

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
SOBRESALIENTES EN RENDIMIENTO, EMPLEANDO INDICADORES
MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS, EN CONDICIONES DEL VALLE
HIGUERAS, 2021

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

AGRICULTURA, BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TESISTA:

Bach. JAPA ESPINOZA, Anghelo Jhosepp

ASESORA:

Dra. TELLO VILLAVICENCIO, Milka Nelly

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A **Dios**, por darme la vida, ser mi guía y fortaleza en tiempos de angustia y, sobre todo, por tenerme destinado oportunidades en tiempos idóneos.

A **mis padres**, Eusebio e Isabel, mi fuerza, estímulo y razón de mi vida; por su apoyo incondicional durante mi formación profesional y por apostar en mi educación como vía de desarrollo para afrontar la desigualdad y la pobreza.

A **mis hermanos** Rocío, Reynaldo y Kelly, por su apoyo y estímulo constantes, por sus consejos, por acompañar mis aspiraciones y compartir mis logros.

AGRADECIMIENTO

A la **Universidad Nacional Hermilio Valdizán**, por las oportunidades y facilidades brindadas para mi desarrollo personal.

A la **Universidad Nacional Agraria La Molina** - Proyecto 017-2020-FONDECYT-BM, financiado por el CONCYTEC-FONDECYT a través del Banco Mundial (CP N°8682-PE-BM-FONDECYT/CONCYTEC), por el financiamiento del estudio.

A mi asesora, **Dra. Milka Tello**, por la orientación en la elaboración, conducción e informe del estudio.

Al **PhD. Jorge Jiménez** (Universidad Nacional Agraria La Molina), **PhD. Arnauld A. Thiry** (Lancaster University) y **PhD. Perla Chávez** (Universitat de les Illes Balears), por el co-asesoramiento del estudio.

Al **Mg. Edwin Vidal**, por apoyarme en la etapa más difícil de mi vida, por su amistad, por los consejos, por las frases y hasta por las gritadas, que permitió conducirme por el camino de la exigencia y la responsabilidad. ¡Muchas gracias por todo mi maestro...!

Al **M.Sc. Severo Ignacio**, por su amistad, por los consejos y porque más que un docente, fue un amigo en mi etapa universitaria, cuya superación, es inspiración para los jóvenes profesionales como mi persona.

A cada uno de los **docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica**, por los conocimientos impartidos durante mi estadía universitaria, en especial a la Ing. Yula, Dr. Fernando, Dr. Maquera y Dra. María.

A mis **amigos, familiares y conocidos** que de una u otra forma colaboraron en la ejecución del estudio.

RESUMEN

El trigo es un cultivo muy estudiado y valorado por su trascendencia mundial debido a la utilidad para la humanidad en la lucha contra el hambre. Por ello, existe preocupación de los fitomejoradores en obtener cultivares mejorados que tengan alto rendimiento en diferentes condiciones climáticas. El objetivo del estudio fue conocer genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos. La investigación tuvo lugar en el Centro de Producción, Investigación y Experimentación Canchán, en un lote experimental de 399,84 m². Los genotipos de trigo evaluados fueron PITH 12, PITH 13, PITH 33, PITH 34, EEATH 1-122, EEATH 7-102 y la variedad testigo Centenario. Como resultado se tuvo que los genotipos de trigo obtuvieron diferencias estadísticas significativas en los indicadores morfológicos y agronómicos. Se concluye que los indicadores morfológicos y agronómicos permitieron determinar a los genotipos PITH 12 y EEATH 1-122 como sobresalientes a los demás en indicadores morfológicos y agronómicos. La altura de planta y longitud de hoja del genotipo PITH 12 presentó correlación con el peso de mil granos y número de granos por espiguilla. El genotipo EEATH 1-122 expresó correlación en longitud de hoja con número de espiguilla por espiga y número de granos por espiga, ancho de hoja con número de espigas por m² y número de granos por espiguilla, altura de planta con número de espiga por m², y longitud de espiga con número de espiguillas por espiga y número de granos por espiga.

Palabras clave: genotipos, indicadores morfológicos, indicadores agronómicos.

ABSTRACT

Wheat is a highly studied and valued crop for its global importance due to its usefulness for humanity in the fight against hunger. For this reason, plant breeders are concerned about obtaining improved cultivars that have high performance in different climatic conditions. The objective of the study was to know outstanding wheat genotypes in yield, using morphological and agronomic indicators. The research took place at the Canchán Production, Research and Experimentation Center, in an experimental plot of 399.84 m². The wheat genotypes evaluated were PITH 12, PITH 13, PITH 33, PITH 34, EEATH 1-122, EEATH 7-102 and the control variety Centenario. As a result, the wheat genotypes obtained significant statistical differences in the morphological and agronomic indicators. It is concluded that the morphological and agronomic indicators allowed to determine the PITH 12 and EEATH 1-122 genotypes as outstanding to the others in morphological and agronomic indicators. Plant height and leaf length of the PITH 12 genotype correlated with thousand grain weight and number of grains per spikelet. The EEATH 1-122 genotype expressed correlation in leaf length with spikelet number per spike and number of grains per spike, leaf width with number of spikes per m² and number of grains per spikelet, plant height with spike number per m², and spike length with number of spikelets per spike and number of grains per spike.

Keywords: genotypes, morphological indicators, agronomic indicators.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	xiii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1 Fundamentación del problema de investigación	15
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos	16
1.2.1 Problema general	16
1.2.2 Problemas específicos	16
1.3 Formulación de objetivo general y específicos	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 Justificación	17
1.5 Limitaciones	18
1.6 Formulación de hipótesis general y específicas	18
1.6.1 Hipótesis general	18
1.6.2 Hipótesis específicas	18
1.7 Definición teórica y operacionalización de variables	19
II. MARCO TEÓRICO	20

2.1	Antecedentes	20
2.1.1	Antecedentes internacionales	20
2.1.2	Antecedentes nacionales	23
2.1.3	Antecedente local	24
2.2	Bases teóricas	25
2.2.1	Cultivo de trigo.....	25
2.3	Bases conceptuales	44
2.3.1	Mejoramiento genético y selección de genotipos.	44
2.3.2	Rendimiento	44
2.3.3	Indicadores morfológicos	44
2.3.4	Indicadores agronómicos.....	45
2.4	Bases epistemológicas	45
III.	METODOLOGÍA.....	46
3.1	Ámbito	46
3.2	Población.....	47
3.3	Muestra	47
3.4	Nivel y tipo de estudio.....	47
3.4.1	Nivel de estudio.....	47
3.4.2	Tipo de estudio.....	47
3.5	Diseño de investigación.....	48
3.6	Métodos, técnicas e instrumentos	51
3.6.1	Método de investigación	51
3.6.2	Técnicas de recolección de información	53
3.6.3	Instrumentos de recolección de información	54
3.7	Procedimiento	54
3.8	Tabulación y análisis de datos	57

IV. RESULTADOS	58
4.1 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos.....	58
4.2 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos.....	62
4.3 Relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	67
V. DISCUSIÓN	69
5.1 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos.....	69
5.2 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos.....	70
5.3 Relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	71
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de la variable independiente y dependiente	19
Tabla 2.	Composición química del grano de trigo y de otros cereales	27
Tabla 3.	Composición vitamínica del grano de trigo (mg. kg ⁻¹ de peso seco)	27
Tabla 4.	Producción del trigo en toneladas en las diversas regiones del Perú, en la campaña 2018 – 2019	42
Tabla 5.	Rendimiento del trigo en kilogramos por hectárea, en las diversas regiones del Perú, en la campaña 2018 – 2019	43
Tabla 6.	Fuentes de variación y grados de libertad del DBCA	48
Tabla 7.	Factor, tratamientos y claves de la investigación	49
Tabla 8.	Estadístico y p(unilateral) de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks al 5% de significancia para los indicadores morfológicos y agronómicos	57
Tabla 9.	Estadísticos descriptivos de los indicadores morfológicos de los genotipos de trigo	58
Tabla 10.	Estadísticos descriptivos de los indicadores agronómicos de los genotipos de trigo	58
Tabla 11.	Análisis de varianza para los indicadores morfológicos	59
Tabla 12.	Genotipos de trigos sobresalientes en indicadores morfológicos	62
Tabla 13.	Análisis de varianza para los indicadores agronómicos	63
Tabla 14.	Genotipos de trigos sobresalientes en indicadores agronómicos	67

Tabla 15.	Coeficientes de Pearson y p-valor del análisis correlacional de los genotipos sobresalientes EEATH 1-122 y PITH 12 por indicadores morfológicos y agronómicos.	68
Tabla 16.	Matriz de consistencia	81
Tabla 17.	Promedio de longitud de hoja, expresado en centímetros	83
Tabla 18.	Promedio de ancho de hoja, expresado en centímetros	83
Tabla 19.	Promedio de altura de planta, expresado en centímetros	83
Tabla 20.	Promedio de longitud de espiga, expresado en centímetros	83
Tabla 21.	Promedio de peso del grano por m ² , expresado en gramos	84
Tabla 22.	Promedio del peso de mil granos, expresado en gramos	84
Tabla 23.	Promedio del número de espigas por m ²	84
Tabla 24.	Promedio de número de granos por espiga	84
Tabla 25.	Promedio de número de espiguillas por espiga	85
Tabla 26.	Promedio de número de granos por espiguilla	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Croquis del campo experimental	50
Figura 2.	Croquis de la unidad experimental	51
Figura 3.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador longitud de hoja	60
Figura 4.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador ancho de hoja	60
Figura 5.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador altura de planta	61
Figura 6.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador longitud de espiga	61
Figura 7.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de granos por espiguilla	64
Figura 8.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de espiguilla por espiga	64
Figura 9.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de granos por espiga	65
Figura 10.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de espigas m^2	65
Figura 11.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador peso de mil granos	66
Figura 12.	Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador peso de granos por m^2	66

Figura 13.	Muestreo de suelo para su análisis	86
Figura 14.	Pasada con rastra	86
Figura 15.	Surcado	87
Figura 16.	Demarcación del campo experimental	87
Figura 17.	Prueba de germinación	88
Figura 18.	Siembra	88
Figura 19.	Deshierbo	89
Figura 20.	Pesado de fertilizantes para su aplicación	89
Figura 21.	Medición de la longitud de hoja	90
Figura 22.	Medición del ancho de hoja	90
Figura 23.	Medición de la altura de planta	91
Figura 24.	Medida de longitud de espiga	91
Figura 25.	Conteo de granos	92
Figura 26.	Pesado de granos	92
Figura 27.	Conteo de número de espigas por m ²	93
Figura 28.	Conteo de número de granos por espiga	93
Figura 29.	Conteo de número de espiguillas por espiga	94
Figura 30.	Cosecha	94
Figura 31.	Trilla manual	95
Figura 32.	Campo experimental en floración	95
Figura 33.	Campo experimental en madurez comercial	96
Figura 34.	Supervisión del jurado	96

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum spp.*) es uno de los cereales más importantes e imprescindibles en la dieta de las personas gracias a sus propiedades nutricionales y la obtención de derivados. La producción mundial de trigo en el 2020 fue de 766.5 millones de toneladas, aumentando 4.8 toneladas en comparación al año anterior. Entre los principales productores a nivel mundial tenemos a Canadá, Australia, Estados Unidos y Rusia (FAO, 2021). La producción de trigo en Perú alcanzó 192 000 toneladas abarcando una superficie cultivada de 127 521 hectáreas, siendo las principales regiones productoras La Libertad con 61 444 toneladas en 29 726 has; Cajamarca con 28 791 toneladas en 27 551 has; Cusco con 17 262 toneladas en 9797 has; Ancash con 12 069 toneladas en 12 105 has; Piura con 11 331 toneladas en 11 208 has; Junín con 10 843 toneladas en 5 151 has; Ayacucho con 10 551 en 9 003 has; seguido de la región Huánuco, el cual alcanzó una producción de 10 534 toneladas en 8 268 has (MINAGRI, 2021).

En Perú, el trigo se produce principalmente bajo condiciones de secano, alcanzando un rendimiento promedio de 1 489 kilos por hectárea y en la región Huánuco un rendimiento promedio de 1 274 kilos por hectárea (MINAGRI 2021). Bajo condiciones de secano existen muchos factores que limitan el rendimiento del trigo; entre los que destaca la disposición de líneas adaptadas al estrés hídrico de las zonas andinas con buenos rendimientos. En este contexto se requiere generar variedades de gran estabilidad a diferentes condiciones ambientales, sin embargo, los recursos para formar variedades son limitados (Limaylla, 2017).

La identificación de genotipos sobresalientes en rendimiento es una estrategia importante en el mejoramiento genético y en la generación de tecnología (Balbuena *et al.* 2008). La identificación de genotipos sobresalientes se puede dar en base a diferentes indicadores; entre los que destaca los indicadores morfológicos y agronómicos por su simpleza y menor costo. Las características morfológicas de la planta son indicadores

importantes de productividad (Deneié *et al.* 2000) y los componentes agronómicos es la expresión final de muchos procesos fisiológicos individuales, quienes han interactuado con el clima y el ambiente durante el ciclo de crecimiento del cultivo (Reynolds *et al.* 2013).

La identificación de genotipos de alto rendimiento constituye una alternativa para la mejor productividad de los agricultores, posibilitando una mayor rentabilidad, demanda local y nacional del cultivo de trigo. El presente estudio titulado “Identificación de genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del valle Higueras, 2021” tiene el propósito de llevar a los agricultores los beneficios de los genotipos mejorados contribuyendo a la mejora dinámica de la producción de trigo en el Perú y en particular a la limitada economía de los agricultores de la región Huánuco.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación del problema de investigación

La baja productividad del trigo en la sierra y norte peruana, se debe a componentes bióticos y abióticos, razón por la cual, la investigación tecnológica está constantemente evaluando genotipos para conseguir variedades nuevas; con resistencia a las principales plagas y enfermedades, potencial elevado de rendimiento y calidad excelente de grano (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2017).

La selección de genotipos mediante indicadores morfológicos y agronómicos es recomendable debido a su simpleza y utilidad por los mejoradores en programas de mejoramiento. Estos indicadores permitirán seleccionar los genotipos que tienen un comportamiento sobresaliente para una zona determinada, lo que garantiza el éxito en la generación de variedades estables y altamente productivas en la región Huánuco.

Los programas de mejoramiento de trigo pretenden producir variedades con rendimientos estables y propician la interacción genotipo-ambiente, que permite alcanzar una productividad favorable y posibilite facilidad en el proceso de selección. En el rendimiento del trigo incumbe el número de espigas, número de granos por espiga y el peso del propio grano, donde un aumento en cualquiera de estos componentes beneficiara a un incremento del rendimiento (Buenrostro *et al.* 2022).

La evaluación de genotipos en diferentes ambientes es de importancia para la selección de genotipos sobresalientes en rendimiento. Se pretende sugerir a los agricultores su utilidad para una región establecida, para tal acción es sustancial valorar la estabilidad de producción mediante diversos ambientes, ya que, habitualmente las variedades evaluadas en experimentos multirregionales se comportan de manera diferencial en entornos distintos (Zamora *at al.* 2021).

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema general

- ¿Cuáles serán los genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del valle Higueras, 2021?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento se pueden determinar empleando indicadores morfológicos?
- ¿Qué genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento se pueden determinar empleando indicadores agronómicos?
- ¿Cuál es la relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento?

1.3 Formulación de objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo general

- Conocer genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del valle Higueras, 2021

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos
- Determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos
- Relacionar los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento

1.4 Justificación

Desde el “punto de vista práctico” radica en la identificación de genotipos de trigo sobresalientes con altos rendimientos, para poder recomendar a los agricultores la siembra de genotipos adecuados a las condiciones edafoclimáticas de la región Huánuco, de esta manera podrán mejorar sus rendimientos y la calidad del cereal cosechado.

Desde el “punto de vista económico”, el cultivo de trigo es muy rentable gracias a su aceptación en el campo de la industria, la demanda existente en el mercado nacional e internacional es creciente, por lo que se considera que el cultivo de genotipos sobresalientes contribuirá a la mejora del rendimiento y al aumento de la economía de la población peruana y por qué no decir huanuqueña.

Desde el “punto de vista social”, los productores de trigo y sus familiares obtendrán la posibilidad de mejorar sus condiciones de vida, aumentando sus condiciones económicas y generando fuentes laborales, ya que el trigo es materia prima elemental para la industria panificadora.

Desde el “punto de vista alimenticio” la desnutrición podría reducirse gracias a las propiedades nutricionales del trigo. 100 g de trigo contienen; 68 g de carbohidratos, 12.2 g de fibra, 15.40 g de proteína, 329 calorías; además contiene algunas vitaminas importantes como: Vitamina B-3 (5.7 mg), Vitamina B-9 (43 mg) y Vitamina A (9 mg) (Zúñiga, 2007).

Desde el “punto de vista tecnológico”, la identificación de genotipos sobresalientes en rendimiento es una estrategia importante en la generación de tecnología (Balbuena *et al.* 2008) con fines de mejoramiento de cultivos (fitomejoramiento). Los genotipos identificados repercutirán en la calidad del grano, haciéndolo más rentable y competitivo en el mercado local y nacional.

Desde el “punto de vista ambiental”, se promoverá la siembra de genotipos de alto rendimiento con el fin de aumentar la producción, evitando así el excesivo empleo de agroquímicos y fertilizantes sintéticos.

1.5 Limitaciones

El estado de emergencia a causa de la pandemia (Covid-19) dificultó el transporte, acceso a materiales de investigación y ambientes de trabajo; lo cual se superó con movilidad propia que facilitó el transporte, con la ayuda de los investigadores para la adquisición de materiales y cumpliendo los protocolos de bioseguridad para el ingreso al campo experimental y laboratorio.

1.6 Formulación de hipótesis general y específicas

1.6.1 Hipótesis general

- El empleo de indicadores morfológicos y agronómicos permitirá conocer genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobresalientes en rendimiento, en condiciones del valle Higueras, 2021

1.6.2 Hipótesis específicas

- El empleo de indicadores morfológicos permitirá determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento
- El empleo de indicadores agronómicos permitirá determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento
- La relación de los indicadores morfológicos y agronómicos permitirá determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento

1.7 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente y dependiente

Variables		Indicadores
Independiente	Genotipos	PITH 12 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		PITH 13 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		PITH 33 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		PITH 34 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		EEATH 1-122 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		EEATH 7-102 <i>(Desarrollado por el CIMMYT)</i>
		Centenario (Testigo) <i>(Desarrollado por la UNALM)</i>
Dependiente	Indicadores morfológicos	Longitud de hoja (cm)
		Ancho de hoja (cm)
		Altura de planta (cm)
		Longitud de espiga (cm)
	Indicadores agronómicos	Peso del grano (g) por m ²
		Peso de mil granos (g)
		Número de espiga por m ²
		Número de granos por espiga
		Número de espiguillas por espiga
		Número de granos por espiguilla
Interviniente	Condiciones edafoclimáticas	Clima
		Suelo

Fuente: Elaboración propia

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Balbuena *et al.* (2008) en su estudio titulado “Identificación de genotipos sobresalientes de trigo en el valle de Toluca, México” para la identificación de los genotipos sobresalientes en rendimiento de grano y componentes de rendimiento evaluó 20 genotipos de trigo del CIMMYT. El estudio se realizó con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en cuatro ambientes diferentes; dos localidades, en siembra con y sin riego en el valle de Toluca del Estado de México. La interacción GxE fue significativa, en las variables; días de floración, altura de planta, peso de 1 000 granos, peso hectolítrico de grano y rendimiento de grano. La mayor variabilidad explicó el; número de espigas por metro cuadrado, días a floración, peso de 1 000 granos, longitud de espiga, espiguilla por espiga y rendimiento de grano.

Deneié *et al.* (2000) en su estudio titulado “Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en cultivares y variedades locales de trigo en condiciones casi óptimas y de sequía” probaron 30 cultivares de trigo y 21 variedades locales en condiciones casi óptimas y de estrés por sequía. Evaluaron altura de planta, número de espiguillas estériles por espiga, espiguillas por espiga, número de granos por espiga, peso de granos por espiga, peso de 1 000 granos y rendimiento de grano. El número de granos por espiga, el peso de 1 000 granos y especialmente el rendimiento fueron más sensibles al estrés por sequía. La altura de la planta y el número de espiguillas por espiga en las variedades locales no defirieron bajo estrés por sequía en comparación con condiciones casi óptimas. El rendimiento promedio de los cultivares fue significativamente mejor que el rendimiento promedio de las variedades locales en condiciones casi óptimas y de estrés por sequía. En condiciones casi optimas no hubo asociación directa

significativa de los caracteres analizados con el rendimiento, a diferencia que, en condiciones de estrés por sequía, el número de granos por espiga tuvo un efecto directo positivo y significativo. En condiciones de estrés por sequía, el número de espiguillas estériles mostró un efecto negativo, mientras que el peso del grano por espiga tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento.

Rodríguez *et al.* (2004) en su investigación titulada “La interacción genotipo x ambiente en la caracterización de áreas temporales de producción de trigo” discrimino el rendimiento de siete variedades comerciales de trigo, en 50 ambientes diferentes y en 24 localidades de diez estados de México. El agrupamiento sin transformación de datos analizo los efectos del ambiente y el agrupamiento de datos, análisis AMMI y análisis SREG originaron tres grupos de ambientes por la producción de resultados similares. La investigación evidencio que la clasificación de trigo en base a su rendimiento puede ser; rendimientos favorables con 4 500 kg por ha ,rendimientos intermedios de 3 000 a 4 500 kg por ha y rendimientos desfavorables con 3 000 kg por ha. Se reconocieron dos patrones de adaptación; la asociación de altos rendimientos con la interacción genotipo x ambiente y la respuesta de ambientes favorables por los efectos positivos de la interacción GxE.

Tambussi *et al.* (2005) en su investigación titulado “Mazorca de trigo duro bajo estrés hídrico; relaciones hídricas y metabolismo fotosintético” estudiaron las características fotosintéticas de la mazorca y la hoja bandera de trigo bien regado (WW) y con estrés hídrico (WS) en condiciones de invernadero y de campo mediterráneo. Para estudiar la respuesta de la mazorca y la hoja bandera al CO₂ y O₂ durante la fotosíntesis usaron mediciones de intercambio de gases simultáneamente con fluorescencia de clorofila. Evaluaron la sensibilidad de la tasa fotosintética y el transporte de electrones al oxígeno. Midieron los patrones diarios de conductancia estomática, CO₂ y evaluaron la presencia del metabolismo CAM. Estudiaron la distribución histológica de la proteína Rubisco en las partes de la orejona del trigo mediante localización inmunocitoquímica. En la mazorca y la hoja bandera también midieron el contenido relativo de agua (RMC) y el ajuste

osmótico (potencial osmótico en plena turgencia). La sensibilidad al oxígeno de la tasa de asimilación, el transporte de electrones, la deficiencia de compartimentación de Rubisco en los tejidos del mesófilo y el intercambio de gases en la noche indicaron que ni el C4, ni el metabolismo CAM ocurre en la mazorca de las plantas WW o WS. La actividad fotosintética de la hoja bandera se vio más afectada por las condiciones de WS que la de la mazorca. La sensibilidad menor en estrés hídrico de la mazorca en comparación con la hoja bandera se vinculó con un RWC más alto y un ajuste osmótico en las brácteas y aristas de la mazorca. Demostraron que el mejor desempeño de la mazorca bajo estrés hídrico, en comparación con la hoja bandera no está relacionado con la fotosíntesis C4 o CAM, sino la tolerancia a la sequía de la mazorca se explica por su mayor RWC en sequía.

Maydup *et al.* (2013) en su estudio titulado “Contribución de la fotosíntesis de la espiga al rendimiento de trigo pan (*Triticum aestivum*) en condiciones limitadas por la disponibilidad de asimilados post-antesis” estudiaron la contribución de la espiga al grano mediante aproximaciones experimentales diferentes, analizaron si la mejora empírica ha cambiado la contribución de la fotosíntesis de la espiga al llenado de granos y estudiaron la actividad fotosintética durante el llenado de grano en la hoja bandera, en el cuerpo de la espiga y en las aristas. Concluyeron que al llenado de grano; las partes de la espiga tienen mayor actividad fotosintética que la hoja bandera; las aristas tienen efecto lentamente favorable sobre la temperatura de la espiga durante la mañana; las aristas tienen tolerancia al déficit hídrico, manteniendo un contenido relativo de agua mayor que la hoja bandera bajo sequía; el tamaño de las aristas y la contribución de la espiga durante el llenado de grano tuvieron correlación positiva; el análisis retrospectivo de los cultivares de trigo pan no encontraron tendencia a lo largo de la mejora del tamaño de las aristas, ni de la contribución de las aristas durante el llenado de granos.

Rizza *et al.* (2004) en su investigación titulado “Uso de un índice de estrés hídrico para identificar genotipos de cebada adaptados a condiciones de secano y riego” estudio la diversidad del desempeño del rendimiento en

condiciones de secano e irrigación en 89 genotipos de cebada de diferente origen, hábito de crecimiento y año de lanzamiento. Para cada ensayo calcularon un índice hídrico (WSI) sobre la base de la evapotranspiración potencial real diaria en la temporada de crecimiento por el método de Thornthwaite. El WSI explicó la mayor parte de la variación en el rendimiento entre años y tratamientos. Usando la regresión de rendimiento vs. WSI examinaron el comportamiento de un genotipo dado a través de los ensayos. Identificaron cultivares que mostraron alto potencial de rendimiento y mínima interacción genotipo x ambiente (GE). Caracterizaron por alta pendiente la regresión de rendimiento frente a WSI y dentro del rango de estrés hídrico el potencial de alto rendimiento desempeñó un papel importante. Concluyeron que una selección basada en la disminución mínima del rendimiento bajo estrés con respecto a condiciones favorables no logró identificar a los mejores genotipos altos en rendimiento.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Magdalena, M y Chuquicahua, M. (2018) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación del comportamiento de 41 líneas genéticas y un testigo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el distrito de Cutervo – Región Cajamarca” estudio 42 líneas genéticas de trigo bajo condiciones del distrito de Cutervo. Los genotipos FAG-47-UNPRGLAM y FAG-50-UNPRGLAM registraron los rendimientos más altos, con 4 077.66 y 4 035.55 kg/ha; por otro lado, los genotipos FAG-14-UNPRGLAM, FAG-17-UNPRGLAM, ANDINO (T), FAG-53-UNPRGLAM, FAG-25-UNPRGLAM y FAG-32-UNPRGLAM alcanzaron los menores rendimientos de grano, con 2 711.66, 2 86.66, 2 602.22, 2 544.44, 2 313.79 y 2 189.99 kg/ha; los genotipos FAG-46, FAG-20, FAG-9 y FAG-55 registraron los valores mayores con 553.00, 550.367, 550.67 y 541.67 espigas/m² y los genotipos FAG-2, FAG-28, FAG-31 Y FAG-53 obtuvieron menor capacidad para formar espigas, con 366.33, 346.66, 339.67, 308.67 y 279.67 espigas por metro cuadrado. Las variables más importantes resultaron el número de espigas por metro cuadrado, peso de mil granos, longitud de espiga y rendimiento de grano.

Yana (2018) en su investigación titulada “Identificación de genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *aestivum*) tolerantes a sequía empleando indicadores morfológicos y fisiológicos” identificó cultivares de trigo harinero con alto potencial de rendimiento y tolerantes a sequía. El rendimiento de los genotipos tolerantes a sequía estuvo muy relacionado con la biomasa aérea y con el área foliar de la planta, el rendimiento de los genotipos no presentó correlación con la longitud y peso seco de la raíz y las variables de número de espigas por metro cuadrado e índice de cosecha, fueron indicadores importantes para la selección de genotipos con diversos grados de tolerancia a la sequía. Los genotipos precoces en tratamientos de sequía obtuvieron mayor peso de grano, los genotipos con la capacidad de acumulación de prolina libre y nitrato reductosa, resultaron tolerantes a condiciones de sequía y el rendimiento de genotipos tolerantes no mostraron relación significativa con el contenido de clorofila SPAD y potencial osmótico.

2.1.3 Antecedente local

Limaylla (2017) realizó un estudio titulado “Ensayo de identificación, adaptación y eficiencia de 10 genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en condiciones de Huánuco”, con el objetivo de conocer la estabilidad del rendimiento de diez genotipos de trigo en las localidades de Chaulán, Ambo, Canchán, Llata y Jivia de la región Huánuco. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para la interacción GxE. La localidad de Chaulán fue el ambiente más destacado para la expresión del rendimiento de los genotipos, mientras que la localidad de Jivia fue el ambiente menos destacado. Los genotipos ALTAR 84 / AEGILOPS SQUARROSA (TAUS), CHEN / AE. Q // 2* OPATA / 3 / BABAX / 4 / JARU y WORROCATTA / 2* PASTOR destacaron por presentar rendimientos cercanos a los 3 000 kg/ha, mientras que el testigo CENTENARIO – UNALM con un rendimiento de 2 835 kg/ha mostró estabilidad y consistencia, constituyéndose un buen indicador de rendimiento en diversas localidades.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cultivo de trigo

a) Origen y distribución

El trigo es cultivado desde el comienzo de la agricultura, aunque se desconoce con exactitud dónde y cuándo se originó. Los estudios de Candolle indican que el trigo es originario de Mesopotamia, Vavilov sostiene que las especies del género *Triticum* tuvieron su centro de diferenciación en Turquía, Afganistán y la India, mientras otras investigaciones de años recientes mencionan que el trigo tuvo su origen entre Asia menor y Afganistán (Moreno *et al.* 2001).

Según Moneo (2004), el trigo es un cereal adaptado a cualquier tipo de condición climática, por lo cual, su producción se encuentra repartida en casi todos los continentes. Barragán (2012) menciona que el trigo se cultiva en todo el mundo, desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador, las altitudes varían desde el nivel del mar a los 3 050 m en Kenya y 4 572 m en el Tíbet. Sin embargo, la mayor parte se siembra y produce entre los 25° y 55° de latitud norte y entre los 25° y 45° de latitud sur (Abadía *et al.* 2017).

b) Taxonomía

Jara (1993) señala que la clasificación taxonómica del trigo es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Sub familia: Pooideae

Tribu: Triticeae

Género: *Triticum*

c) Importancia

En la actualidad el trigo es el cultivo más extendido en el planeta logrando una superficie de 219 millones de hectárea (ha) por año, seguido por el cultivo de maíz (177 millones ha), el cultivo de arroz (162 millones ha) y el cultivo de soja (108 millones de ha); estas cuatro especies cubren el 50% de la superficie cosechada a nivel mundial. Desde el punto de vista productivo, el trigo ocupa el cuarto lugar, luego de la caña de azúcar, del maíz y del arroz con cáscara (Abadía *et al.* 2017).

A pesar de tener menor tolerancia al anegamiento que el arroz, menor tolerancia a la salinidad que la cebada y menor tolerancia a la sequía que el centeno, el trigo se ha difundido más que estos cereales como alimento humano. Las características ecológicas de este cultivo favorecieron su difusión y sus características de grano lo hacen máspreciado que otras especies vegetales (Abadía *et al.* 2017).

d) Valor nutritivo

Moreno *et al.* (2001) señala que el contenido de nutrientes del grano de trigo ha sido objeto de estudios en los últimos años, por lo que se ha reconocido su importancia como fuente proteica y su ventaja en comparación a la mayoría de cereales, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química del grano de trigo y de otros cereales

Cereales	Proteína (g)	Grasa (g)	Minerales (g)	Fibra bruta (g)	Carbohidratos solubles (g)
Trigo	12.5	2.2	1.9	2.8	78.6
Cebada	11.8	1.8	3.1	5.3	78.1
Maíz	10.0	4.5	2.0	3.5	80.0
*Sorgo	12.4	3.6	1.7	2.7	79.7
Arroz	11.0	2.7	1.8	1.2	83.2
Centeno	13.4	1.8	2.1	2.6	80.1

Fuente: Adaptado de Moreno *et al.* 2001

Además, el trigo presenta alto contenido vitamínico. En la tabla 3 se detalla la distribución de las vitaminas del complejo B en grano entero del cultivo de trigo, que constituye la causa diferencial de su consideración para la molturación de los procesos industriales (Moreno *et al.* 2001).

Tabla 3. Composición vitamínica del grano de trigo (mg. kg⁻¹ de peso seco)

Tiamina	Riboflavina	Ácido pantoténico	Niacina	Piridoxina	Colina	Ácido fólico	Biotina
3.9	1.2	10	50	4.5	1.1	0.5	0.1

Fuente: Adaptado de Moreno *et al.* 2001

e) Características morfológicas

1. Raíz

Según Bell *et al.* (2020) el trigo produce raíces seminales y nodales. Las raíces seminales se forman en la semilla y las raíces nodales se forman más bajo que los nudos, las raíces nodales también están asociados con macollamiento de la planta y cada vez adquieren mayor importancia conforme las plantas adquieran mayor desarrollo.

Martínez y Muro (2020) indican que las raíces que permanecen en la planta son las que nacieron cuando la planta ya había emergido del suelo, ya que las raíces seminales son temporales. El trigo presenta raíces fasciculadas que se encuentran en los primeros 25cm del suelo y la densidad varía según la variedad y condiciones climáticas.

2. Tallo

El trigo presenta tallos rectos de tipo herbáceo y cilíndrico. Es hueco, excepto a nivel de los nudos y termina en una espiga, generalmente el número de nudos en el tallo principal es de 6 a 7 nudos y su longitud varia de 60 a 120 cm dependiendo principalmente del cultivar, de la fertilidad del suelo y de la fecha de siembra (Bell *et al.* 2020).

3. Hoja

El trigo tiene hojas alargadas rectas, paralelinervadas y terminadas en punta, cada planta tiene de 4 a 6 hojas con una longitud de 15 a 25 cm. En cada nudo de la planta nace una hoja que se compone de vaina y limbo, entre estas partes laterales nacen unas prolongaciones denominadas aurículas (Martínez y Muro, 2020).

4. Inflorescencia

Las espigas están compuestas por 15 a 25 espiguillas que se encuentran distribuidas alternadamente de derecha a izquierda en torno a un raquis, cada una de las espiguillas presentan dos brácteas apodadas glumas y contiene de tres a cinco antecios (casilla formada por dos brácteas) dispuestos sobre una raquilla (Martínez y Muro, 2020).

5. Flor

Con tres estambres y dos estigmas plumosos que nacen del ovario, componen cada una de las flores del trigo, en la base de la flor se encuentran las lodículas (pieza bracteiforme, reducida y delicada en las flores), que se encuentran protegidas por dos brácteas del antecio. El trigo es una planta

autógama porque la fecundación de la flor se produce antes que su apertura (Martínez y Muro, 2020).

6. Grano

El grano del trigo es de forma ovoide con ranuras en la parte ventral, protegido por el pericarpio, el resto del grano está constituido por el endospermo, que contiene las sustancias de reserva y la que constituyen la masa principal del grano. El pericarpio es la envoltura de la semilla que está compuesta por varias capas; su estructura se divide en epicarpio, mesocarpio y endocarpio, su función es proteger al grano contra agentes bióticos externos e impedir la pérdida de humedad (Martínez y Muro, 2020).

f) Hábitos de crecimiento

De acuerdo con Moreno *et al.* (2001), el trigo presenta tres hábitos de crecimiento; hábito invernal, hábito primaveral y hábito facultativo.

1. Hábito invernal

La siembra se da en otoño; las plántulas emergen y macollan antes del invierno, es por ello que pasan por una fase de inactividad durante el periodo frío; las plántulas retoman su crecimiento en primavera y maduran en verano después de 11 meses. Los trigos de invierno requieren de un periodo de vernalización de 1 a 5°C durante por lo menos una semana para cambiar de la fase vegetativa a la reproductiva.

2. Hábito primaveral

Los trigos de primavera crecen de manera continua de 3 a 6 meses; sin una etapa de inactividad, logran sobrevivir en bajas temperaturas. En regiones donde no se presentan inviernos severos los trigos de hábito invernal se siembran en primavera después de la última helada, en áreas con clima mediterráneo se siembran en otoño y crecen durante el periodo de invierno que cuentan moderadas temperaturas.

3. Hábito facultativo

Trigos de hábito facultativo tienen una tolerancia media a los fríos de invierno y a la primavera. No obstante, a diferencia de los trigos de invierno no necesitan de la vernalización para florecer.

Moreno *et al.* (2001) sostiene que el 40% de trigo del área mundial sembrada corresponde a trigos de hábito invernal, mientras que los trigos de hábito primaveral ocupan el 57% del área triguera y los trigos de hábito facultativo ocupan el 3% de la superficie mundial sembrada.

g) Fases fenológicas y etapas de desarrollo

De acuerdo con Yzara y López (2011), las fases fenológicas del trigo son las siguientes.

1. Emergencia

Se aprecia una o dos hojas de la planta sobre la superficie del suelo.

2. Tercera hoja

Se aprecia la tercera hoja en la planta.

3. Macollaje

En la axila de la hoja más baja aparece el primer macollo (nuevo tallo)

4. Encañado

En el tallo principal de la planta es visible el primer nudo

5. Espiga

Las espigas comienzan a salir de la vaina foliar de la hoja bandera.

6. Floración

Se da la apertura de las flores, apreciándose el estambre.

7. Maduración lechosa

Al presionar el grano se aprecia un líquido lechoso

8. Maduración pastosa

Al presionar el grano se aprecia una consistencia pastosa

9. Maduración cornea

Al presionar el grano no se puede cortar con las uñas

h) Condiciones climáticas requeridas

1. Temperatura

Jara (1993) sostiene que la temperatura incide en los diferentes estadios del cultivo.

- Germinación

La temperatura óptima de germinación oscila de 20°C a 25°C. Sin embargo, el trigo puede germinar de 1°C a 35°C, a temperaturas más altas, el endospermo puede descomponerse por la acción de hongos y bacterias.

- Macollaje y encañado

Las temperaturas entre 18°C a 22°C estimulan a un crecimiento óptimo de la planta. A mayor temperatura de 22°C a 42°C, disminuye en números de macollos, y la longitud de raíz, la altura de planta y la coloración de la hoja. En los efectos adversos del calor se puede apreciar una disminución de la respiración, debido a una marcada reducción de las reservas de la planta.

- Espigado y maduración

Las temperaturas de 22°C al momento de cosecha facilitan la obtención de materia seca. En la etapa de espigado las temperaturas bajas producen esterilidad, porque los óvulos no se fecundan por falta de apertura de los estambres. Aún en ausencia de heladas las espigas vanas pueden observarse, cuando las temperaturas frecuentes durante el periodo de fecundación son menores a 15°C.

Cuando se presenta temperaturas bajas y heladas en el periodo de fecundación a grano pastoso, causan plasmólisis, obteniéndose granos arrugados, reduciéndose el rendimiento y la capacidad germinativa. Las temperaturas altas afectarían la calidad proteica, durante la etapa del espigado a maduración de los granos.

2. Luz

Según Jara (1983), la intensidad y duración de la luz puede afectar al normal desarrollo del trigo dependiendo de la variedad y en las condiciones en las que se encuentra. La luz es un factor importante en algunas variedades sensibles al fotoperiodo, ya que el cambio de estado del vegetativo al reproductivo depende de la luz. Los días cortos aumentan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de inflorescencia.

De acuerdo con Jara (1983), en las flores cercanas al periodo de fecundación las bajas intensidades de luz, pueden reducir el número de flores por espiga y si en este periodo la luminosidad se da posterior a la fecundación, puede afectar al peso de los granos.

3. Agua

El abastecimiento de agua en el trigo puede ser por dos vías: por precipitación (secano) y a través de riego (por gravedad o goteo), siendo el primero común en la sierra peruana. La precipitación óptima oscila de 600 a 800 mm distribuidos durante todo el ciclo del cultivo, durante los últimos meses antes a la cosecha se tiene que tener precipitaciones de 80 a 150 mm (Jara, 1993).

El cultivo a medida que avanza hacia la floración, aumenta el consumo de agua, debido a la mayor biomasa aérea que presenta, a diferencia que, en el llenado de grano, donde el consumo de agua disminuye progresivamente, ya que disminuye el área foliar (Jara, 1993).

Por otro lado, el exceso de agua durante el periodo de crecimiento causa problemas de encharcamiento del suelo, esto a su vez origina temperaturas bajas que interfieren con la aireación y nitrificación, que traen consigo clorosis o muerte de plantas por asfixia. Si la alta humedad atmosférica es acompañada con la humedad del suelo, puede favorecer el desarrollo de enfermedades (Jara, 1993).

i) Condiciones edáficas requeridas

El trigo puede cultivarse en diversos tipos de suelos, sin embargo, su mejor producción se da en suelos francos o franco arcillo arenosos, con alta cantidad de materia orgánica y con buena retención de humedad. La siembra es recomendable en suelos con pH de 7-8 (Jara, 1993).

j) Principales plagas

Bell *et al.* (2019) refiere que las plagas comunes que afectan al cultivo de trigo son:

1. Áfidos (diversas especies)

- Síntomas

Los áfidos conocidos comúnmente, como pulgones; son insectos succionadores de pequeño tamaño (mm) que en cantidades abundantes causan amarillamiento e incluso muerte prematura de las hojas. *Schizaphis graminum* provoca la aparición de una coloración purpúrea, enrollamiento de hojas y en ocasiones áreas necróticas en la hoja y *Diuraphis noxia* produce enrollamiento, crecimiento postrado de hojas y espigas estériles.

- Ciclo vital

Los áfidos pueden ser alados o ápteros con reproducción sexual y asexual. Las hembras de casi todas las especies presentan reproducción de forma asexual, es decir, sin ser fecundados pueden originar ninfas.

- Huéspedes y distribución

Las principales especies encontradas en cereales de todo el mundo son: *Rhopalosiphum padi*, *Rhopalosiphum maidis*, *Sitobion avenae*, *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum* y *Diuraphis noxia*.

- Importancia

Grandes cantidades de esta plaga, causan daños severos en las hojas cuando se alimentan, además pueden actuar como transmisores del virus del enanismo amarillo.

2. Escarabajo de la hoja (*Oulema melanona*)

- Síntomas

Los escarabajos adultos miden de 4 a 5 mm, presentan cabeza negra, tórax de color café claro y alas brillantes de color verde azulado. Las larvas son de color amarillo opaco, a medida que desarrollan adquiere un tono negruzco por la acumulación de materia fecal en el lomo. Como consecuencia de la alimentación de las larvas y los escarabajos adultos, es notable la presencia de rayas longitudinales a lo largo de las hojas del cultivo.

- Ciclo vital

Los adultos ponen huevos de color amarillo en cadena y los cubren con una película pegajosa que los mantiene atados a su sitio, las pupas empupan en el suelo y los adultos pasan la estación de invierno en residuos de rastrojo sobre la superficie del suelo, en vainas foliares y bajo cortezas de árboles cercana al campo de cultivo.

- Huéspedes y distribución

Los cereales sembrados en otoño resultan perjudicados debido a la actividad de los escarabajos de la hoja. Los trigos que tienen hojas velludas resultan menos afectados en comparación con las hojas que no tienen vellos.

- Importancia

En los trigos de invierno y primavera sembrados en otoño puede producir pérdidas considerables en el rendimiento. Hay evidencias que los escarabajos de la hoja en infestaciones naturales disminuyen el rendimiento entre el 14 y 25%.

3. Gallinas ciegas (diversas especies)

- Síntomas

Estos insectos se caracterizan por cortar parcial o en su totalidad las raíces principales y secundarias de las plantas, provocando el marchitamiento de las plantas huéspedes; síntomas que podrían atribuirse a la pudrición de raíz. Observándose lotes afectados, es preciso examinar el suelo para detectar las larvas en forma típica de "C", las cuales se conocen comúnmente como "gallinas ciegas".

- Ciclo vital

Las gallinas ciegas son larvas de escarabajos, estos depositan sus huevecillos en el suelo y al eclosionar las larvas se alimenta de las raíces. La duración del estado larval varía de una especie a otra, algunas pueden vivir hasta tres años, convirtiéndose en las larvas más dañinas por su permanencia en el suelo.

- Huéspedes y distribución

Las gallinas ciegas pueden atacar al trigo y otras especies vegetales en todas partes del mundo. Sin embargo, los mayores daños se observan cuando se siembra el cultivo en terrenos infestados.

- Importancia

Las raíces de las plantas que no son atacadas en su totalidad, logran sobrevivir, sufriendo enanismo y no logran producir espigas, ocasionando disminución en el rendimiento.

k) Principales enfermedades

De acuerdo con Bell *et al.* (2019), las principales enfermedades que atacan al cultivo de trigo son:

1. Roya de la hoja (*Puccinia recóndita*)

- Síntomas

Presencia de pústulas de forma circular o elíptica, en comparación con la roya del tallo son más pequeñas, su color varía de anaranjado a café. Sus sitios de infección se concentran en el anverso de las hojas y vainas.

- Desarrollo

Las primeras infecciones suelen ser leves, producidas por urodosporas que son transportadas por el viento. Ante la existencia de humedad libre con temperaturas próximas a los 20°C, la enfermedad avanza con rapidez. Es común observar masas de teliosporas negras a medida que las plantas maduran o cuando las condiciones ambientales no son favorables.

- Huéspedes y distribución

La roya de la hoja ataca al trigo y muchas otras gramíneas. Esta enfermedad se presenta en cualquier lugar donde se cultivan gramíneas con clima templado. Otros huéspedes pueden ser las spp. *Isopryum*, *Anemonella*, *Thalictrum* y *Anchusa*.

- Importancia

La disminución significativa del rendimiento se debe a infecciones tempranas graves; esto provoca la reducción del número de granos por espiga, número de espigas por planta, la calidad de granos, etc.

2. Septoriosis (*Septoria tritici*)

- Síntomas

Son de forma irregular, los sitios de infección inicial presentan manchas y lesiones cloróticas alargadas u ovaladas. Las lesiones de la mancha causada por *Septoria* tienden a ser lineales; a medida que los sitios de infección se expanden, los centros de lesiones se vuelven pálidos, de color rojizo y ligeramente necróticos. Una infección leve produce lesiones dispersas, mientras que una lesión severa alcanza a matar hojas, espigas e incluso a toda la planta.

- Desarrollo

Las infecciones iniciales se presentan ubicadas en las hojas inferiores, pasando a las hojas superiores y las espigas si las condiciones ambientales son favorables para su propagación. Temperaturas de 10 - 15°C, clima húmedo y cielos nublados son favorables para el desarrollo de esta enfermedad.

- Huéspedes y distribución

Esta enfermedad ataca principalmente al trigo, pero hay otros cereales que también son susceptibles. Ataca frecuentemente en zonas templadas, donde predomina un clima fresco y húmedo.

- Importancia

Las infecciones logran llegar a ser graves antes de la cosecha a causa de las pérdidas considerables de las semillas marchitas y de la disminución del peso hectolítrico.

3. Manchas amarillas (*Pyrennophora tritici-repentis*)

- Síntomas

Al inicio se observa lesiones en forma de “peca”, que se extienden en manchas bronceadas irregulares, con bordes cloróticos o amarillentos. Manchitas de color café oscuro o negro en el centro de la lesión es una característica de la enfermedad, conforme avanza la infección, mueren partes de la planta e incluso toda la planta.

- Desarrollo

Los restos de cultivos enfermos y gramíneas huéspedes provocan la infección inicial. Generalmente se infectan primero las hojas inferiores, seguido por las posteriores y por último las vainas foliares. Es común encontrar la mancha bronceada en diferentes condiciones climáticas y es favorecida por periodos largos de rocío y lluvia.

- Huéspedes y distribución

La mancha bronceada ataca fundamentalmente al trigo, mientras que la cebada y el centeno afectados son con menor frecuencia. Esta enfermedad comúnmente se sitúa en zonas templadas donde se cultiva el trigo.

- Importancia

Infecciones severas causa la muerte prematura de las hojas y, por ende, reducción del rendimiento, al disminuir el peso hectolítrico y arrugarse los granos. La labranza mínima o cero labranzas son factores que influyen a que la mancha amarillenta adquiera mayor importancia dentro de las enfermedades del trigo.

4. Roña (*Fusarium spp.*)

- Síntomas

Las glumas exteriores de las florecillas infectadas se oscurecen y se tornan aceitosas. Las espigas tienen un color rosado brillante por la producción de las conidiósporas en los esporodocios y los granos afectados se cubren totalmente por micelios blancos.

- Desarrollo

Los climas cálidos, húmedos y temperaturas de 10 a 28°C favorecen la infección durante la formación de la espiga y después de ella. Producida la primera infección, la enfermedad se transmite de una florecilla a otra a través del desarrollo de micelios en la estructura de la espiga.

- Huéspedes y distribución

La roña puede atacar a todos los cereales de grano pequeño. Las especies de *Fusarium* se pueden encontrar en casi todos los suelos y en restos de cultivo de la campaña anterior.

- Importancia

Infecciones severas pueden causar disminución del 50% de rendimiento y una considerable reducción en la cantidad y calidad de grano, los granos de procedencia de espigas enfermas presentan arrugamiento.

I) Manejo agronómico

Según el INIA (2013), el manejo agronómico del trigo consiste en:

1. Preparación de terreno

La preparación del terreno se puede dar de dos formas, con yunta o con maquinaria agrícola. La preparación con yunta consiste en arar el suelo 2 o 3 meses antes de la siembra, permitiendo la mineralización de nutrientes, control de malezas, retención de la humedad y muerte de larvas de insectos plagas. La preparación con tractor agrícola se da principalmente en la costa; donde sus condiciones topográficas facilitan el roturado, rastra, nivelado y surcado del terreno.

2. Siembra

La época ideal de la siembra se da en los meses de octubre a noviembre, por la mayor presencia de lluvias; la precocidad depende de la

variedad y teniendo en consideración la adaptación del cultivo desde los 2 500 a 3 700 msnm. Recomendando una densidad de siembra de 120 – 160 kg/ha, dependiendo esta de la capacidad de Macollamiento de la variedad y de la viabilidad de la semilla. Existen dos sistemas de siembra al voleo y en líneas; para la buena germinación, emergencia y desarrollo del cultivo, las semillas deben distribuirse uniformemente, ya sea al voleo o en líneas dependiendo de la habilidad del sembrador.

3. Fertilización

El análisis del suelo y la rotación de cultivos son factores importantes que determinan la cantidad de fertilizante que requiere el cultivo. Se recomienda una fórmula de 100 – 80 - 40 de N, P₂O₅ y K₂O. La aplicación del fertilizante se da en dosis fraccionadas, el 50% del nitrógeno, todo el fósforo y potasio al momento de la siembra y el 50% del nitrógeno restante al momento del macollaje cuando el suelo se encuentra húmedo y desmalezado.

4. Control de malezas

La buena preparación del terreno y la rotación de cultivos disminuye la población de malezas. El deshierbo debe realizarse en las primeras etapas del desarrollo del cultivo y antes del macollamiento para evitar competencia en la asimilación de nutrientes, humedad y luz.

5. Purificación

Consiste en eliminar las plantas atípicas en pleno espigado, es decir aquellas que no corresponden a la variedad deseada, con la finalidad de mantener la pureza varietal del cultivo.

6. Cosecha

En la sierra central del Perú la cosecha se debería realizar después que las plantas hayan cumplido su madurez fisiológica, teniendo en cuenta que no se realiza en este estadio porque los tallos contienen humedad que dificulta el corte. Es así que la cosecha se decide en función a la humedad del grano

que debe oscilar de 15 a 20%. La cosecha se puede realizar con hoces o segadoras (maquinaria cosechadora), para su posterior secado.

7. Trilla

Cuando los tallos están secos y el grano contiene 12% de humedad aproximadamente se realiza la trilla realizando esta con la ayuda de animales, trilladoras estacionales o trilladora combinada.

8. Almacenamiento

Los granos deben quedar limpios después de la trilla, libres de semillas de malezas y restos de paja. Posterior a ello los granos se almacenan cuando contienen 10% de humedad, depositándolos en costales o cilindros, para su almacenamiento en lugares libres de humedad y con buena ventilación.

m) Producción

Con base en la FAO (2021), los principales países productores de trigo en el mundo son Canadá, Australia, Estados Unidos y Rusia. La producción del trigo en el 2020 alcanzó 766.5 millones de toneladas, aumentando 4.8 toneladas en comparación con el año 2019.

En la campaña 2018 – 2019 en el Perú, la región de La Libertad alcanzó una producción de 61 444 t; seguido por las regiones de Cajamarca, Cuzco, Ancash, Piura y Junín con una producción de 28 791, 17 262, 12 069, 11 331 y 10 843 respectivamente (MINAGRI, 2021).

En el Perú el cultivo de trigo alcanza un rendimiento promedio por hectárea de 1 400 kilos aproximadamente; siendo las principales regiones con rendimientos altos Arequipa, Lima, Tacna, La Libertad y Junín con 6 915, 4 519, 2 071, 2 067 y 2 105 kilos por hectárea (MINAGRI, 2021).

Tabla 4. Producción del trigo en toneladas en las diversas regiones del Perú, en la campaña 2018 – 2019

Departamentos	Campaña	Producción (t)
Amazonas	2018 – 2019	415
Ancash	2018 – 2019	12 069
Apurímac	2018 – 2019	8 671
Arequipa	2018 – 2019	9 183
Ayacucho	2018 – 2019	10 551
Cajamarca	2018 – 2019	28 791
Cusco	2018 – 2019	17 262
Huancavelica	2018 – 2019	7 255
Huánuco	2018 – 2019	10 534
Ica	2018 – 2019	145
Junín	2018 – 2019	10 843
La Libertad	2018 – 2019	61 444
Lambayeque	2018 – 2019	1 490
Lima	2018 – 2019	98
Loreto	2018 – 2019	0
Madre De Dios	2018 – 2019	0
Moquegua	2018 – 2019	107
Pasco	2018 – 2019	290
Piura	2018 – 2019	11 331
Puno	2018 – 2019	1 492
San Martín	2018 – 2019	0
Tacna	2018 – 2019	29
Tumbes	2018 – 2019	0
Ucayali	2018 – 2019	0

Fuente: Elaborado con base en MINAGRI

Tabla 5. Rendimiento del trigo en kilogramos por hectárea, en las diversas regiones del Perú, en la campaña 2018 – 2019

Departamentos	Campaña	Rendimiento (kg/ha)
Amazonas	2018 – 2019	989
Ancash	2018 – 2019	997
Apurímac	2018 – 2019	1 815
Arequipa	2018 – 2019	6 915
Ayacucho	2018 – 2019	1 172
Cajamarca	2018 – 2019	1 045
Cusco	2018 – 2019	1 762
Huancavelica	2018 – 2019	1 551
Huánuco	2018 – 2019	1 274
Ica	2018 – 2019	1 899
Junín	2018 – 2019	2 105
La Libertad	2018 – 2019	2 067
Lambayeque	2018 – 2019	861
Lima	2018 – 2019	4 519
Loreto	2018 – 2019	0
Madre De Dios	2018 – 2019	0
Moquegua	2018 – 2019	1 126
Pasco	2018 – 2019	1 459
Piura	2018 – 2019	1 011
Puno	2018 – 2019	1 087
San Martín	2018 – 2019	0
Tacna	2018 – 2019	2 071
Tumbes	2018 – 2019	0
Ucayali	2018 - 2019	0

Fuente: Elaborado con base en MINAGRI

2.3 Bases conceptuales

2.3.1 Mejoramiento genético y selección de genotipos

Según Márquez (2014), la obtención de variedades mejoradas de alta estabilidad con resistencia a enfermedades, alto rendimiento y calidad, es la manera más eficiente de mejorar la productividad del cultivo de trigo. Para la obtención de variedades mejoradas, se debe considerar la importancia del medio ambiente y la interacción genotipo por ambiente (GxE) en la expresión de un fenotipo para la selección y estabilidad de los atributos de interés (Campuzano *et al.* 2015).

2.3.2 Rendimiento

Es el objetivo más importante del mejoramiento genético, el aumento deseado del rendimiento está relacionado con los factores abióticos y bióticos (Felizia, 2020). Reynolds *et al.* (2010) sostiene que los esfuerzos por parte de los investigadores se han centrado en las últimas décadas en aumentar la resistencia de genotipos a enfermedades y al estrés abiótico.

2.3.3 Indicadores morfológicos

Las variables como longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta, longitud de espiga, longitud de arista, entre otras variables, pueden estar relacionados con la producción (Rizza *et al.* 2004). Deneié *et al.* (2000) mencionan que las características morfológicas de la planta son factores importantes para el mejoramiento de la productividad y Campuzano *et al.* (2015) sostiene que los factores ambientales afectan al desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta.

2.3.4 Indicadores agronómicos

Pask *et al.* (2013) afirma que el rendimiento es la expresión final de muchos procesos fisiológicos individuales, quienes han interactuado con el clima y el ambiente durante el ciclo de crecimiento del cultivo, se requiere de la medición del rendimiento de grano y de los componentes del rendimiento (peso del grano (g) por m², peso de mil granos (g), número de granos por m², número de espigas por m², número de granos por espiga, número de espiguilla por espiga, número de granos por espiguilla) para demostrar una asociación significativa entre las características fisiológicas y la productividad.

2.4 Bases epistemológicas

El estudio se desarrollará dentro del paradigma epistemológico del Positivismo, el cual “surgió reivindicando los éxitos de la ciencia moderna en la explicación y transformación de los hechos de la naturaleza. Estos éxitos se debían en gran medida a la aplicación del método experimental y de la investigación analítica que pretendía explicar buscando las condiciones o causas de la génesis de los fenómenos de la naturaleza, entendidas éstas como formas de comportamiento constante y regulador de los fenómenos” (Ñaupás *et al.* 2018).

III. METODOLOGÍA

3.1 **Ámbito**

El estudio se desarrolló en el Centro de Producción, Investigación y Experimentación (CPIE) Canchan, ubicado al margen izquierdo del Río Higueras, distrito, provincia y región de Huánuco.

Ubicación política

Región : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : Huánuco

Lugar : Canchán

Posición geográfica

Latitud Sur : 9°55'16.23"

Latitud Oeste : 76°18'15.21"

Altitud : 1 985 msnm

Condiciones agroecológicas

Según la ONER (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales) (2009) el área donde se desarrolló el estudio se ubica en Monte Espinoso – Premontano Tropical.

Clima

Durante el periodo de ejecución del estudio, la temperatura media oscilo entre 19.20 - 21.43 °C, la pluviosidad total mensual varió entre 3.40 - 93.30 mm y la humedad relativa promedio fluctuó entre 59.71 - 71.14 % (SENAMHI, 2022).

Suelo

De acuerdo al análisis realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), se trata de un suelo ligeramente alcalino, de textura Franco, con contenido bajo de materia orgánica, bajo de nitrógeno, medio de fósforo y medio de potasio.

3.2 Población

La población estuvo constituida por 7 poblaciones dentro del campo experimental, en un área de 235.20 m² y con 2.350 kg de semilla.

3.3 Muestra

La muestra estuvo conformada por todas las plantas dentro del metro cuadrado de cada unidad experimental y por 10 plantas seleccionadas completamente al azar. El muestreo fue de forma probabilístico y en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de trigo al momento de la siembra tiene la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

3.4 Nivel y tipo de estudio

3.4.1 Nivel de estudio

Experimental, porque se manipuló y controló la variable independiente (genotipos de trigo) y se evaluó las variables dependientes (indicadores morfológicos y agronómicos).

3.4.2 Tipo de estudio

Aplicado, porque se emplearon procedimientos, secuencias y se utilizaron conocimientos existentes de las ciencias agronómicas para “Identificar los genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos”.

3.5 Diseño de investigación

Experimental, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA) para la distribución de tratamientos, la misma que estuvo conformado por 4 repeticiones, 7 tratamientos y 28 unidades experimentales. El análisis se ajustó al siguiente modelo lineal

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Respuesta de la variable

U = Media general

T_i = efecto del i – ésimo tratamiento

B_j = Efecto de la j – ésima repetición

E_{ij} = Error aleatorio

Tabla 6. Fuentes de variación y grados de libertad del DBCA

Fuente de variación (F.V)	Grado de libertad (gl)
Bloques (r-1)	3
Tratamientos (t-1)	6
Error experimental (r-1)(t-1)	18
TOTAL (rt-1)	27

Fuente: Elaboración propia

El estudio estuvo constituido por 7 tratamientos (genotipos de trigo), los tratamientos se especifican en el Tabla 7, los cuales se distribuyeron en cuatro bloques cuyo croquis se observa en la Figura 1.

Tabla 4. Factor, tratamientos y claves de la investigación

Factor	Tratamientos	Claves
Genotipos de trigo	PITH 12	T1
	PITH 13	T2
	PITH 33	T3
	PITH 34	T4
	EEATH 1-122	T5
	EEATH 7-102	T6
	Centenario	T7

Fuente: Elaboración propia

Dimensiones del campo experimental

Largo: 33.60 m

Ancho: 11.90 m

Área total: 399.84 m²Área neta experimental: 235.20 m²Área total de las calles: 164.64 m²**Características de los bloques**

Número de bloques: 4

Largo: 33.60 m

Ancho: 2.80 m

Área total: 94.08 m²

Número de unidades por bloque: 7

Características de las unidades experimentales

Largo: 4 m

Ancho: 2.1 m

Área neta experimental: 8.4 m²

Número de surcos por parcela: 6

Distanciamiento entre surcos: 0.35 m

Figura 1. Croquis del campo experimental

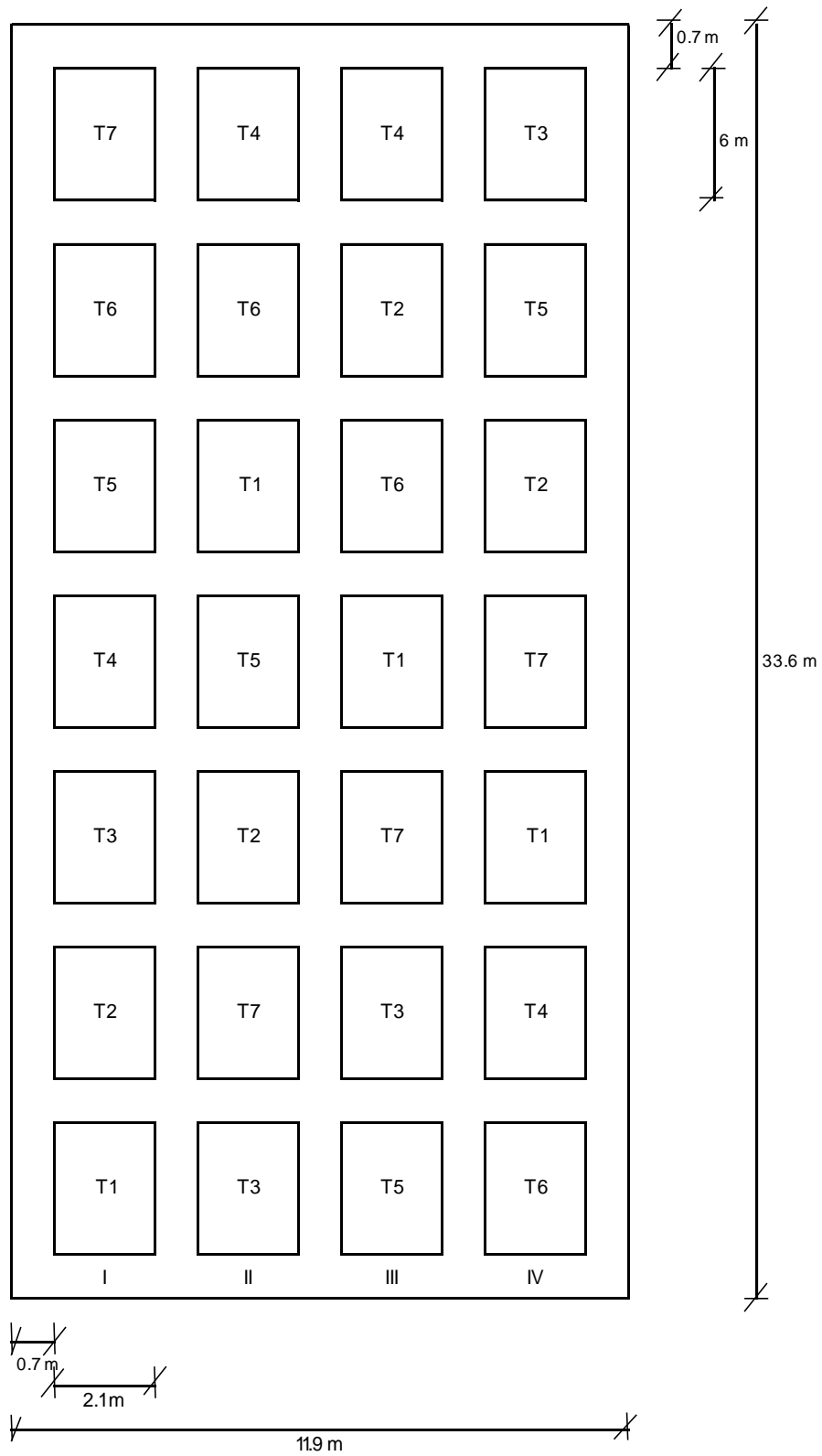
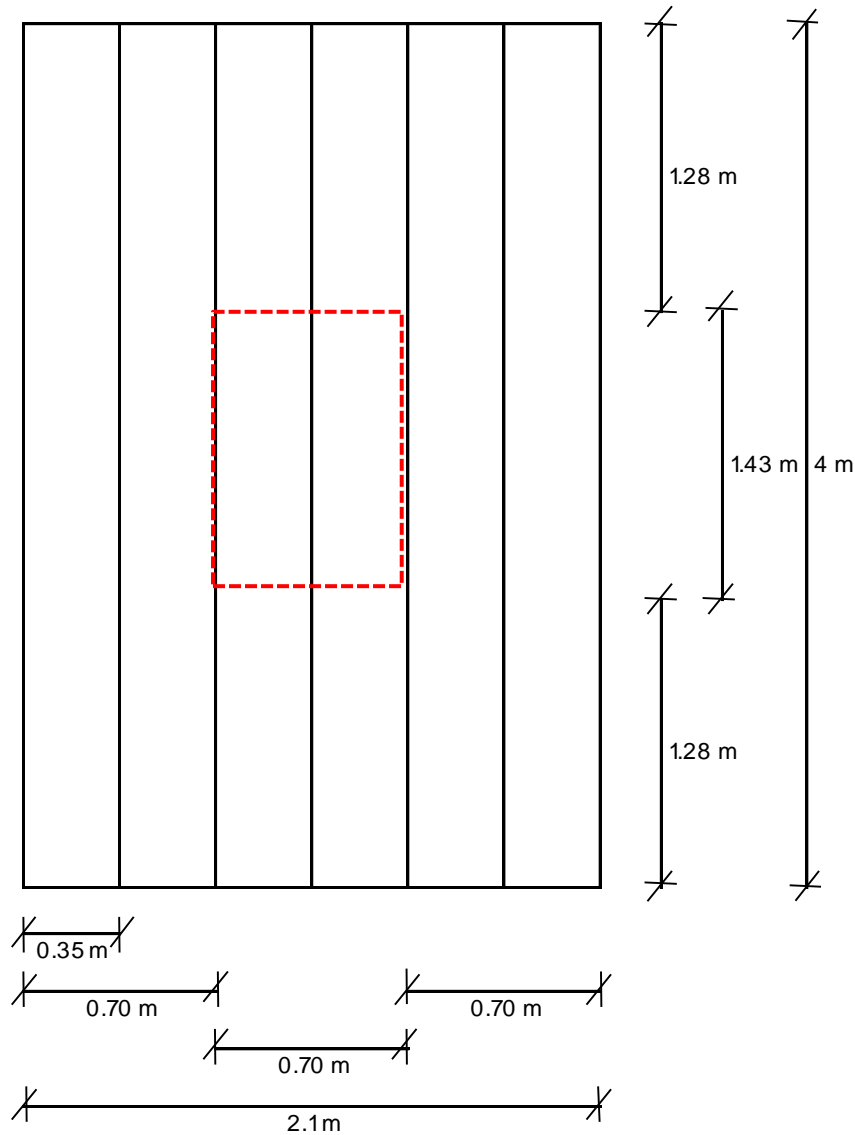


Figura 2. Croquis de la unidad experimental



3.6 Métodos, técnicas e instrumentos

3.6.1 Método de investigación

Las 10 plantas tomadas completamente al azar para la evaluación de los indicadores morfológicos (longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta y longitud de espiga) y agronómicos (número de granos por espiga y número de espiguillas por espiga) fueron las mismas. La evaluación de los indicadores morfológicos (longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta y longitud de

espiga) y agronómicos (número de espigas por m^2 , número de granos por espiga y número de espiguillas por espiga) se evaluaron en la etapa de madurez fisiológica a los 90 días de la siembra y los indicadores agronómicos restantes (peso del grano por m^2 , peso de mil granos y número de granos por espiguilla) se evaluaron en la etapa de madurez comercial, a los 120 días de la siembra culminado la cosecha, trilla y selección de granos.

a) Indicadores morfológicos

1. *Longitud de hoja*: se midió usando una regla desde la base de la hoja hasta el ápice, posterior a ello, los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en cm.
2. *Ancho de hoja*: con la ayuda de una regla se midió la parte más ancha de la hoja, posterior a ello, los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en cm.
3. *Altura de planta*: con la ayuda de una regla se midió el tallo, partiendo desde la base de la planta hasta el final de la espiga, sin tomar en cuenta las aristas, posterior a ello los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en cm.
4. *Longitud de espiga*: con la ayuda de una regla se midió desde la base hasta el ápice de la espiga, no se consideró las aristas, posterior a ello los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en cm.

b) Indicadores agronómicos

1. *Peso del grano por m^2 (PGM)*: Se pesó todo el grano procedente de la cosecha del m^2 con la ayuda de una balanza de reloj, posterior a ello los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en gramos.

2. *Peso de mil granos (PMG)*: Culminado la trilla, se tomaron 200 granos aleatoriamente, con la ayuda de una balanza analítica se pesaron y el resultado se multiplicó por 5 para obtener el peso de 1 000 granos, posterior a ello los datos se sumaron, promediaron y los resultados se expresaron en gramos.
3. *Número de espigas por m² (NEM)*: Definido el m² en cada unidad experimental a la madurez fisiológica, se contaron el número de tallos que tienen espigas dentro del cuadrante, posterior a ello los datos se sumaron y promediaron.
4. *Número de granos por espiga (NGE)*: En la etapa de madurez fisiológica, se tomaron 10 espigas por unidad experimental para contabilizar el número de granos, posterior a ello los datos se sumaron y promediaron.
5. *Número de espiguillas por espiga (NEGE)*: en la madurez fisiológica se contabilizaron el número total de espiguillas de par en par, desde la base, hasta el ápice de la espiga, posterior a ello los datos se sumaron y promediaron.
6. *Número de granos por espiguilla (NGEG)*: Para obtener el número de granos por espiguilla se dividió el número de granos por espiga entre el número de espiguillas por espiga, posterior a ello los datos se sumaron y promediaron.

3.6.2 Técnicas de recolección de información

a) Técnicas bibliográficas

El “fichaje” permitió obtener la información bibliográfica para la elaboración del marco teórico y el “análisis de contenido” permitió el estudio y análisis de manera objetiva, sistemática y cualitativa de los documentos bibliográficos.

b) Técnicas de trabajo de campo

La “observación” permitió tener información directa de los genotipos de trigo campo y de sus indicadores morfológicos y agronómicos.

3.6.3 Instrumentos de recolección de información

a) Instrumentos bibliográficos

Las “fichas” se emplearon para anotar la información resultante de la síntesis de los documentos consultados. Se utilizaron fichas de registro o localización (bibliográfica y hemerográfica) y de documentación e investigación (textual y de resumen).

b) Instrumentos de recolección de información de campo

En las “libretas de campo” se registraron los datos de las variables independientes y dependientes, labores agronómicas y culturales, entre otras actividades realizadas durante el desarrollo del estudio.

c) Instrumentos estadísticos

Los softwares como Excel e Infostat permitieron la elaboración de la base de datos y el análisis del mismo.

3.7 Procedimiento

3.7.1 Labores agronómicas

a) Análisis de suelo

Se extrajeron 6 muestras de suelo a 30 cm de la capa arable en forma de zigzag, se mezclaron y se pesó 1 kilogramo para someterle a un análisis en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

b) Riego de machaco

Se realizó por riego a gravedad, con la finalidad de facilitar la preparación del terreno y la eliminación de larvas de insectos.

c) Preparación de terreno

La “roturación del suelo” se efectuó con la ayuda de un tractor agrícola, dando una pasada con arado de disco a una profundidad de 40 cm aproximadamente y cuando el suelo se encontraba en capacidad de campo. El “mullido y nivelación” también se realizó con maquinaria agrícola, dando dos pasadas de rastra de forma cruzada, con la finalidad de que el terreno estuviera desterronado y nivelado.

d) Surcado

El surcado se realizó a un distanciamiento de 0.70 m con la ayuda de un tractor agrícola y a 0.35 m de forma manual y con la ayuda de un pico.

e) Demarcación del campo experimental

Se delimitaron los bloques, unidades experimentales y caminos, con la ayuda de una cinta métrica, estacas, cordel y cal agrícola.

3.7.2 Labores culturales**a) Siembra**

Previo a la siembra se realizó la prueba de germinación en placas Petri de las semillas de los diversos genotipos, obteniéndose un 100% de germinación, lo cual permitió conocer el porcentaje de germinación en campo definitivo. Las semillas se esparcieron a chorro continuo y de manera uniforme a lo largo de los surcos y con la ayuda de un pico se cubrieron con una capa de suelo de 3 cm aproximadamente.

b) Riegos

Se realizaron riegos por gravedad, semanalmente y dependiendo de las precipitaciones locales hasta el llenado de granos y considerando las etapas críticas del cultivo.

c) Deshierbos

Los deshierbos se realizaron de forma manual y con la ayuda de un pico a los 30 y 60 días de la siembra, con el objetivo de favorecer el desarrollo de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a agua, luz y nutrientes.

d) Fertilización

Se aplicó la fórmula nutricional recomendada por el INIA (2013) para el cultivo de trigo en la sierra peruana (100 – 80 – 40 de N, P₂O₅ y K₂O). Se empleó como fuente nutricional *urea* para N, *superfosfato triple* para P₂O₅ y *cloruro de potasio* para K₂O. Los kilogramos aplicados de *urea* (3.043 kg), *super fosfato triple* (3.732 kg) y *potasio* (1.298 kg) se realizó en base al análisis de suelo. La aplicación del 50 % de la fuente de *nitrógeno*, el 100 % de la fuente del *fosforo* y el 100 % de la fuente de *potasio* se realizó antes de la siembra, cubriéndolo con una capa de suelo y el 50 % de la fuente de *nitrógeno* restante se aplicó al momento de macollaje y deshierbo del cultivo.

e) Evaluaciones

La evaluación de los indicadores morfológicos (longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta y longitud de espiga) y agronómicos (número de espigas por m², número de granos por espiga y número de espiguillas por espiga) se realizó a madurez fisiológica.

f) Cosecha

La cosecha se realizó manualmente con la ayuda de una hoz, cuando los granos estuvieron duros y difícil de mellar con las uñas, separando las espigas de los tallos.

g) Trilla

Las espigas cortadas se colocaron sobre mantadas y bajo el sol, posterior a ello se depositaron dentro de costales para golpearles con la ayuda de una madera, con la finalidad de desprender los granos de la cascarilla.

h) Selección de granos

Los granos y restos de rastrojos trillados se ventearon, con la finalidad de separar el grano del rastrojo con la ayuda del viento, posterior a ello se separaron los granos en buen estado de los rotos para almacenarlo en bolsas de papel y cajas de cartón.

3.8 Tabulación y análisis de datos

La información obtenida de las plantas experimentales se organizó por indicador, de los cuales se procedió a determinar el promedio para realizar la prueba de normalidad de Shapiro Wilks al 5 % de nivel de significancia, con la finalidad de determinar el tipo de prueba estadística más apropiado. En La Tabla 8 se presenta el resultado de la prueba de normalidad, donde se observa el cumplimiento del mismo.

Tabla 5. Estadístico y p(unilateral) de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilks al 5 % de significancia para los indicadores morfológicos y agronómicos

	Indicadores	W	p(Unilateral)
Morfológicos	Longitud de hoja (cm)	0.97	0.7863
	Ancho de hoja (cm)	0.92	0.1127
	Altura de planta (cm)	0.94	0.3895
	Longitud de espiga (cm)	0.93	0.1600
Agronómicos	Número de espiguillas por espiga	0.91	0.0817
	Número de granos por espiguilla	0.97	0.8803
	Número de granos por espiga	0.93	0.2001
	Número de espiga por m ²	0.94	0.3909
	Peso de 1000 granos (g)	0.97	0.8136
	Peso de granos por m ² (g)	0.91	0.0520

IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos de las plantas experimentales se procedió a organizarlos y determinar estadísticos descriptivos de los indicadores morfológicos (Tabla 9) y agronómicos (Tabla 10) de los genotipos de trigo.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de los indicadores morfológicos de los genotipos de trigo

Indicadores morfológicos	Rango	Media	Mediana	DE	Var	CV %
Longitud de hoja (cm)	18.59 - 25.81	21.38	21.17	2.68	7.20	12.55
Ancho de hoja (cm)	1.47 - 1.72	1.59	1.59	0.12	0.01	7.43
Altura de planta (cm)	61.93 - 80.40	75.04	77.90	7.32	53.58	9.76
Longitud de espiga (cm)	7.81 - 11.81	10.13	10.19	1.21	1.47	11.95

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de los indicadores agronómicos de los genotipos de trigo

Indicadores agronómicos	Rango	Media	Mediana	DE	Var	CV %
Nº de espigui. por espiga	15.00 - 21.78	19.81	20.50	2.59	6.68	13.05
Nº de granos por espiguilla	3.06 - 4.38	3.35	3.25	0.55	0.30	16.36
Nº de granos por espiga	49.38 - 92.65	66.53	65.05	14.65	214.76	22.03
Nº de espiga por m ²	310.75 - 382.50	345.61	327.00	60.82	3698.62	17.60
Peso de 1000 granos (g)	33.25 - 44.58	37.90	36.45	4.45	19.80	11.74
Peso de granos por m ² (g)	312.20 - 552.50	433.21	460.00	82.96	6881.88	19.15

4.1 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos

En la Tabla 11 se determinó el ANOVA (análisis de varianza) para los indicadores morfológicos, al nivel de 5 % donde se logró establecer las diferencias estadísticas significativas de los genotipos de trigo en el largo de hoja, ancho de hoja, altura de planta y longitud de espiga, asimismo se pudo determinar el CV (coeficiente de variabilidad), los cuales oscilaron de 4.56 a 8.18 % expresando confiabilidad de los datos obtenidos.

Tabla 11. Análisis de varianza para los indicadores morfológicos

Fuentes de variación		Largo de hoja	Ancho de hoja	Altura de planta	Longitud de espiga
Bloques	Gl	3	3	3	3
	CM	1.43	0.01	19.92	0.26
	F	0.47	1.37	0.70	0.94
	Sig.	0.7080	0.2830	0.5639	0.4421
Tratamientos	Gl	6	6	6	6
	CM	22.51	0.04	145.84	5.63
	F	7.37	7.06	5.13	20.30
	Sig.	0.0004	0.0005	0.0031	0.0001
Error	Gl	18	18	18	18
	CM	3.06	0.01	28.44	0.28
Total	Gl	27	27	27	27
	SC	194.34	0.34	1446.72	39.56
CV %		8.18	4.56	7.11	5.20

En las Figuras del 3 al 6 se muestran los promedios y el agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0.05$) para los indicadores morfológicos. En la *longitud de hoja*, el genotipo PITH 12 obtuvo un promedio diferente y superior a los demás genotipos (Figura 3). En el *ancho de hoja*, se observan la semejanza de los genotipos PITH 13, PITH 34 y EEATH 1-122 diferentes a los genotipos EEATH 7-102, PITH 12, Centenario y PITH 33 (Figura 4). En la *altura de planta*, la mayoría de genotipos de trigo son semejantes estadísticamente, excepto el genotipo PITH 33 que difiere de los demás (Figura 5). En la *longitud de espiga*, se evidencia la diferencia estadística del genotipo PITH 12 con los genotipos EEATH 1-122, EEATH 7-102, PITH 13, PITH 34 y Centenario que son semejantes estadísticamente, pero difieren del genotipo PITH 33 (Figura 6).

Figura 1. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador longitud de hoja

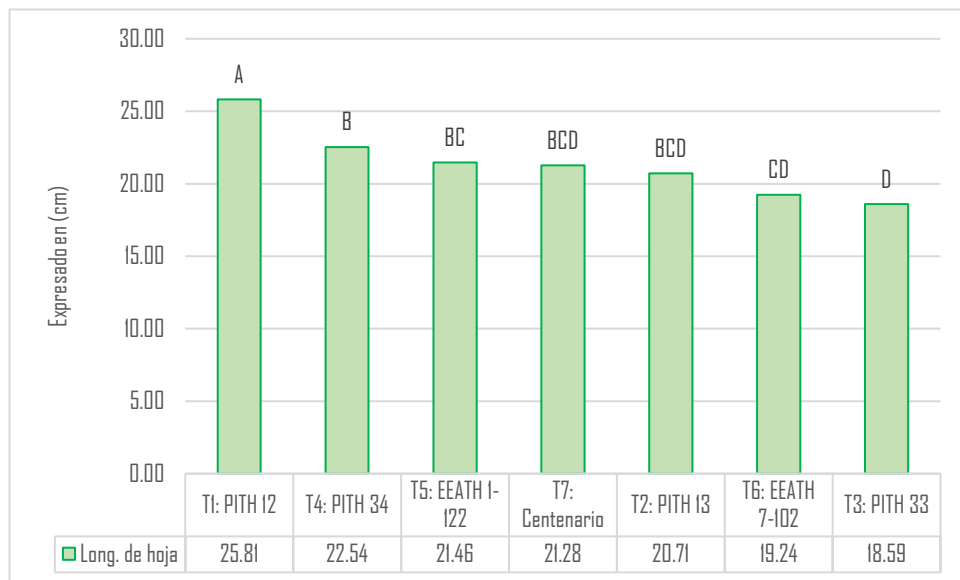


Figura 2. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador ancho de hoja

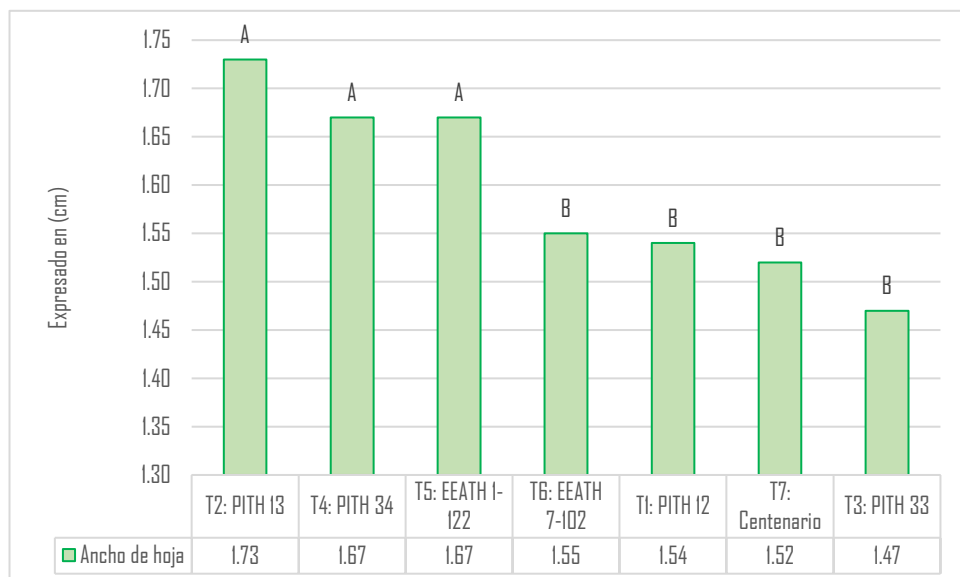


Figura 3. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador altura de planta

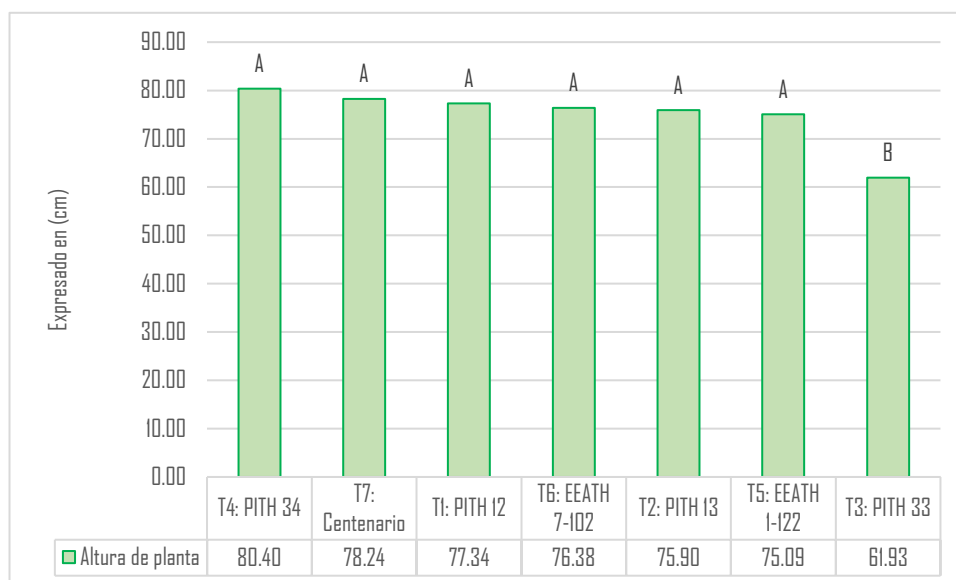


Figura 4. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador longitud de espiga



Los genotipos de trigo seleccionados como sobresalientes empleando indicadores morfológicos fueron PITH 12, EEATH 1-122 y PITH 34, tal como se especifica en la Tabla 12.

Tabla 12. Genotipos de trigos sobresalientes en indicadores morfológicos

Indicadores Morfológicos	Genotipos de trigos sobresalientes		
Longitud de hoja	PITH 12 (25.81 cm)	PITH 34 (22.54 cm)	EEATH 1-122 (21.46 cm)
Ancho de hoja	PITH 13 (1.73 cm)	PITH 34 (1.67 cm)	EEATH 1-122 (1.67 cm)
Altura de planta	PITH 34 (80.40 cm)	Centenario (78.24 cm)	PITH 12 (77.34 cm)
Longitud de espiga	PITH 12 (11.81 cm)	EEATH 1-122 (10.48 cm)	EEATH 7-102 (10.40 cm)

4.2 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos

En la Tabla 13 se determinó el ANOVA para los indicadores agronómicos, al nivel de 5 % donde se estableció las diferencias estadísticas significativas de los genotipos de trigo en el número de granos por espiguilla, número de espiguilla por espiga, número de granos por espiga, número de espigas por m², peso de mil granos y peso de granos por m², asimismo se pudo determinar la confiabilidad de los datos recopilados, debido al CV los cuales oscilaron de 1.66 a 19.29 %.

Abreviaturas a considerar: NGE = número de granos por espiguilla, NEGE = número de espiguilla por espiga, NGE = número de granos por espiga, NEM = número de espigas por m², P1000 = peso de mil granos y PGM = peso de granos por m²

Tabla 13. Análisis de varianza para los indicadores agronómicos

Fuentes de variación		NGEG	NEGE	NGE	NEM	P1000	PGM
Bloques	GI	3	3	3	3	3	3
	CM	0.38	4.35	46.93	188.42	0.13	298.81
	F	3.46	2.12	1.26	0.04	0.33	1.40
	Sig.	0.0384	0.1331	0.3192	0.9880	0.8059	0.2738
Tratamientos	GI	6	6	6	6	6	6
	CM	0.84	21.75	821.32	3220.32	87.86	30180.95
	F	7.73	10.62	21.98	0.72	221.13	141.90
	Sig.	0.0003	0.0001	0.0001	0.6354	0.0001	0.0001
Error	GI	18	18	18	18	18	18
	CM	0.11	2.05	37.37	4443.08	0.40	212.70
Total	GI	27	27	27	27	27	27
	SC	8.17	180.44	5741.35	99862.68	534.68	185810.71
CV %		9.85	7.23	9.33	19.29	1.66	3.37

En las Figuras del 7 al 12 se muestran los promedios y el agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para los indicadores agronómicos. En el *número de granos por espiguilla*, el genotipo PITH 12 difiere estadísticamente de los demás genotipos y estos a su vez no mostraron diferencias (Figura 7). En el *número de espiguilla por espiga*, los genotipos PITH 13, EEATH 1-122 y PITH 12 fueron no significativo pero diferentes a los genotipos Centenario, EEATH 7-102, estos a su vez fueron diferentes al genotipo PITH 34 y PITH 33 (Figura 8). En el *número de granos por espiga*, el genotipo PITH 12 difiere estadísticamente de los otros genotipos (Figura 9). En el *número de espigas por m²*, todos los genotipos formaron un grupo no significativo (Figura 10). En el *peso de mil granos*, los genotipos EEATH 1-122 y PITH 34 no expresan diferencia significativa, pero son distintos a los demás genotipos (Figura 11). Respecto al *peso de granos por m²*, el genotipo EEATH 1-122 difiere estadísticamente del resto de genotipos (Figura 12).

Figura 5. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de granos por espiguilla

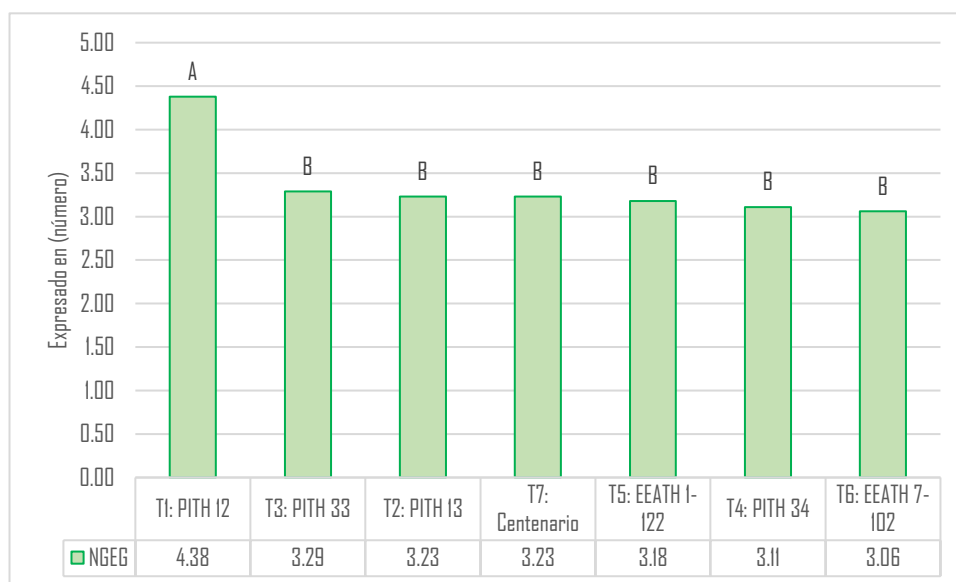


Figura 6. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de espiguilla por espiga

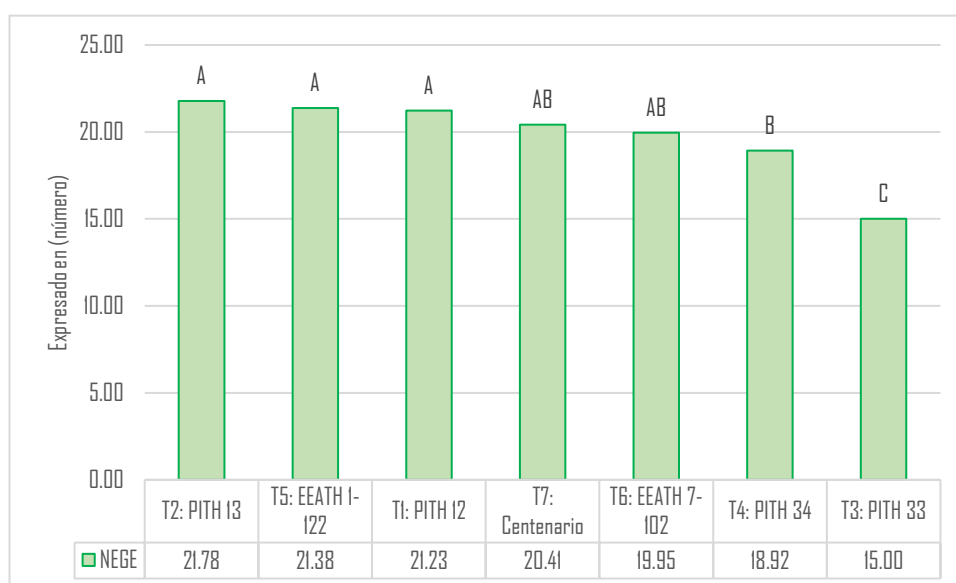


Figura 7. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de granos por espiga

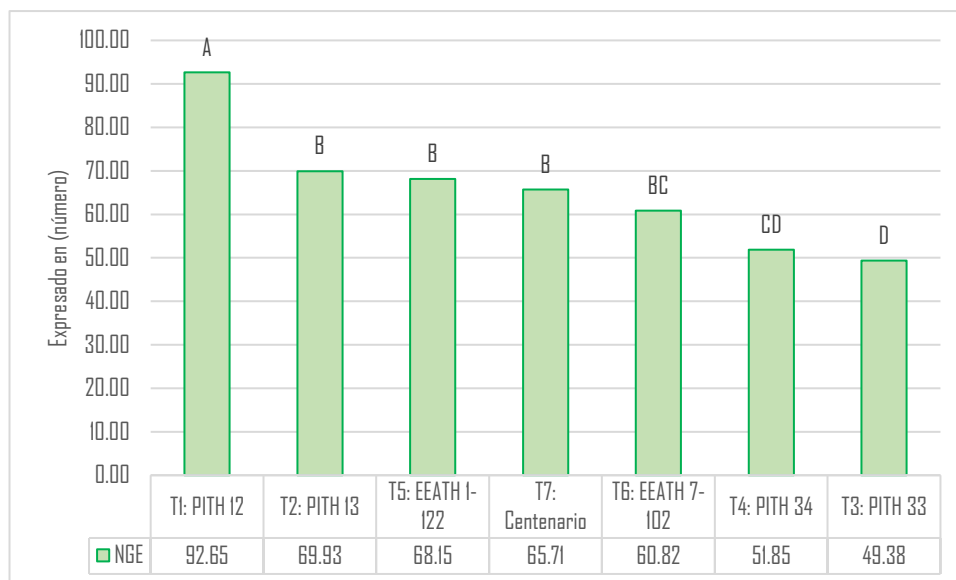


Figura 8. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador número de espigas por m^2

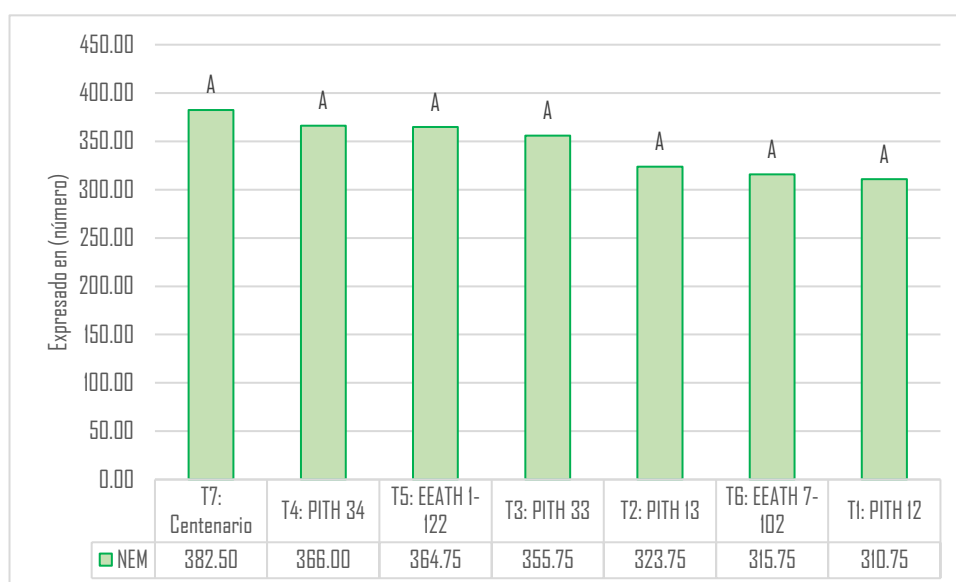


Figura 9. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador peso de mil granos

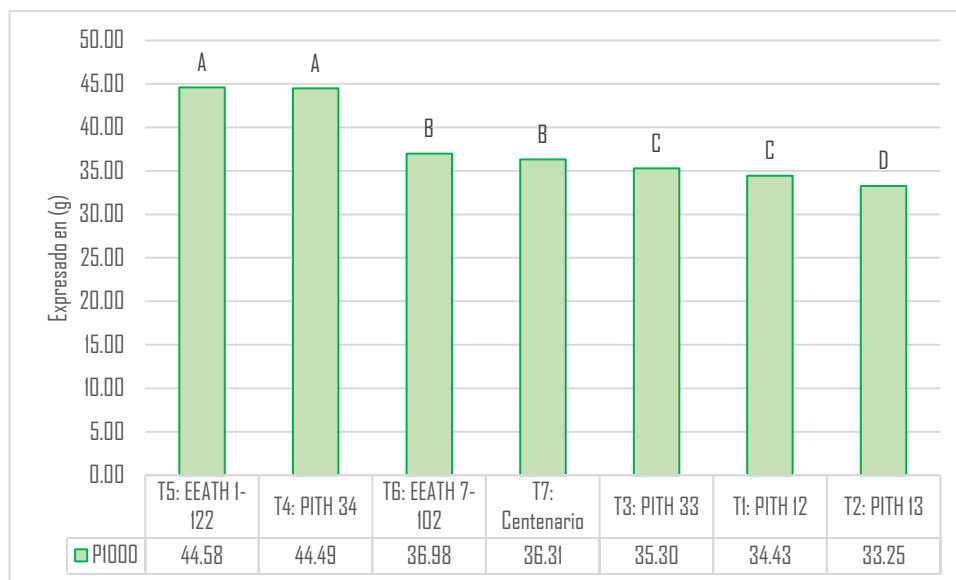
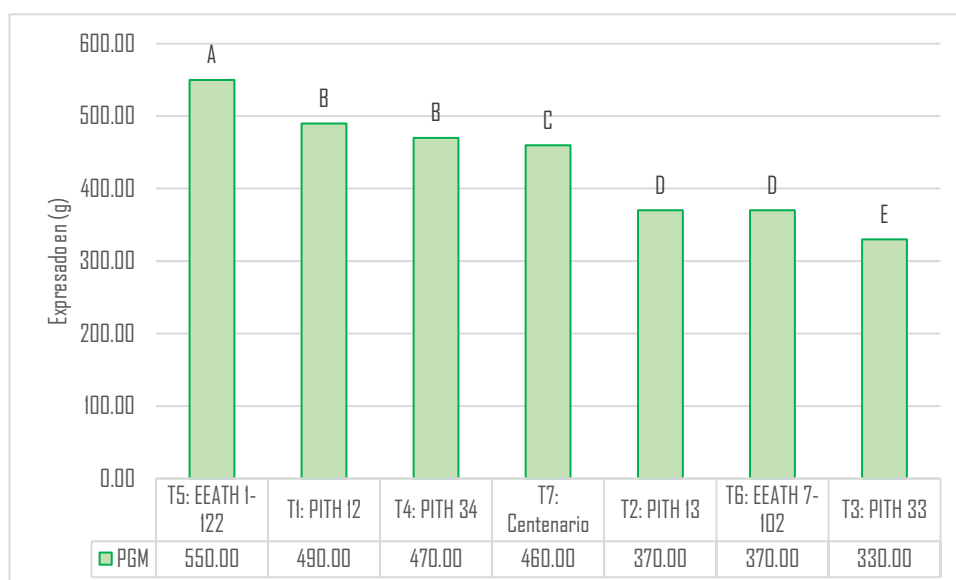


Figura 10. Promedios y agrupamiento estadístico de la prueba de Duncan ($p=0,05$) para el indicador peso de granos por m^2



Los genotipos de trigo seleccionados como sobresaliente empleando indicadores agronómicos fueron EEATH 1-122, PITH 12 y PITH 13, tal como se especifica en la Tabla 14.

Tabla 14. Genotipos de trigos sobresalientes en indicadores agronómicos

Indicadores Morfológicos	Genotipos de trigos sobresalientes		
Número de granos por espiguilla	PITH 12 (4.38)	PITH 33 (3.29)	PITH 13 (3.23)
Número de espiguilla por espiga	PITH 13 (21.78)	EEATH 1-122 (21.38)	PITH 12 (21.23)
Número de granos por espiga	PITH 12 (92.65)	PITH 13 (69.93)	EEATH 1-122 (68.15)
Número de espigas por m^2	Centenario (382.50)	PITH 34 (366.00)	EEATH 1-122 (364.75)
Peso de mil granos	EEATH 1-122 (44.58 g)	PITH 34 (44.49 g)	EEATH 7-102 (36.98 g)
Peso de granos por m^2	EEATH 1-122 (550.00 g)	PITH 12 (490.00 g)	PITH 34 (470.00 g)

4.3 Relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento

En la Tabla 15 se observa los coeficientes de Pearson y la significación para los principales genotipos de trigo, PITH 12 sobresaliente en indicadores morfológicos y EEATH 1-122 sobresaliente en indicadores agronómicos. Se demuestra que se tiene correlación de longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta, longitud de espiga número de espiguillas por espiga, número de granos por espiguilla, número de granos por espiga, número de espiga por m^2 , peso de mil granos y peso de granos por m^2 .

Tabla 15. Coeficientes de Pearson y p-valor del análisis correlacional de los genotipos sobresalientes PITH 12 y EEATH 1-122 por indicadores morfológicos y agronómicos.

Morfológicos	Agronómicos	PITH 12		EEATH 1-122	
		Pearson	p-valor	Pearson	p-valor
Longitud de hoja	Nº de espigui. por espiga	-0.4	0.5994	0.86	0.1399
	Nº de granos por espigui.	0.62	0.3833	0.37	0.6304
	Nº de granos por espiga	0.12	0.8834	0.85	0.1526
	Número de espiga por m ²	0.21	0.7893	-0.18	0.8190
	Peso de mil granos (g)	0.89	0.1110	-0.62	0.3831
	Peso de gran. por m ² (g)	-0.66	0.3370	0.51	0.4865
Ancho de hoja	Nº de espigui. por espiga	-0.27	0.7325	0.15	0.8466
	Nº de granos por espigui.	-0.15	0.8530	0.79	0.2107
	Nº de granos por espiga	-0.83	0.1684	0.24	0.7589
	Número de espiga.m ²	-0.48	0.5196	0.83	0.1688
	Peso de mil granos (g)	-0.24	0.7567	0.29	0.7119
	Peso de gran. por m ² (g)	0.03	0.9712	0.71	0.2906
Altura de planta	Nº de espigui. por espiga	-0.88	0.1168	-0.4	0.5993
	Nº de granos por espigui.	0.99	0.0099	0.44	0.5587
	Nº de granos por espiga	-0.34	0.6556	-0.32	0.6787
	Número de espiga por m ²	0.73	0.2731	0.92	0.0784
	Peso de mil granos (g)	0.32	0.6755	0.42	0.5807
	Peso de gran. por m ² (g)	0.01	0.9862	0.28	0.7242
Longitud de espiga	Nº de espigui. por espiga	-0.81	0.1859	0.72	0.2850
	Nº de granos por espigui.	0.54	0.4560	0.39	0.6103
	Nº de granos por espiga	-0.92	0.0826	0.71	0.2867
	Número de espiga por m ²	0.43	0.5689	0.00	0.9969
	Peso de mil granos (g)	-0.53	0.4723	-0.58	0.4248
	Peso de gran. por m ² (g)	0.62	0.3807	0.49	0.5073

V. DISCUSIÓN

5.1 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos

La evaluación de los indicadores morfológicos: longitud de hoja, ancho de hoja, altura de planta y longitud de espiga permitieron determinar a los genotipos sobresalientes. En ese sentido, los genotipos de trigo mostraron diferencias significativas en los indicadores morfológicos estudiados. Las medidas de la longitud de hoja variaron de 18.59 a 25.81 cm, del que destacó PITH 12 con 25.81 cm. El rango del ancho de hoja osciló entre 1.47 a 1.73 cm siendo el genotipo PITH 13 con 1.73 que mayor dimensión obtuvo. El valor de la altura de planta fluctuó de 61.93 a 80.40 cm, donde el genotipo PITH 34 registró la mayor altura con 80.40 cm. Las medidas de la longitud de espiga variaron entre 7.81 a 11.81 cm, siendo el genotipo PITH 12 el que mayor promedio obtuvo con 11.81 cm.

Los indicadores morfológicos estudiados permiten identificar genotipos sobresalientes, siendo la longitud de espiga el indicador que más importancia posee para la identificación de genotipos por indicadores morfológicos (Magdalena y Chuquicahua, 2018) el cual es un atributo primordial para el mejoramiento de la productividad (Deneié *et al.* 2000). De los genotipos estudiados, PITH 12 fue el genotipo que obtuvo respuesta deseable en la longitud de espiga. Por otro lado, los indicadores longitud de hoja, ancho de hoja y altura de planta del genotipo PITH 12 presenta correlación con los indicadores agronómicos, debido a que para la formación del llenado de granos en trigo se produce a partir de los fotosintatos de la hoja bandera, la retranslocación del tallo y la fotosíntesis de la espiga (Maydup, 2013), estos asimilados pueden afectarse por las condiciones climáticas y la característica genética del cultivar o variedad, ya que en condiciones de déficit hídrico, el ritmo fotosintético de la espiga se reduce en menor grado al de la hoja bandera (Tambussi *et al.* 2005).

5.2 Determinación de genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos

La evaluación de los indicadores agronómicos: número de espiguillas por espiga, número de granos por espiguilla, número de granos por espiga, número de espiga por m², peso de mil granos y peso de granos por m² contribuyeron a seleccionar al genotipo sobresaliente de trigo. En consecuencia, los genotipos demostraron significación estadística en los indicadores agronómicos estudiados. El valor del número de granos por espiguilla varió de 3.06 a 4.38 granos, destacando el genotipo PITH 12 con 4.38 granos. En cuanto al número de espiguillas por espiga, el valor osciló entre 15.00 a 21.78 espiguillas, destacando el genotipo PITH 13 con 21.78 espiguillas. El valor del número de granos por espiga varió entre 49.38 a 92.65 granos, sobresaliendo el genotipo PITH 12 con 92.65 granos. El número de espiga por m² varió de 310.75 a 382.50 espigas, destacando el genotipo Centenario con 382.50 espigas. El peso de mil granos osciló entre 33.25 a 44.58 g, destacando el genotipo EEATH 1-122 con 44.58 g respectivamente. El peso de granos por m² varió entre 330 a 550 g, siendo el genotipo EEATH 1-122 el que alcanzó mayor peso con 550 g en promedio.

En base a los indicadores agronómicos fue posible seleccionar los genotipos sobresalientes de trigo, tal como coincide con los trabajos de Balbuena *et al.* (2008), Magdalena y Chuquicahua (2018) y Yana (2018), siendo los indicadores agronómicos de mayor importancia el número de granos por espiga y el peso de granos por m² (Maydup, 2013). El genotipo EEATH 1-122 demostró mayor estabilidad en los análisis realizados y fue superior a los demás genotipos en la mayoría de indicadores agronómicos. El resto de genotipos tuvieron una reducción en el valor de los indicadores, este fenómeno pudo haber acontecido por una falta de absorción de nutrientes y translocación de la producción fotosintética de la planta, que se manifiesta en la baja producción de granos, asimismo, por el déficit de humedad que exige a la planta a una maduración acelerada (Yana, 2018).

5.3 Relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento

La evaluación en base a indicadores morfológicos y agronómicos permitió determinar la relación de los principales genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento PITH 12 y EEATH 12-122. El análisis correlacional de los indicadores morfológicos y agronómicos de estos genotipos demuestra que se tiene correlación positiva y alta. En el genotipo PITH 12, se observa correlación entre longitud de la hoja con el peso de mil granos (0.89) y correlación entre la altura de planta con el número de granos por espiguilla (0.99). Para el genotipo EEATH 1-122 se observa correlación entre longitud de la hoja con el número de espiguillas por espiga (0.86) y número de granos por espiga (0.85); entre el ancho de hoja con el número de espiga por m² (0.83) y número de granos por espiguilla (0.79); entre la altura de planta con el número de espiga por m² (0.92); y entre longitud de la espiga con el número de espiguillas por espiga (0.72) y número de granos por espiga (0.71). El incremento en el número de granos y peso de los cultivares modernos, es el resultado de la relocalización de asimilados de la parte vegetativa a la reproductiva; un aumento en el número de granos, sin un incremento paralelo de los asimilados disponibles, no producirá mejoras en los rendimientos (Maydup, 2013).

CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones en base a los resultados obtenidos y al análisis del mismo:

1. Los indicadores morfológicos permitieron determinar al genotipo de trigo PITH 12 como un genotipo sobresaliente a los demás, destacando en longitud de hoja (25.81 cm), altura de planta (77.34 cm) y longitud de espiga (11.81 cm), seguido por el genotipo EEATH 1-122 que destacó en longitud de hoja (21.46 cm), ancho de hoja (1.67 cm) y longitud de espiga (10.40 cm), asimismo, el genotipo PITH 34 destacó en longitud de hoja (22.54 cm) y ancho de hoja (1.67 cm).
2. Los indicadores agronómicos permitieron determinar al genotipo de trigo EEATH 1-122 como un genotipo sobresaliente a los demás, destacando en número de espiguilla por espiga (21.38), número de granos por espiga (68.15), número de espigas por m² (364.75), peso de mil granos (44.58 g) y peso de granos por m² (550 g), seguido por el genotipo PITH 12 que destacó en número de granos por espiguilla (4.38), número de espiguilla por espiga (21.23) y número de granos por espiga (92.65), así mismo el genotipo PITH 13 destacó en número de granos por espiguilla (3.23), número de espiguilla por espiga (21.78) y número de granos por espiga (69.93).

3. El genotipo PITH 12 presenta correlación de los indicadores morfológicos y agronómicos; longitud de hoja con peso de mil granos (0.89) y altura de planta con número de granos por espiguilla (0.99) número de espiga por m² (0.73). El genotipo EEATH 1-122 expresa correlación de los indicadores morfológicos con los agronómicos; longitud de hoja con número de espiguilla por espiga (0.86) y número de granos por espiga (0.85); ancho de hoja con número de espigas por m² (0.83) y número de granos por espiguilla (0.79); altura de planta con número de espiga por m² (0.92) y longitud de espiga con número de espiguillas por espiga (0.72) y número de granos por espiga (0.71).

RECOMENDACIONES

En fundamento a las conclusiones a las que se llegó, a los interesados en realizar investigaciones en genotipos de trigo se recomienda lo siguiente:

1. Emplear los genotipos PITH 12, PITH 34 y EEATH 1-122 para obtener genotipos de trigo sobresalientes en indicadores morfológicos.
2. Emplear los genotipos EEATH 1-22, PITH 12 y PITH 13 para obtener genotipos de trigo sobresalientes en indicadores agronómicos.
3. Conducir los genotipos PITH 12 y EEATH 1-122 para el desarrollo de cultivares de trigo de alto rendimiento sobresalientes en indicadores morfológicos y agronómicos.
4. Para identificar genotipos de trigo emplear los indicadores morfológicos y agronómicos estudiados, asimismo incorporar otros indicadores que facilite el proceso de selección.
5. Realizar nuevos ensayos para estudiar indicadores fisiológicos, con el fin de identificar a los genotipos con alto potencial de rendimiento y tolerante a estrés hídrico.
6. Repetir el ensayo bajo condiciones edafoclimáticas distintas y con otros genotipos de trigo, que contribuyan al mejoramiento genético en la obtención de nuevos cultivares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadía, B; Álvarez, C; Aramburu, F; Barraco, M; Bartosik, R; Bujan, J; Campaña, L; Cardos, M; Cardoso, L; Carmona, D; Carmona, M; Calviño, P; Correndo, A; La Torre, D; Divito, G; Ernst, O; Faberi, A; Frascina, J; Garcia, F; González, L; Hoffman, E; Leaden, M; Maciel, G; Mannetti, P; Monzon, J; Salvio, C; Sautua, F; Tourn, S y Tulli, M. 2017. Manual del cultivo de trigo (en línea). Buenos Aires, Argentina. 23 p. Consultado el 03 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3dQ87uS>
- Balbuena, A; González, A; Rosales, E; Domínguez, A y Pérez, J. 2008. Identificación de genotipos sobresalientes de trigo en el valle de Toluca, México (en línea). Agricultura técnica en México 34(2): 257-261. Consultado el 03 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2PNEtOT>
- Barragán, R. 2012. Respuesta agronómica de trece líneas y dos variedades de trigo rojo (*Triticum vulgare* L.), en la parroquia la paz, provincia del Charqui (Charqui). Tesis Bach. Ibarra, Ecuador, Universidad Técnica del Norte. 92 p. Consultado el 05 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/39W2VED>
- Bell, M; Buhariwalla, J; Ceja, J; Duveiler, E; Jones, J; Kosina, P, Macpherson, H; Nicol, J; Singh, R; Rawson, H y Smith N. 2019. Plagas y enfermedades del trigo (en línea, sitio web). Estado de México, México. Consultado el 12 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3t2AtJ1>
- Bell, M; Buhariwalla, J; Ceja, J; Duveiler, E; Jones, J; Kosina, P, Macpherson, H; Nicol, J; Singh, R; Rawson, H y Smith N. 2020. Partes de la planta del trigo (en línea, sitio web). Estado de México, México. 1 p. Consultado el 07 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2Q5xjW8>
- Buenrostro, J; Covarrubias, J; Solís, M; Ledesma, L; Cervantes, F; Mandujano, A; Raya, C y Gámez, A. 2022. Impactos del ambiente y riego

- restringido en el rendimiento de grano de trigo en Guanajuato, México (en línea). Revista de fitotecnia México México 45(1): 65-73. Consultado el 20 de agosto del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3Vq8JyG>
- Campuzano, L; Molina, J y Rajaram S 2015. Evaluación de sistemas de selección en ambientes alternados e *in situ* en trigo (*triticum aestivun* L.) (en línea). Revista de ciencias agrícolas 33(2): 36-45. Consultado el 08 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3cXXw1P>
- Deneié, K; Kastory, R; Kobiljski, B y Duggan, B. 2000. Evaluación del rendimiento de grano y sus componentes en cultivares y variedades locales de trigo en condiciones acsi óptimas y de sequía (en línea). Revista Euphtica 113(1): 43-52. Consultado el 07 de octubre del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3CEz7er>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2021. Situación alimentaria mundial (en línea, sitio web). Roma, Italia. 1 p. Consultado el 02 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2Qb13AN>
- Felizia, S. 2020. Objetivos del fitomejoramiento (en línea, sitio web). Buenos Aires, Argentina. Consultado el 15 de marzo del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3q7fCjW>
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2013. Manejo del cultivo de trigo (en línea). Huancayo, Perú. Consultado el 12 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3t3skUB>
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2017. Innovación e innovación (en línea). Lima, Perú. Consultado el 25 de agosto del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3VebHDM>
- Jara, J. 1993. Cultivo de trigo en la sierra del Perú (en línea). Lima, Perú. 70 p. Consultado el 09 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2OBWJdl>

- Limaylla, R. 2017. Ensayo de identificación, adaptación y eficiencia de 10 genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en condiciones de Huánuco. Revista Científica Investigación Valdizana 11(1):7-12
- Magdalena, M y Chuquicahua, M. 2018. Evaluación del comportamiento de 41 líneas genéticas y un testigo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el distrito de Cutervo – Región Cajamarca (en línea). Tesis Gdo. Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 89 p. Consultado el 08 de enero del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3Pkqm3E>
- Márquez, M. 2014. Caracterización molecular de 297 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) provenientes del centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo e inferencia de su estructura genética (en línea). Tesis Bach. Sangolquí, Ecuador, Universidad De Las Fuerzas Armadas. 82 p. Consultado el 13 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3fVGaoq>
- Martínez, A y Muro, L. 2020. Morfología y fisiología (en línea, sitio web). La Rioja, España. 1 p. Consultado el 09 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3dSwNTQ>
- Maydup, M; Tambussi, E y Guiament, J. 2013. Contribución de la fotosíntesis de la espiga al rendimiento de trigo pan (*Triticum aestivum*) en condiciones limitadas por la disponibilidad de asimilados-antes. Tesis Doc. La Plata, Argentina, Universidad Nacional de La Plata. 169 p. Consultado el 07 de octubre del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3yqlixP>
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego), 2021. Plan nacional de cultivos: Campaña agrícola 2018 – 2019 (en línea). Lima, Perú. 293 p. Consultado el 02 enero 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3t1FpgZ>
- Moneo. 2004. Clima y alimentos (en línea). Madrid, España. 1 p. Consultado el 7 de enero del 2021. Disponible en <https://bit.ly/3t1pa3K>

Moreno, I; Ramírez, A; Iglesias, L y Plana, R. 2001. El cultivo de trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba (en línea). Cultivos tropicales 22(4): 55-67. Consultado el 05 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3uD8rns>

Ñaupas, H; Valdivia, M; Palacios, J y Romero, H. 2018. Metodología de la investigación (en línea). Lima, Perú. 136 p. Consultado el 07 de octubre del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3fJzhIx>

ONER (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 2009. Mapa Ecológico del Perú (en línea). Lima, Perú. 274 p. Consultado el 25 julio del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3CFUGeM>

Pask, A; Pietragalla, J; Mullan, D; Chávez, P y Reynolds M. 2013. Fitomejoramiento fisiológico II: una guía de campo para la caracterización fenotípica de trigo (en línea). Texcoco, México. 140 p. Consultado el 17 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3e20D8o>

Reynolds, M; Bonnett, D; Chapman, S; Furbank, R; Manes, Y; Mather, D y Parry M. 2010. Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies (en línea). Journal of experimental botany 62(2): 439-452. Consultado el 17 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3tiqzmn>

Reynolds, M; Pask, A; Mullan, D y Chávez, P. 2013. Fitomejoramiento fisiológico I: enfoques interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo (en línea). Texcoco, México. 188 p. Consultado el 16 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3dkiB73>

Rizza, F; Badek, F; Cattivelli, L; Lidestri, O; Di Fonzo y Estanca, A. 2004. Uso de un índice de estrés hídrico para identificar genotipos de cebada adaptados a condiciones de secano y riego (en línea). Revista ciencias de cultivos 44(6): 2127-2137. Consultado el 07 de setiembre del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3RHDrOr>

- Rodríguez, E; Sahagún, J; Villaseñor, H. Molina, D y Martínez, A. 2004. La interacción genotipo x ambiente en la caracterización de áreas temporales de producción de trigo (en línea). *Agro ciencia* 39(1): 51-64. Consultado el 9 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3s8lo6k>
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2022. Datos meteorológicos (en línea, sitio Web). Lima, Perú. 1p. Consultado el 28 de junio del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3fNd4t9>
- Tambussi, E; Nogues, S y Araús, J. 2005. Mazorca de trigo duro bajo estrés hídrico: relaciones hídricas y metabolismo fotosintético (en línea). *Revista de cultivos* 48 (7) 446-458. Consultado el 07 de setiembre del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3CFXSXO>
- Yana, E. 2018. Identificación de genotipos de trigo harinero (*Triticum aestivum* spp. *aestivum*) tolerantes a sequía empleando indicadores morfológicos y fisiológicos (en línea). Tesis Magister Scientiae, Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 191 p. Consultado el 9 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/3fSOqp5>
- Yzarra y López. 2011. Manual de observaciones fenológicas (en línea). Lima, Perú. 99 p. Consultado el 6 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2OBZtb0>
- Zamora, V; Torres, M. y Colín, M. 2021. Interacción genotipo ambiente en fracciones de materia seca de trigos harineros sin aristas (en línea), *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 2(4): 603-615. Consultado el 28 de agosto del 2022. Disponible en: <https://bit.ly/3gGTiAs>
- Zúñiga, R. 2007. Trigo blanco, valor nutricional y potencial (en línea). Santiago, Chile. 4 p. Consultado el 4 de enero del 2021. Disponible en: <https://bit.ly/2SSLZJF>

ANEXOS

Tabla 16. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	
¿Cuáles serán los genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del valle Higuera, 2021?	Conocer genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del valle Higuera, 2021	El empleo de indicadores morfológicos y agronómicos permitirá conocer genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) sobresalientes en rendimiento, en condiciones del valle Higuera, 2021	Genotipos	PITH 12 PITH 13 PITH 33 PITH 34 EEATH 1 – 122 EEATH 7 – 102 Centenario
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	
¿Qué genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento se pueden determinar empleando indicadores morfológicos?	Determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores morfológicos	El empleo de indicadores morfológicos permitirá determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	Indicadores morfológicos	Longitud de hoja (cm) Ancho de hoja (cm) Altura de planta (cm) Longitud de espiga (cm)
¿Qué genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento se pueden determinar empleando indicadores agronómicos?	Determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento empleando indicadores agronómicos	El empleo de indicadores agronómicos permitirá determinar genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	Indicadores agronómicos	Peso del grano (g) por m ² Peso de mil granos (g) Número de espiga por m ² Número de granos por espiga Número de espiguillas por espiga Número de granos por espiguilla
¿Cuál es la relación de los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento?	Relacionar los indicadores morfológicos y agronómicos para determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	La relación de los indicadores morfológicos y agronómicos permitirá determinar los genotipos de trigo sobresalientes en rendimiento	Variable interviniente	Clima Suelo
			Condiciones edafoclimáticas	

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
Tipo de investigación	Población	Tipo de diseño	Técnicas bibliográficas	Instrumentos bibliográficos
<p>Aplicado, porque se emplearon procedimientos, secuencias y se utilizaron conocimientos existentes de las ciencias agronómicas para "Identificar los genotipos de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos".</p>	<p>La población estuvo constituida por 7 poblaciones dentro del campo experimental, en un área de 235,20 m² y con 2,350 kg de semilla.</p>	<p>Experimental, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al azar (DBCA) para la distribución de tratamientos, la misma que estuvo conformado por 4 repeticiones, 7 tratamientos y 28 unidades experimentales.</p>	<p>El "fichaje" permitió obtener la información bibliográfica para la elaboración del marco teórico y el "análisis de contenido" permitió el estudio y análisis de manera objetiva, sistemática y cualitativa de los documentos bibliográficos.</p>	<p>Las "fichas" se emplearon para anotar la información resultante de la síntesis de los documentos consultados. Se utilizaron fichas de registro o localización (bibliográfica y hemerográfica) y de documentación e investigación (textual y de resumen).</p>
	Muestra			<p>La muestra estuvo conformada por todas las plantas dentro del metro cuadrado de cada unidad experimental y por 10 plantas seleccionadas completamente al azar.</p>
Nivel de investigación	Tipo de muestreo	Técnicas estadísticas	Técnicas de trabajo de campo	Instrumentos estadísticos
<p>Experimental, porque se manipulo y controlo la variable independiente (genotipos de trigo) y se evaluó las variables dependientes (indicadores morfológicos y agronómicos).</p>	<p>Probabilístico, en forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de trigo al momento de la siembra tiene la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.</p>	<p>La prueba de hipótesis se realizará mediante el análisis de varianza con la prueba F (ANOVA), al nivel de significación de 5% de las fuentes de variabilidad de los bloques y tratamientos. Para la comparación de las medias se utilizará la prueba de Duncan al nivel de 5%</p>	<p>La "observación" permitió tener información directa de los genotipos de trigo campo y de sus indicadores morfológicos y agronómicos.</p>	<p>Los softwares como Excel e Infostat permitieron la elaboración de la base de datos y el análisis del mismo.</p>

Tabla 17. Promedio de longitud de hoja, expresado en centímetros

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	23.89	20.55	18.67	22.06	22.11	17.93	22.34	147.55	21.08
II	27.88	19.55	18.73	21.33	19.41	21.00	19.23	147.13	21.02
III	24.38	22.41	18.45	23.62	18.96	20.28	21.68	149.78	21.40
IV	27.08	20.34	18.52	23.14	25.35	17.74	21.87	154.04	22.01
Σ	103.23	82.85	74.37	90.15	85.83	76.95	85.12	598.50	85.50
\bar{Y}	25.81	20.71	18.59	22.54	21.46	19.24	21.28	149.625	21.38

Tabla 18. Promedio de ancho de hoja, expresado en centímetros

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	1.57	1.77	1.47	1.71	1.77	1.50	1.61	11.40	1.63
II	1.59	1.65	1.48	1.73	1.73	1.60	1.43	11.21	1.60
III	1.57	1.72	1.44	1.69	1.36	1.58	1.59	10.95	1.56
IV	1.44	1.74	1.50	1.56	1.68	1.52	1.44	10.88	1.55
Σ	6.17	6.88	5.89	6.69	6.54	6.20	6.07	44.44	6.35
\bar{Y}	1.54	1.72	1.47	1.67	1.64	1.55	1.52	11.11	1.59

Tabla 19. Promedio de altura de planta, expresado en centímetros

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	64.25	70.50	61.80	83.10	81.45	77.80	76.65	515.55	73.65
II	83.80	76.50	62.00	80.70	78.00	80.50	76.20	537.70	76.81
III	80.80	81.10	62.20	78.70	69.70	81.50	79.00	533.00	76.14
IV	80.50	75.50	61.70	79.10	71.20	65.70	81.10	514.80	73.54
Σ	309.35	303.60	247.70	321.60	300.35	305.50	312.95	2101.05	300.15
\bar{Y}	77.34	75.90	61.93	80.40	75.09	76.38	78.24	525.26	75.04

Tabla 20. Promedio de longitud de espiga, expresado en centímetros

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	11.19	10.63	7.83	9.95	10.75	10.64	10.15	71.14	10.16
II	12.05	10.35	8.01	10.40	10.15	10.65	9.60	71.21	10.17
III	13.00	10.15	7.65	10.90	10.00	10.10	10.45	72.25	10.32
IV	11.00	10.10	7.75	9.14	11.00	10.22	9.82	69.03	9.86
Σ	47.24	41.23	31.24	40.39	41.90	41.61	40.02	283.63	40.52
\bar{Y}	11.81	10.31	7.81	10.10	10.48	10.40	10.01	70.91	10.13

Tabla 21. Promedio de peso del grano por m², expresado en gramos

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	490.00	370.00	330.00	470.00	550.00	370.00	460.00	3040.00	434.29
II	480.00	390.00	320.00	490.00	560.00	340.00	440.00	3020.00	431.43
III	510.00	380.00	310.00	500.00	540.00	380.00	470.00	3090.00	441.43
IV	490.00	350.00	290.00	490.00	560.00	340.00	460.00	2980.00	425.71
Σ	1970.0	1490.0	1250.0	1950.0	2210.0	1430.0	1830.0	12130.0	1732.8
\bar{Y}	492.50	372.50	312.50	487.50	552.50	357.50	457.50	3032.50	433.21

Tabla 22. Promedio del peso de mil granos, expresado en gramos

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	34.00	32.80	35.10	44.85	44.50	37.25	36.40	264.90	37.84
II	35.70	32.70	35.30	44.30	44.90	36.65	36.75	266.30	38.04
III	32.90	34.25	35.65	44.35	44.50	36.95	35.60	264.20	37.74
IV	35.10	33.25	35.15	44.45	44.40	37.05	36.50	265.90	37.99
Σ	137.70	133.00	141.20	177.95	178.30	147.90	145.25	1061.30	151.61
\bar{Y}	34.43	33.25	35.30	44.49	44.58	36.98	36.31	265.33	37.90

Tabla 23. Promedio de número de espigas por m²

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	240.00	250.00	391.00	427.00	414.00	316.00	393.00	2431.00	347.29
II	290.00	341.00	258.00	326.00	439.00	328.00	396.00	2378.00	339.71
III	362.00	386.00	478.00	326.00	289.00	314.00	308.00	2463.00	351.86
IV	351.00	318.00	296.00	385.00	317.00	305.00	433.00	2405.00	343.57
Σ	1243.0	1295.0	1423.0	1464.0	1459.0	1263.0	1530.0	9677.0	1382.4
\bar{Y}	310.75	323.75	355.75	366.00	364.75	315.75	382.50	2419.25	345.61

Tabla 24. Promedio de número de granos por espiga

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	94.10	72.70	49.33	54.80	60.60	61.80	57.00	450.33	64.33
II	90.20	66.90	49.23	53.10	66.20	56.80	69.14	451.57	64.51
III	89.30	67.50	49.45	81.50	57.50	60.80	69.50	475.55	67.94
IV	97.00	72.60	49.49	47.00	88.30	63.89	67.20	485.48	69.35
Σ	370.60	279.70	197.50	236.40	272.60	243.29	262.84	1862.93	266.13
\bar{Y}	92.65	69.93	49.38	59.10	68.15	60.82	65.71	465.73	66.53

Tabla 25. Promedio de número de espiguillas por espiga

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	19.50	23.90	15.00	19.40	21.30	21.50	21.50	142.10	20.30
II	21.90	22.00	15.50	19.50	22.00	20.50	21.14	142.54	20.36
III	21.90	21.40	14.50	21.90	20.50	18.80	20.30	139.30	19.90
IV	21.60	19.80	15.00	14.86	21.70	19.00	18.70	130.66	18.67
Σ	84.90	87.10	60.00	75.66	85.50	79.80	81.64	554.60	79.23
\bar{Y}	21.23	21.78	15.00	18.92	21.38	19.95	20.41	138.65	19.81

Tabla 26. Promedio de número de granos por espiguilla

Repetición	Tratamientos							Σ	\bar{Y}
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
I	4.83	3.04	3.29	2.82	2.85	2.87	2.65	22.35	3.19
II	4.12	3.04	3.18	2.72	3.01	2.77	3.27	22.11	3.16
III	4.08	3.15	3.41	3.72	2.80	3.23	3.42	23.81	3.40
IV	4.49	3.67	3.30	3.16	4.07	3.36	3.59	25.64	3.66
Σ	17.52	12.90	13.18	12.42	12.73	12.23	12.93	93.91	13.42
\bar{Y}	4.38	3.23	3.30	3.11	3.18	3.06	3.23	23.48	3.35



Figura 13. Muestreo de suelo para su análisis



Figura 14. Pasada con rastra



Figura 15. Surcado



Figura 16. Demarcación del campo experimental



Figura 17. Prueba de germinación



Figura 18. Siembra



Figura 19. Deshierbo



Figura 20. Pesado de fertilizantes para su aplicación



Figura 21. Medición de la longitud de hoja



Figura 22. Medición del ancho de hoja



Figura 23. Medición de la altura de planta



Figura 24. Medida de longitud de espiga



Figura 25. Conteo de granos



Figura 26. Pesado de granos



Figura 27. Conteo de número de espigas por m²



Figura 28. Conteo de número de granos por espiga



Figura 29. Conteo de número de espiguillas por espiga



Figura 30. Cosecha



Figura 31. Trilla manual



Figura 32. Campo experimental en floración



Figura 33. Campo experimental en madurez comercial



Figura 34. Supervisión del jurado

NOTA BIOGRÁFICA

**Nombres y apellidos**

Anghelo Jhosepp Japa Espinoza

Fecha de nacimiento

19 de abril de 1999

Edad

23 años

Educación inicial : Institución Educativa N° 32166 de Huacchacancha
(2004)

Educación primaria : Institución Educativa N° 32166 de Huacchacancha
(2005 - 2010)

Educación secundaria : Institución Educativa “San Lorenzo” de
Conchamarca
(2011 – 2015)

Educación superior : Universidad Nacional Hermilio Valdizán
Facultad de Ciencias Agrarias
Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica
(2017-2021)

Grado de estudio : Bachiller en Ingeniería Agronómica
(2022)

Trayectoria laboral : ANDEAN ROOTS SAC
Jefe del Área de Producción Agrícola
(2021 – A la fecha)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ANGHELO JHOSEPP JAPA ESPINOZA

Departamento : HUANUCO

Distrito : HUANUCO

Referencia : H.R. 77674-146C

Provincia : HUANUCO

Predio : CANCHAN

Bolt.: 5345

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
12764		6.97	0.38	0.00	1.55	20.9	177	48	28	24	Fr.	13.12	9.45	3.01	0.28	0.38	0.00	13.12	13.12	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Dr. Constantino Calderón Mendoza
 Jefe del Laboratorio

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareao total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %C x 1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.05M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)₂N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₂)₂N; pH 7.0
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)₂N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al³⁺ + H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
 - a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica
 - b) Cl, CO₃=, HCO₃=, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación del Suelo	CE(es)	CLASIFICACIÓN %	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	*bajo <2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio 2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto >4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES		Distribución de Cationes %		
Clasificación del Suelo	pH	A = arena	Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso	Ca ²⁺	=	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	mg ²⁺	=	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L. = franco limoso	Ar.L. = arcilloso limoso			
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar. = arcilloso			
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4					
*fuertemente alcalino	>8.5					



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de Huánuco a los 16 días del mes de noviembre del año 2022, siendo las 11.00 horas de acuerdo al Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán-Huánuco, y en virtud de la Resolución de Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL, de fecha 12 de setiembre de 2022, se dispone que los decanos de las 14 facultades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco programen, A PARTIR DE LA FECHA, la sustentación de tesis de pregrado de manera presencial, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 150 - 2021 - UNHEVAL-FCA-D, de fecha 06/06/2021, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

" Identificación de genotipos de trigo (Triticum aestivum L.) sobresalientes en rendimiento, empleando indicadores morfológicos y agronómicos, en condiciones del Valle Higuera, 2021 "

presentada por el (la) Bachiller en Ingeniería Agronómica:

Anghelo Josepp Japa Espinoza

Bajo el asesoramiento de:

Dra. Milka Tello Villavicencio

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

PRESIDENTE : Dr. David Alcides Maguera Lupaca
SECRETARIO : Mg. Feli Ricardo Jara Claudio
VOCAL : Ing. Grifelio Vargas García
ACCESITARIO 1 : Ing. Salomón Harry Santolalla Ruiz
ACCESITARIO 2 : Dr. Pedro David Córdova Trujillo

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO por UNANIMIDAD con el cuantitativo de Diecisiete (17) y cualitativo de MUY BUENO quedando el sustentante APTO para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 12.30 horas.

Huánuco, 16 de noviembre de 2022

[Firma]
 PRESIDENTE

[Firma]
 SECRETARIO

[Firma]
 VOCAL



"Año de la Universalización de la Salud"
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
HUÁNUCO - PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
 LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 099-2019-SUNEDU/CD



- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
 - Excelente (19, 20) Aprobado

OBSERVACIONES:

 Sin observaciones

Huánuco, 16 de noviembre de 2022

[Signature]
 PRESIDENTE

[Signature]
 SECRETARIO

[Signature]
 VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Huánuco, ____ de ____ de 20__

 PRESIDENTE

 SECRETARIO

 VOCAL

CONSTANCIA DE TURNITIN N° 059 - 2022- UNHEVAL- FCA

CONSTANCIA DEL PROGRAMA TURNITIN PARA BORRADOR DE TESIS

LA DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Hace constar que el Título:

IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)
SOBRESALIENTES EN RENDIMIENTO, EMPLEANDO INDICADORES
MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS, EN CONDICIONES DEL VALLE HIGUERAS,
2021

Presentado por (el) (la) alumno (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias,
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica.

Anghelo Jhosepp Japa Espinoza;

La misma que fue aplicado en el programa: “turnitin”

La TESIS; para Revisión.pdf; con Fecha: 22 de setiembre 2022

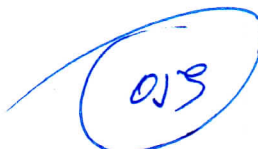
Resultado: **26 % de similitud general**, rango considerado: **Apto**, por disposición
de la Facultad.

Para lo cual firmo el presente para los fines correspondientes.

Atentamente.

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CONSTANCIA N°

Dr. Antonio S. Corzo y Maldonado
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
DE LA F.C.A.



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	Ciencias Agrarias
Escuela Profesional	Ingeniería Agronómica
Carrera Profesional	Ingeniería Agronómica
Grado que otorga	
Título que otorga	Ingeniero Agrónomo

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	
Grado que otorga	

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	Japa Espinoza Anghelo Jhosepp							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	966327394
Nro. de Documento:	73306391				Correo Electrónico:	ajapaespinoza19@gmail.com		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:					Correo Electrónico:			

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO			
Apellidos y Nombres:	Tello Villavicencio Milka Nelly			ORCID ID:	0000-0001-7580-0342	
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		Nro. de documento:	22413751

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	Máquera Lupaca David Alcides
Secretario:	Jara Claudio Fleli Ricardo
Vocal:	Vargas García Grifelio
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	Santolalla Ruiz Salomón Harry

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

<p>a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)</p> <p>IDENTIFICACIÓN DE GENOTIPOS DE TRIGO (<i>Triticum aestivum</i> L.) SOBRESALIENTES EN RENDIMIENTO, EMPLEANDO INDICADORES MORFOLÓGICOS Y AGRONÓMICOS, EN CONDICIONES DEL VALLE HIGUERAS, 2021</p>
<p>b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)</p> <p>Título Profesional de Ingeniero Agrónomo</p>
<p>c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.</p>
<p>d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.</p>
<p>e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.</p>
<p>f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.</p>
<p>g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.</p>
<p>h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, someténdome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.</p>



6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2022					
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>		
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>		
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	Identificación	<input type="checkbox"/>	Genotipo	<input type="checkbox"/>	Trigo	<input type="checkbox"/>		
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):					SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	Universidad Nacional Agraria La Molina – Proyecto 017-2020-FONDECYT – BM, financiado por el CONCYTEC – FONDECYT a través del Banco Mundial CP N° 8682 – PE – BM – FONDECYT / CONCYTEC							

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 	
Apellidos y Nombres: Japa Espinoza Anghelo Jhosepp	Huella Digital
DNI: 73306391	
Firma:	Huella Digital
Apellidos y Nombres:	
DNI:	Huella Digital
Fecha: 5 de diciembre del 2022	

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.