sembrar en la provincia de Tungurahua entre febrero y marzo.
- El grano debe estar completamente seco para que este pueda ser cosechado, no siendo así al momento de la trilla el grano pasa a ser un desperdicio.
- Para la toma de datos para la variable enfermedades se debe tomar por lo menos 5 veces cada 8 días y las siembras deben ser en épocas lluviosas del año (febrero y marzo) coincidiendo en épocas secas para la cosecha.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- ACOR. (2019). *Características botánicas del trigo*. Cereales : http://www.cooperativaacor.com/extra/descargas/des_12/PUBLICACIONES/Otros-cultivos-II/3-CI-1.pdf
- Avila, J., Avila, J., Rivas, F., & Martínez, D. (2021). *Cultivo de trigo*. Participación en la superficie de siembra y producción de los principales países: <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20TRIGO.pdf>
- Chuquitarco, P. (2015). *Evaluación de la adaptabilidad de 6 variedades mejoradas de trigo (Triticum aestivum L)*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2516/1/T-UTC-00051.pdf>
- Falconí, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., & Abad, S. (2014). *INIAP-IMBABURA 2014*. Estación Experimental Santa Catalina , Quito-Ecuador.
- Flores, R. (2020). *Origen del trigo* . <https://conacyt.mx/cibiogem/trigo#:~:text=Su%20origen%20data%20de%20la,e n%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20alimentos.>
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad, S. (2011). *Guía del cultivo de trigo*. Quito: Estación Experimental Santa Catalina-INIAP. <https://doi.org/3/20>
- Guambuguete, O. (2022). *Determinación del incremento del rendimiento en 18 variedades de trigo (triticum aestivum) provenientes del banco de semillas del iniap-santa catalina*. https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4653/1/GUAMBUGUETE_BELGICA%20final-4.pdf
- Guañuna, G. (2014). *Inflorescencia del cultivo de trigo*. Agricultura y producción. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2857/1/T-UCE-0004-90.pdf>

- Guzñay, L. (2022). *Caracterización del sistema de producción de semilla certificada de trigo (triticum vulgare L.)*.
<https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4581/1/TESISLEONOR%20GUZ%c3%91AY.pdf>
- Hasanuzzaman, M. (2022). Evaluación del trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) Germoplasma en la zona de Kafa, suroeste de Etiopía. *Creative Commons Attribution*, 2022(1682961), 1-7.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2022/168296>
- IGM. (2016). *Coordenadas geográficas de Querochaca*. IGM.
- Infoagro. (2017). *Ciclo del cultivo de trigo*.
<https://infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- INIAP. (2019). *Cultivo de trigo*. <http://www.crystal-chemical.com/trigo.htm>
- INMHI. (2020). *Anuario meteorológico de Querochaca UTA*.
- INTA. (2017). *Consumo y disponibilidad de agua en cultivo de trigo bajo riego*.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_consumo_y_disponibilidad_de_agua_en_cultivo_de_trigo_bajo_riego_experiencia_en_la_region_centro_de_la_provincia_de_cordoba.pdf
- Janete, P. (2011). *Evaluación agronomica de 5 líneas promisorios de trigo (Triticum vulgare L.)*. file:///C:/Users/pc/Desktop/D.TESIS/antecedentes%202011.pdf
- Lipia, T. (2017). *Evaluación de doce líneas promisorias de trigo harinero (triticum aestivum) en la comunidad taramaya del municipio de achacachi del departamento de la paz*. La Paz, Bolivia
- MAG. (2020). *Ejecutivo de los Diagnósticos Territoriales del Sector Agrario*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- MAGAP. (2010). *Parámetros de calidad de grano para la industria ecuatoriana*. Productores de trigo .

- MAGAP. (2019). *Características del suelo del cantón Cevallos, provincia Tungurahua*.
 Diagnosticos GAD Cevallos: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/Diagnostico_GAD%20Cevallos_15-11-2014.pdf
- Magón, R. (2022). *Características de la plántula*.
<https://conacyt.mx/cibiogem/trigo#:~:text=Es%20una%20espiga%20compuesta%20de,o%20glumas%2C%20a%20ambos%20lados>.
- Martínez, M. (2015). *El trigo: una historia de diversidad y mejoramiento*.
http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/458_cienciorama.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2018). *Cultivo de trigo*. Provincias del Ecuador:
<https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
- Otacama, C. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de líneas promisorias de trigo del INIAP*. Tesis, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga .
- Pogo, A. (2016). *Ciclo del cultivo de trigo*. Agricultura .
- Ponce, L., Garófalo, J., & Noroña, P. (2022). *Trigo (Triticum aestivum L.): Manual de manejo del cultivo*. KOPIA, INIAP . <https://doi.org/Mejía-Ecuador>
- Ponce, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2021). *Evaluación de rendimiento y características agronómicas de líneas promisorias de trigo, enfermedades*. INIAP. <https://doi.org/60/97>
- Ponce, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). *Parámetros de evaluación y selección en cereales* (Vol. 1). Quito, Ecuador: INIAP.
- Quispe, F., Gutiérrez, I., Marza, F., & Butrón, R. (2015). Evaluación preliminar de 138 genotipos de trigo harinero con aptitud para zonas semiáridas. *Revista Científica de Investigación INFO-INIAF*, 1(43), 1-5.

- Ramírez, J., Hortelano, R., Villaseñor, H., López, E., Martínez, E., & Espitia, E. (2016). Evaluación de variedades y líneas uniformes de trigo harinero de temporal en Valles Altos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(3), 655-667.
- Rodríguez, L. (2021). *Canal Ambato-Huachi-Pelileo*.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/54304/1/T-70649%20RODRIGUEZ-PAREDEST.pdf>
- Saltos, C. (2011). *Evaluación de seis cultivares y dos líneas promisorias de trigo*.
<https://doi.org/http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/790/1/13T0712%20.pdf>
- Sosa, F. (2018). *Características botánicas del trigo, raíz*. Agricultura con la naturaleza.
- Vera, A. (2022). *Adaptación agronómica y productiva de 15 accesiones de trigo harinero (triticum aestivum), provenientes del programa nacional de cereales - INIAP*.
https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4445/1/TESIS_MAHOLY%20VERA...pdf

ANEXOS

5.1 Anexos1. Análisis estadístico

5.1.1 A. Análisis paramétricos

Tabla 7. *Análisis de la Varianza para la altura de planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Total	920,93	14			
Repetición	37,73	2	18,87	0,95	0,4251
Líneas	724,93	4	181,23	9,16	0,0044
Error	158,27	8	19,78		
CV	4,93				
Promedio	90,26				

Tabla 8. *Prueba de Tukey para altura de planta*

Líneas	Media (cm)	Rango
INIAP-IMBABURA 2014	78,33	A
TA-20-001	87,33	A B
TA-18-008	92	B
TA-19-008	96	B
TA-19-003	97,67	B

Tabla 9. *Análisis de la Varianza para tamaño de espiga*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Total	4,39	14			
Repetición	0,19	2	0,10	0,46	0,6482
Líneas	2,51	4	0,63	2,98	0,0885
Error	1,69	8	0,21		
CV	4,83				
Promedio	9,50				

Tabla 10. *Prueba de Tukey para la variable tamaño de espiga*

Líneas	Medias (cm)	Rango
TA-19-003	10,05	A
TA-18-008	9,84	A
TA-19-008	9,50	A
TA-20-001	9,26	A
INIAP-IMBABURA 2014	8,90	A

Tabla 11. *Análisis de la Varianza para el número de grano por espiga*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Total	1163,02	14			
Repetición	17,32	2	8,66	2,56	0,1383
Líneas	1118,64	4	279,66	82,67	<0,0001
Error	27,06	8	3,38		
CV	4,02				
Promedio	45,8				

Tabla 12. *Prueba de Tukey para la variable número de grano por espiga*

Líneas	Medias	Rango
TA-20-001	57,93	A
TA-19-003	51,13	B
TA-19-008	45,93	C
TA-18-008	41,60	C
INIAP-IMBABURA 2014	32,40	D

Tabla 13. *Análisis de la Varianza para la severidad a roya amarilla*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Total	73,33	14			
Repetición	3,33	2	1,67	1,00	0,4096
Líneas	56,67	4	14,17	8,50	0,0056
Error	13,33	8	1,67		
CV	14,09				
Promedio	8,66				

Tabla 14. *Prueba de Tukey para severidad a roja amarilla o lineal*

Líneas	Medias (%)	Rango	
INIAP-IMBABURA 2014	5,00	A	
TA-19-003	8,33	A	B
TA-20-001	10,00	B	
TA-19-008	10,00	B	
TA-18-008	10,00	B	

Tabla 15. *Análisis de la Varianza para el peso hectolítrico*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Total	165,16	14			
Repetición	1,86	2	0,93	1,38	0,3060
Líneas	57,90	4	14,48	21,44	0,0002
Error	5,40	8	0,68		
CV	1,07				
Promedio	76,78				

Tabla 16. *Prueba de Tukey para el peso hectolítrico*

Líneas	Medias (kg/hl)	Rango	
INIAP-IMBABURA 2014	79,13	A	
TA-19-008	77,78	A	B
TA-19-003	77,28	A	B
TA-20-001	76,50	B	
TA-18-008	73,25	C	

5.1.2 B. Análisis no paramétrica

Tabla 17. *Prueba de Kruskal Wallis para rendimiento kg/ha*

Líneas	Medias(kg/ha)		Rangos	
TA-19-003	5664,81	12,00	A	
TA-19-008	5125,93	11,00	A	B
TA-20-001	4318,52	10,00	A	B
TA-18-008	2948,15	4,67	B	C
INIAP-IMBABURA 2014	2301,85	2,33	C	

5.2 Anexo 2. Fotografías



Colocación de etiquetas



Control de malezas y desmezcla del lote



Toma de datos a la severidad de roya amarilla



Altura de planta



Tamaño de espiga



Conteo de número de granos por espiga



Cosecha



Trilla



Limpieza de grano



Peso del grano



Peso hectolítrico