

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL TRIGO HARINERO
(*Triticum aestivum*) Y TRIGO DURO (*Triticum turgidum* Var.
Durum) CANAAN 2750 msnm - AYACUCHO”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:
JESÚS MANUEL, FLORES POZO**

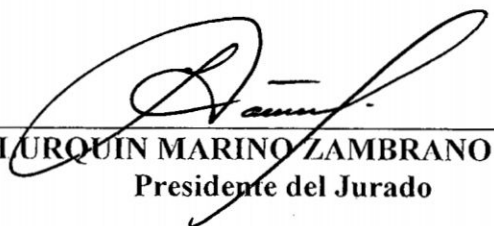
AYACUCHO – PERÚ

2014

Tesis
Ag 1090
Fló
Ej. 1

“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*) Y DURO (*Triticum turgidum* Var. *Durum*) CANAÁN, 2750 msnm) – AYACUCHO”

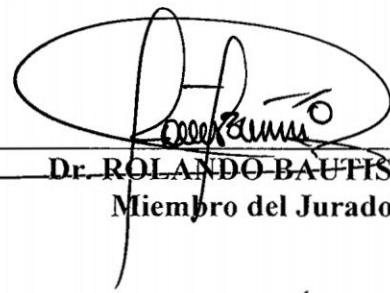
Recomendado : 03 de setiembre de 2014
Aprobado : 24 de octubre de 2014



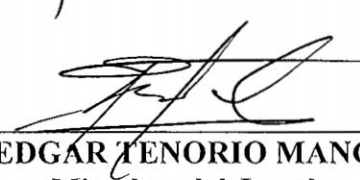
Dr. IURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Presidente del Jurado



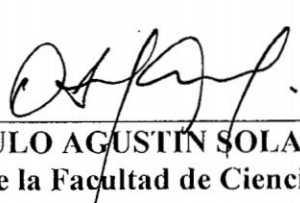
Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA
Miembro del Jurado



Dr. ROLANDO BAUFISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA
Miembro del Jurado



Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

*A mis queridos padres Justiniano y Eugenia,
por brindarme siempre su apoyo incondicional y
comprensión durante mi vida estudiantil.*

*A mis hermanos Alfredo, Javier, Edgar,
Yovana, Samuel y Roxana por el apoyo que me
brindaron siempre.*

A Yiene Karina, por su aliento incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por acogerme en su aulas y ser el alma máter de mi formación profesional.

Al Ing. Eduardo ROBLES GARCIA, asesor del presente trabajo, por su apoyo incondicional en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo.

A mis maestros de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía por brindarme sus conocimientos que fueron muy importantes para la realización del presente trabajo y mi formación profesional.

Mis sinceros agradecimientos a todas las personas y amigos que me brindaron su apoyo para la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Introducción	01

CAPITULO I REVISION DE LITERATURA

1.1. ORIGEN DEL TRIGO	04
1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	05
1.3. MORFOLOGÍA	08
1.4. CLIMA	10
1.5. LUZ	12
1.6. AGUA	13
1.7. FERTILIZACIÓN	14
1.8. VARIEDADES DE TRIGO EVALUADAS EN AYACUCHO	19
1.9. CALIDAD DEL TRIGO	24

CAPITULO II MATERIALES Y METODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	33
2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL	33
2.3. ANÁLISIS DEL SUELO	34
2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS	35
2.5. TRATAMIENTOS	38
2.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	39
2.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	41
2.8. VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO	44

CAPITULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. VARIABLES DE PRECOCIDAD	49
3.2. VARIABLES DE RENDIMIENTO	52
3.3. ANÁLISIS DEL NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA, PESO DE GRANOS POR ESPIGA Y LONGITUD DE ESPIGA.	62
3.4. REGRESIÓN MÚLTIPLE DEL PESO DE GRANO/ESPIGA EN FUNCION DEL NÚMERO DE GRANOS Y LA LONGITUD DE ESPIGA DE LOS GENOTIPOS DUROS Y HARINEROS.	64
3.5. VARIABLES DE CALIDAD	73

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	78
4.2. RECOMENDACIONES	80
RESUMEN	81
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	83
ANEXOS	88

INTRODUCCIÓN

Es indudable el papel que tiene el trigo como fuente de alimentación para la humanidad. Cada día aumenta más la población mundial y en consecuencia también debe aumentar la cantidad de alimento producido para abastecer a ésta población. Ciertamente, se hace necesario intensificar el mejoramiento genético de las variedades de trigo para obtener una máxima productividad (**BARRIGA, 2008**).

En el Perú, el trigo es un cereal muy utilizado en la alimentación de la población peruana, pero nuestra producción es deficitaria, a tal punto que la producción de trigo en el Perú al año 2012 fue de 226,135 toneladas, las importaciones se centraron en dos productos: trigo duro con 173,631 toneladas y los trigos harineros con 1 522 977 toneladas. Como se aprecia existe gran diferencia con respecto al nivel de producción nacional. Esta problemática nos hace dependientes de las importaciones. La producción del trigo nacional se desarrolla mayormente sobre los 2000

y hasta 4000 metros de altitud, en tierras marginales que pertenecen a los agricultores más pobres del país, los que no disponen de semilla certificada que les garantice calidad y productividad, ni asistencia técnica, ni están organizados, a pesar que la población campesina de nuestra sierra mucho depende de este grano para su alimentación y su economía **(MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2013)**.

Para obtener alta productividad en cualquier cultivo hay que tener muy claro cuáles son los componentes del rendimiento que afectan directamente su productividad y calidad final. Es igualmente importante el conocimiento de aquellos factores que inciden sobre la determinación de estos parámetros, pues permitirá disponer con mayor certidumbre de la información necesaria para la toma de decisiones operativas que intervengan en la generación del rendimiento **(WALSH, 1984)**.

El presente trabajo experimental servirá para la difusión de los resultados de variedades de trigo en proceso de adaptación y otras variedades de conocida adaptación a la zona de Ayacucho.

La introducción de variedades y su adaptación es un primer método de mejoramiento genético, al utilizar dos variedades adaptadas de alto rendimiento y dos variedades de adaptación reciente, traerán como respuesta altos rendimientos, además se utilizará el manejo agronómico apropiado como es: control de malezas, riego oportuno, abonamiento óptimo.

OBJETIVOS

- 1. Evaluar la productividad y la calidad de dos variedades de trigo harinero y dos variedades de trigo durum.**
- 2. Estudiar la variación biométrica de las características de rendimiento de las dos especies de trigo.**

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN DEL TRIGO.

VAVILOV (1951), afirma que el trigo es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y su historia se confunde con la agricultura. Se le cree originario de las zonas próximas a los ríos Tigris y Eúfrates, en Asia occidental. De hecho, actualmente la mayor diversidad genética en trigos se encuentra en Irán, Israel y zonas limítrofes. En cuanto a su panificación, Egipto fue el primer lugar donde se practicó.

Desde las zonas de Oriente Próximo, el trigo se extendió al resto del mundo. A España llegó alrededor del año 4000 a.c., y en América lo introdujo Hernán Cortes en las épocas iniciales del proceso de colonización española.

La **FAO (1991)** reporta que el trigo aparentemente fue cultivado en el medio oriente 10,000 a 15,000 años antes de Cristo; mencionado en

escritos 550 años A.C. Muchas de las características de las plantas eran bien conocidas 2,000 años atrás, cuando ya era evidentemente cultivado como alimento. Se remonta a la más primaria existencia humana. Si el hombre no domesticó el trigo en los Valles del Tigris y el Eúfrates, entonces ahí ya existía el trigo, permitiéndole subsistir y progresar, desarrollar el arte y la ciencia. El hecho es que el trigo se generalizó en el consumo casi en todas las Regiones del Planeta.

1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

CRONQUIST (1987) clasifica el trigo de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Sub clase	:	Commelinidae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sub Familia	:	Pooideae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	<i>Triticum</i>
	:	<i>Triticum aestivum</i>
	:	<i>T. durum</i>
	:	<i>T. Compactum</i>

JARA (1993), menciona que el trigo se puede clasificar las formas siguientes:

a) Clasificación Comercial.

Textura del grano : duro, suave

Color de grano : rojo, blanco

Hábito vegetativo : primaveral, invernal

b) Clasificación con base en el número de cromosomas.

SAKAMURA en 1918, citado por **JARA** (1993), clasificó al trigo con base en el número cromosómico, estableciendo tres grupos. El grupo diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

La **FAO (1991)**, Botánicamente el trigo pertenece a la familia Poaceae y a la tribu Triticeae. Existen tres grupos de especies: diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

La especie más importante que pertenece al grupo hexaploide, es *Triticum aestivum*, conocida como trigo común, trigo harinero o trigo de panificación. Un 90% de la producción mundial de trigo corresponde a esta especie.

Los granos de trigo harinero varían en textura, clasificándolos como duros y blandos. Los trigos harineros de grano blandos son principalmente aptos para panificación, mientras que los de grano duro tienen calidad

apropiada para la fabricación de galletas, fideos y productos de repostería.

La otra de importancia pertenece al grupo tetraploide, es *Triticum turgidum var. Durum*, del cual se extrae semolina que se usa para elaborar macarrones y otras pastas alimenticias. Esta especie cubre alrededor del 10 % de la producción mundial de trigo.

Los trigos pueden ser sub divididos en forma amplia en tipos de grano vítreo y opaco. El trigo harinero, *Triticum aestivum* es generalmente opaco, mientras que el trigo *durum*, *Triticum turgidum var. Durum*, y las especies diploides son vítreas. Los trigos vítreos generalmente tienen mayor valor proteico.

El trigo común, o de tipo hexaploide, es usado principalmente para la elaboración de pan, y el trigo cristalino o duro, se emplea básicamente para la elaboración de pastas y macarrones. Una de las principales diferencias entre estos dos tipos es que los hexaploides tienen los genomios AABBDD; en tanto que los tetraploides tienen solamente los genomios AABB. En el genomio DD, provienen de *Aegilops squarrosa*; se localizan los genes que dan elasticidad al gluten.

De acuerdo al hábito de crecimiento del cereal, son primaverales, facultativos e invernales. Los trigos primaverales no requieren de un

periodo de frío (vernalización) para formar su primordio floral, se siembran donde no se producen bajas temperaturas. Los trigos facultativos tienen mayores requerimientos de frío que los trigos primaverales y menores que los invernales para formar su primordio floral. Los trigos invernales requieren un sin número de horas frío para formación de primordio floral.

1.3 MORFOLOGÍA.

GISPERT (1984), sostiene que el grano de trigo es una cariósipide (fruto seco) e indehisciente, a cuya única semilla está adherido el pericarpio. Tiene forma ovoidal y lo componen el embrión, el endospermo y el involucro.

El embrión está en el extremo de la cariósipide, el papel que desempeña es la de reproducción de la planta. En él se encuentran ya formados los órganos principales del futuro individuo: la radícula, la plumilla. El embrión contiene fundamentalmente trazas, sustancias nitrogenadas, enzimas, vitaminas y hormonas.

El endospermo constituye la mayor parte del grano y está formado por una capa aleurónica externa, un parénquima interno, cuyas células son ricas en almidón y menos ricas en sustancias proteicas a medida que nos acercamos al interior del grano. El endospermo contiene asimismo pequeños porcentajes de grasas, sustancias minerales y enzimas.

El involucro del grano está formado por células del pericarpio y del espermodermo subyacente.

La raíz es fasciculada, consta de raíces seminales y adventicias o secundarias, las primeras en número de 3 a 8 siendo de origen embrionario, finas, ramificadas y ricas en pelos radicales. Las raíces secundarias surgen posteriormente a las seminales a partir del momento en que la planta ha formado su tercera o cuarta hoja. Las raíces adventicias son más gruesas y robustas, numerosas y desarrolladas, constituyendo la gran masa del sistema radical de la planta. La profundidad que puede alcanzar las raíces depende del estado nutritivo de la planta y de la naturaleza del terreno.

El tallo del trigo es una caña, formada por nudos y entrenudos, provisto de hojas y de una inflorescencia en su extremidad superior.

Las hojas se originan en los entrenudos y se disponen en dos ringleras a lo largo de la caña: son dísticas. Cada hoja se compone de una vaina, que abraza el tallo, seguida de una larga y angosta lámina. En la línea de unión de la vaina y la lámina foliar se halla una membrana, blanca, denominada lígula.

La espiga, consta de un tallo central entrenudos cortos llamados raquis, en cada uno de cuyos nudos se asienta una espiguilla, protegida por dos

brácteas más o menos coriáceas o glumas a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores incipientes, de las cuales abortan la mayor parte. Cada flor consta por dos brácteas verdes o glumillas, de las cuales la exterior se prolonga en una barba o arista en los trigos barbados.

El ovario es unilocular con estilo bifido y estigma plumoso. El número haploide de cromosomas en el trigo es 7. La poliploidía ha jugado un gran papel en el origen de las especies de trigo.

1.4 CLIMA.

a. Temperatura

La temperatura tiene su incidencia en los diferentes estadios del cultivo, como germinación; macollamiento y encañado; espigado y maduración.

b. Germinación

JARA (1993), indica que la temperatura óptima es de 20 a 25 °C sin embargo, el trigo puede germinar en un rango de 1 a 35 °C a temperaturas más altas, el endosperma puede descomponerse por la acción de bacterias u hongos del suelo.

GISPERT (1984), enfoca que a partir de una temperatura de 3 °C y con la humedad y aireación necesarias el grano de trigo comienza a germinar, hinchándose primero por absorber agua.

c. Macollamiento y encañado

JARA (1993), menciona que las temperaturas de 18 a 22 °C favorecen un crecimiento activo de la planta. A medida que la temperatura sube de 22 a 42 °C, disminuyen el número de macollos, la longitud de la raíz, la altura de la planta y la coloración verde de las hojas. Entre los efectos indirectos del calor, excesivo y prolongado, se observa una disminución de la respiración, debido a una marcada reducción de las reservas de las plantas.

GISPERT (1984), señala que el proceso de ahijamiento donde nacen tallos secundarios, que tiene lugar del segundo nudo del tallo de la planta madre. Las matas más ahijadas tendrán hasta veinte hijos. El poder de ahijamiento depende de la variedad de trigo utilizada, pero existen varios factores que condicionan el amacollado. Así, el número de hijos viene favorecido por la humedad, el aporcado, la siembra temprana, la riqueza del suelo, buena temperatura y la poca densidad de siembra.

A medida que asciende la temperatura en primavera, llega un momento en que los nudos pierden su facultad de emitir hijos. A partir de este momento empieza el encañado, consistente en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. Durante la fase de encañado comienza un periodo de gran variedad fisiológica. La extracción de elementos nutritivos del suelo empieza a ser grande, especialmente de materias

nitrogenadas y aumentan las necesidades hídricas, es al final del encañado cuando la espiga esta próxima a salir.

d. Espigado y Maduración

JARA (1993), explica que los granos alcanzan buena cantidad de materia seca al momento de la cosecha con una temperatura promedio de 22 °C durante la maduración. En la época de espigado los cambios bruscos de temperatura o heladas, producen esterilidad; por falta de apertura de los estambres. El vaneamiento (espigas vanas) se observa siempre cuando las temperaturas sean menores a 15 °C durante la fecundación. Las temperaturas bajas o heladas durante el periodo de fecundación a grano pastoso causan plasmólisis, produciendo granos arrugados, reduciendo el rendimiento y la capacidad germinativa. Temperaturas altas durante el periodo de espigado a maduración pueden afectar la calidad proteica del grano, especialmente las características de panificación. Altas temperaturas en este estadio pueden ocasionar un secado violento de las plantas, con producción de granos arrugados por falta de un llenado normal de los mismos.

1.5 LUZ.

JARA (1993), reporta que bajo ciertas condiciones y dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperíodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la

luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperatura. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia. El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de ocho horas de luz continua bajo temperaturas favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 21 °C a más, y días largos. Cuando los días son cortos en el periodo de formación maduración, el ciclo vegetativo se prolonga.

Bajas intensidades de luz, cercanas a la fecha del proceso de fecundación, pueden reducir el número de flores por espiga; y, si esta poca luminosidad es posterior a la fecundación, puede afectarse el peso de los granos.

1.6 AGUA.

El trigo es abastecido de agua por dos vías: por precipitaciones y a través de riegos por gravedad, siendo el primero común en nuestra serranía.

JARA (1993), señala como precipitación óptima de 600 a 800 mm, distribuidos durante el ciclo del cultivo. Durante los dos últimos meses anteriores a la cosecha, se tiene de 80 a 150 mm de precipitación. El periodo de mayor consumo diario es de espigazón - cuaje, a partir de mediados de encañado, con un máximo en espigazón floración. Durante el llenado de grano el consumo disminuye progresivamente, ya que

disminuye el área foliar, a pesar que la demanda ambiental aún es elevada. La mayor demanda que no es satisfecha por el suelo desde el punto fisiológico es en meiosis del polen.

El exceso de agua en el periodo de crecimiento puede causar problemas de encharcamiento del suelo. Que a su vez, origina temperaturas muy bajas que interfieren con la aireación y nitrificación, ocasionando la clorosis o muerte de plantas por asfixia. Si el exceso de humedad del suelo es acompañado de alta humedad atmosférica, pueden favorecerse el desarrollo de enfermedades, especialmente si hay temperaturas altas.

El peso hectolítrico del grano y su apariencia puede verse afectado. Durante la cosecha, las lluvias tardías y en exceso pueden causar la germinación de los granos en las espigas. Esto afecta la calidad, el rendimiento y posterior almacenamiento. Por otra parte, el déficit hídrico altera el normal funcionamiento de las plantas, influyendo de este modo sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. Los procesos fisiológicos tienen distintos grados de sensibilidad frente al déficit de agua.

1.7 FERTILIZACIÓN.

ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA (1999), indica que las cantidades medias de nutrientes extraídos por las plantas de trigo son, aproximadamente, 3 kg de nitrógeno (N), 1 kg de fosfatos (P_2O_5) y 2 kg de potasa (K_2O) por cada 100 kg de grano producido.

Debido a la movilidad del nitrógeno, la aplicación del mismo debe fraccionarse en función de las características del clima y el suelo. Habitualmente, se aplica como máximo un tercio de la cantidad del nitrógeno total en la siembra, y el resto, entre el final del ahijamiento y el comienzo del encañado. Así se favorece el incremento del número y el vigor de los tallos con espigas, la fertilidad de éstas y el desarrollo de las hojas, así mismo es importante evitar el exceso de abono nitrogenado, que puede provocar el encamado del cereal y favorecer el desarrollo de enfermedades. La aplicación de fósforo y potasio se realiza en una sola dosis, con la siembra.

PARODI Y ROMERO (1991), reporta que la aplicación de los fertilizantes se efectúa utilizando todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y la otra mitad al macollaje (30 a 45 días después de la siembra). En ciertos casos al nitrógeno puede fraccionarse para que la asimilación sea gradual esto depende del número de veces, principalmente de la textura del suelo clima. En condiciones de fuerte precipitación se recomienda fraccionar. 1/3 a la siembra y 2/3 al macollaje.

RODRÍGUEZ (1988), señala que los macro elementos nitrógeno y en segundo término fósforo y potasio, se encuentran con frecuencia en cantidades inferiores a las requeridas por las plantas para alcanzar altos rendimientos. Los fertilizantes se hacen indispensables, debiendo ser

agregados al suelo para proporcionar a las plantas las cantidades necesarias para optimizar su productividad.

Una de las prácticas recomendadas para incrementar la eficiencia de uso del nitrógeno a valores que rondan el 70 %, es la fertilización foliar. Sin embargo esta alternativa se ve limitada por las bajas cantidades que se pueden adicionar por aplicación (10 kg N/ha). Ante condiciones propicias para la pérdida de nitrógeno, habría que tratar de incorporar el fertilizante al suelo o utilizar dosis bajas en más de una aplicación. Otra alternativa es la utilización de inhibidores de la actividad ureásica o de la nitrificación o fertilizantes de liberación lenta.

Sin duda la mejora genética de híbridos o cultivares capaces de utilizar con mayor eficiencia el nitrógeno de gran utilidad, sin embargo esto se contrapone con la selección en ambientes de alta dotación de nitrógeno.

FUERTES (2005) revela que la dosis óptima que permite obtener el máximo rendimiento del cultivo de trigo, en las condiciones climáticas de Álava en Argentina, se sitúa en 155 kg de nitrógeno por hectárea. También señala que dosis de fertilización iguales o menores a 100 kg por hectárea producen harinas con aptitudes insuficientes para la panificación, mientras que 140 kg por hectárea producen harinas mediocres y 180 kg por hectárea, harinas con buenas aptitudes de panificación.



Además, de acuerdo con la investigación, el hecho de repartir la dosis de fertilizante en tres aportes (en lugar de dos) no sólo permite atenuar las pérdidas de nitrógeno por filtración a las aguas subterráneas y por emisión de gas, sino que los efectos beneficiosos llegan hasta el punto de afirmar que una dosis menor, más repartida a lo largo del tiempo, es capaz de mejorar la calidad del grano. Por ejemplo, un tratamiento de 140 kg de nitrógeno por hectárea repartido en tres aportes consigue la misma calidad de harina que la aplicación de 180 kg por hectárea en dos fases.

QUINTERO (2007) menciona la eficiencia con la que los cultivos utilizan el fertilizante aplicado es de suma importancia económica, dado que está relacionada directamente con el beneficio de la fertilización. La eficiencia puede ser expresada como las unidades de producto generado por unidad de nutriente aplicado, o como la proporción del nutriente adicionado que absorbe el cultivo.

La eficiencia fisiológica con la que las plantas utilizan el N, depende de las características de la especie y la disponibilidad de N. Si bien es un valor que fluctúa en un amplio rango, para el maíz se puede asumir una media de 40 kg de grano por kg de N absorbido en toda la planta, mientras que para el trigo la eficiencia fisiológica media está alrededor de 30 kg de grano por kg de N. Los coeficientes de requerimientos de N que se utilizan en los modelos de balance son la inversa de esta eficiencia, lo que da para maíz unos 20 a 25 kg de Nitrógeno por 1 tonelada de grano y para el trigo unos 30 a 35 kg.

La eficiencia agronómica expresa los kg de grano producidos por kg de N aplicado como fertilizante. Este valor depende de la eficiencia fisiológica del híbrido o cultivar, de la proporción del N disponible que es absorbido por el cultivo y de las pérdidas que ocurran durante el ciclo. Por lo tanto la eficiencia agronómica varía entre un máximo igual a la eficiencia fisiológica y cero, a medida que la absorción de N se ve limitada por otro factor como la disponibilidad de agua o se incrementan las pérdidas.

En el caso de la fertilización de cereales con nitrógeno, la eficiencia de utilización del N ha sido estimada en el orden del 33 % a nivel mundial. Esta estimación se realizó teniendo en cuenta la producción mundial de cereales, la concentración de N en los granos, el consumo de fertilizantes y suponiendo que el suelo y la atmósfera aportan un 50 % del N total removido.

En términos generales, se estima que entre el 50 y el 80 % de N aplicado es aprovechado por el cultivo, lo que implica que entre 20 y 50 % del N se puede perder del sistema, con un consecuente perjuicio económico y ambiental. Las pérdidas de N se producen por diferentes vías de distinta magnitud e importancia.

1.8 VARIEDADES DE TRIGO EVALUADAS EN AYACUCHO.

EL MINISTERIO DE AGRICULTURA (2004) expone mediante el INIA, las características agronómicas y morfológicas de las variedades evaluadas en el presente ensayo:

1.8.1 Variedad Nazareno

Cruza realizada en el CIMMYT, se originó de la línea KEA/TOW//LIRA con Pedigree: CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y, sus progenitores son: Progenitor femenino LIRA y Progenitor masculino: KEA/TOW.

1. Rango de adaptación

2700 a 3500 msnm

2. Descripción del cultivo

Macollamiento	: Regular
Tipo de espiga	: Aristado
Densidad de espiga	: Intermedia
Color del Grano	: amarillo ámbar
Nº de granos / espiga	: 48
Peso hectolítrico	: 79 kg/hl
Peso de 1000 granos	: 39.80 g
Altura de planta	: 85.0 cm
Días al espigado	: 77
Días a madurez	: 160
Rendimiento promedio Campo	: 5.0 t/ha

3. Reacción a enfermedades

Roya amarilla o lineal	: Moderadamente resistente
Roya del tallo	: Resistente
Roya de la hoja	: Tolerante
Roya de la espiga	: Tolerante

4. Características físico – químicas del grano

Humedad (%)	: 12.2 %
Materia seca	: 87.8
Proteína (N x 6.25)	: 12.3
Fibra (%)	: 1.27
Cenizas (%)	: 1.46
Grasa (%)	: 1.36
Carbohidratos (%)	: 67.27
Energía (Kcal/100 g)	: 343.97

5. Manejo del cultivo

Densidad de siembra	: 120 – 140 kg/ha
Control de malezas	: limpio el macollaje
Abonamiento	: 120-80-80 de NPK

1.8.2 Variedad de trigo panadero INIA 405 San Isidro

Cruza realizada en el CIMMYT, evaluado en la Estaciones Experimentales Los Andenes, Santa Ana, Baños del Inca y Canaán, cuyos progenitores

son: Progenitor femenino F12.71/COC y Progenitor masculino
BAU/3/BAU. Pedigree: CM 96251-M-OY-7M-ORES

1. Rango de adaptación

2600 msnm a 3800 msnm

2. Descripción del cultivo

Macollamiento	: Regular
Tipo de espiga	: Aristado
Densidad de espiga	: Intermedia
Color del Grano	: amarillo ámbar
Nº de granos / espiga	: 45
Peso hectolítrico	: 78 kg/hl
Peso de 1000 granos	: 36.56 g
Altura de planta	: 75.0 cm
Días al espigado	: 82
Días a madurez	: 145
Rendimiento potencial	: 6.5 t/ha

3. Reacción a enfermedades

Roya amarilla o lineal	: Moderadamente resistente
Roya del tallo	: Resistente
Roya de la hoja	: Tolerante
Roya de la espiga	: Tolerante

4. Características físico – químicas del grano

Humedad (%)	: 12.5 %
Materia seca	: 87.5
Proteína (N x 6.25)	: 12.5
Fibra (%)	: 2.35
Cenizas (%)	: 1.46
Grasa (%)	: 1.48
Carbohidratos (%)	: 68.27
Energía (Kcal/100 g)	: 325.80

1.8.3. Variedad de trigo duro Altar

Esta variedad procede del CIMMYT MEXICO

1. Rango de adaptación

2700 a 3500 msnm

2. Descripción del cultivo

Color del Grano	: amarillo ámbar
Nº de granos / espiga	: 42
Peso hectolítrico	: 81 kg/hl

3. Reacción a enfermedades

Roya amarilla o lineal	: Resistente
Roya del tallo	: Resistente
Roya de la hoja	: Resistente
Roya de la espiga	: Resistente

4. Características físico – químicas del grano

Humedad (%)	: 12.00
Materia seca	: 88.00
Proteína (N x 6.25)	: 13.5
Fibra (%)	: 2.27
Cenizas (%)	: 1.46
Grasa (%)	: 2.23
Carbohidratos (%)	: 67.27
Energía (Kcal/100 g)	: 443

1.8.4. Variedad de trigo duro Línea D-159

Esta línea procede del CIMMYT, evaluada durante 3 años y próximo a ser lanzado como una variedad.

1. Rango de adaptación

2700 a 3500 msnm

2. Descripción del cultivo

Nº de granos / espiga	: 46
Peso hectolitro	: 81 kg/hl
Peso de 1000 granos	: 41.90 g
Color del grano	: Amarillo ámbar
Altura de planta	: 85.0 cm

3. Reacción a enfermedades

Roya amarilla o lineal	: Moderadamente resistente
Roya del tallo	: Resistente
Roya de la hoja	: Resistente
Roya de la espiga	: Resistente

4. Características físico – químicas del grano

Humedad (%)	: 12 %
Materia seca	: 88
Proteína (N x 6.25)	: 14.32
Fibra (%)	: 1.27
Cenizas (%)	: 1.46
Grasa (%)	: 2.45
Carbohidratos (%)	: 67.27
Energía (Kcal/100 g)	: 420.5

1.9 CALIDAD DEL TRIGO.

CALETANO Y MONTERO (2004), menciona que para definir la calidad en el trigo es necesario ubicarnos en algún lugar de la cadena agroalimentaria del trigo. Desde esta perspectiva, la calidad es la capacidad que tiene el producto de satisfacer las necesidades de los consumidores o usuarios del mismo. Para el productor agropecuario (eslabón primario de la cadena), un trigo de calidad será aquel que le permita alcanzar altos rendimientos y mayores márgenes de ganancia.

Para la industria molinera serán por ejemplo, rendimiento de harina en la molienda, peso hectolítrico, peso de 1000 granos etc. Desde el punto de vista de la calidad panadera, los atributos más importantes a tener en cuenta son el contenido de proteína, gluten húmedo, propiedades reológicas de la masa proporcionada por el alveograma, farinograma y ensayos de panificación.

1.9.1 Calidad industrial del trigo

En los programas de mejoramiento del trigo, la calidad considera dos aspectos:

- El comportamiento del trigo durante la molienda.
- El comportamiento de la harina en la manufactura de productos.

El principal uso del trigo es para la elaboración del pan. Además es usado para la elaboración de pastas, galletas dulces y el tipo "cracker", queques y productos especiales. Para estos múltiples propósitos, se requieren diferentes tipos de trigo.

A pesar de que el material del grano de trigo es muy complicado en su estructura y composición, no más de cuatro características parecen gobernar los resultados de las pruebas designadas como: Fuerza, Dureza, Estabilidad y Consistencia.

- a) **La Fuerza.** Está muy relacionada con el contenido de proteína y extensibilidad de la masa, así también con la calidad para panificación. Este factor está más influenciado por condiciones ambientales que por control genético.
- b) **Dureza.** La dureza es producida por la fuerza de unión entre la proteína y el almidón en el endospermo y esta fuerza es controlada genéticamente.
- c) **La estabilidad y Consistencia.** Son dos aspectos de la calidad de la proteína.

La cantidad de proteína en el trigo entero y la harina están altamente correlacionadas. Generalmente la proteína de la harina es 0.8 – 1.8 % menos que el contenido proteico del trigo de el cual proviene la harina. Las diferencias se incrementan con el refinamiento y pureza de la harina.

El contenido de la proteína del trigo es determinado ordinariamente por el procesamiento Kjeldahl, o una de sus varias modificaciones. Este método es preciso y de muy buena replicación dentro y entre laboratorios cuando se presta cuidadosa atención a todos los detalles del método. (GÓMEZ, 2004).

d) Gluten:

El gluten es una sustancia tenaz, gomosa y elástica, comprende y encierra prácticamente todas las proteínas contenidas en el trigo. Es una proteína insoluble del trigo, está reconocido como factor básico de la calidad del trigo.

El gluten húmedo en harina de trigo es una sustancia plástica, elástica constituida por Gliadina y Glutenina, obtenida después de remover por lavado el almidón desde la masa de harina de trigo. Es importante el rol de las proteínas de la harina en la producción de un buen pan. (GOMEZ, 2004).

1.9.2 La calidad agronómica del trigo

ROBLES (1981) considera que la calidad de semilla esta cimentada en la captura de la mayor parte de los atributos deseables que definen y caracterizan los siguientes cuatro componentes de calidad: Físico, Fisiológico, Fitosanitario y Genético.

a) Físico

Desde este punto de vista la calidad es medida a través de la prueba de pureza que nos dice de la composición del lote de semilla en cuanto a la identidad de cada una de sus partes.

b) Fisiológico

Que expresa la capacidad de la semilla para funcionar como tal y se mide a través de las pruebas de poder germinativo y el vigor.

c) Fitosanitario

Expresa la sanidad de la semilla a su condición de estar libre de patógenos, se mide a través de exámenes de laboratorio, pruebas de campo y de certificación de semilla.

d) Genética

Expresa el nivel de identidad y pureza genética de la semilla, se consigue a través del control de genealogía en las etapas de la multiplicación (certificación de la semilla); se mide a través de pruebas de crecimiento en campo. En forma práctica y continua es usando semilla certificada de una determinada variedad.

Considerando que la calidad de la semilla es máxima al momento de la madurez fisiológica (M.F.) y que a partir de ese momento solo le queda el deterioro en mayor o menor grado hasta su muerte, podemos decir que casi cualquier problema de calidad fisiológica de la semilla se origina en la etapa posterior a la M.F., a consecuencia de algo que le ocurre a la semilla y que le ocasiona algún deterioro; para entender mejor lo anteriormente mencionado es importante conocer la relación entre el vigor y la viabilidad.

1.9.3 Viabilidad y vigor de la semilla

a) La Viabilidad.

En la semilla expresa su habilidad de producir plantas normales y es medido a través de la prueba de germinación, la cual se realiza en las condiciones más favorables para cada clase de semillas, con el fin de conseguir el máximo de germinación.

b) EL Vigor

Expresa la calidad o la fuerza de la vida de la semilla y otorga a la semilla la potencialidad de poder soportare condiciones adversas

como semilla o como planta, se mide a través de las pruebas de vigor que pueden ser de dos tipos:

- ✓ **Directas.**- Que simulan condiciones adversas de campo a nivel de laboratorio, por ejemplo prueba fría para maíz.
- ✓ **Indirecta.**- Que mide algún atributo o característica de la semilla correlacionando con el vigor, como es el caso de la prueba de tetrazol que mide la actividad enzimática de los sistemas de dehidrogenasa.

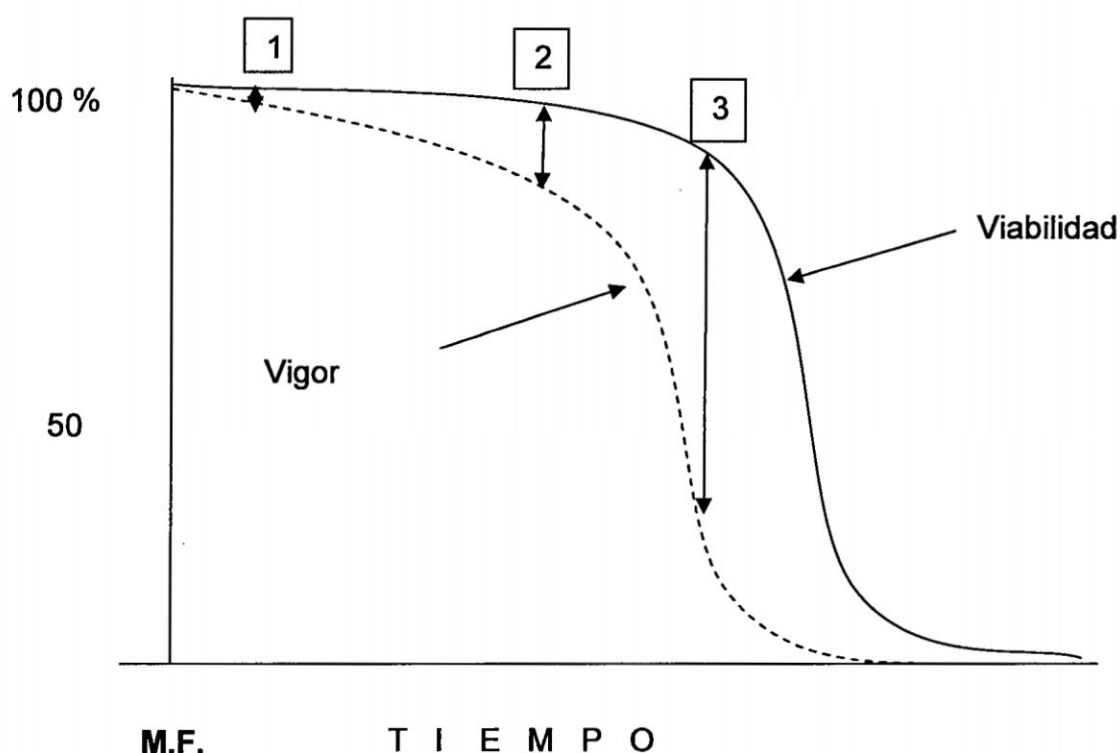


Figura 01. Declinación de la viabilidad y vigor de un lote de semilla típica

La Figura 01, muestra la relación entre el vigor y la viabilidad a través del tiempo, podemos notar que semillas con similares valores de viabilidad (casi 1 y 2), pueden presentar sustanciales diferencias en cuanto a vigor; también se observa que la semilla puede acumular considerable deterioro (pérdida de vigor), antes de afectar seriamente su viabilidad (caso 3), y que llega a su punto de acumulación de deterioro en que entra en una etapa de rápida pérdida de la viabilidad e incremento del deterioro.

Teniendo en cuenta que el objetivo del almacenamiento de semilla es mantener la calidad fisiológica, minimizando el deterioro, aceptando la imposibilidad actual de detener el deterioro, y si consideramos que la semilla puede llegar al almacenamiento con una buena viabilidad, pero con una considerable acumulación de deterioro (caso 3), es fácil entender los fracasos en la conservación de semillas, aún cuando las condiciones del almacén sean optimas, ya mínimos incrementos del deterioro pueden hacer que la semilla entre la etapa de rápida declinación de la viabilidad. Se considera deterioro a cualquier cambio en detrimento que ocurre en la semilla a través del tiempo.

Queda claro que la calidad de la semilla en un momento dado depende principalmente de lo que le haya ocurrido a la semilla entre su M.F. y ese momento dado y que este historial de la semilla o total de ocurrencias van a determinar su potencialidad o respuesta al almacenamiento.

Los factores más importantes que influyen en el deterioro de la semilla son humedad y temperatura. Otro factor importante de deterioro, pero muy influenciado por la humedad y temperatura es el crecimiento del moho, que es en la práctica impone el tiempo que la semilla puede estar en condiciones riesgosas de humedad y/o temperatura; este tiempo está relacionado con la relación fundamental de crecimiento del moho; el cual se detiene a 4.4 °C (40°F) y es máximo a 27-32 °C (80-90 °F).

De lo mencionado anteriormente podemos establecer una serie de recomendaciones en el manejo de semilla durante las etapas de la producción previas al almacenamiento que permitan reducir al máximo el deterioro de la semilla.

- **Cosecha Temprana.**- En razón de que las prácticas culturales anteriores a la madurez fisiológica tienen relativa poca influencia en la calidad de la semilla y que una vez alcanzada la M.F. en donde la viabilidad y el vigor son máximos, la semilla inicia su deterioro, e muy importante cosechar prontamente, sobre todo si consideramos que las condiciones de campo son por lo general muy desfavorables para el almacenamiento de semillas.
- **Secado pronto.**- Una vez cosechada la semilla deberá secarse rápidamente hasta un contenido de humedad seguro para el almacenamiento.
- **Temperatura de secado.**- La temperatura de secado usada deberá ser en lo posible a la máxima de secado (42 °C) ya que a esta se

- puede incrementarse el deterioro. Es recomendable apurar el secamiento en base al uso de altas tasas de flujo en lugar de elevadas temperaturas.
- Para el caso de la multiplicación de colecciones de Bancos de Germoplasma o material de crianza de los fitomejoradores, en donde se trabaja con un gran número de materiales diferentes, lo que demora su procesamiento es imprescindible el secado rápido de los materiales hasta un nivel seguro de humedad o en su defecto planificar la siembra de manera que la madurez de los diferentes materiales puede coincidir con el ritmo de procesamiento.
 - Cuidado en el uso de maquinaria. La cosecha, trillado y procesamiento de la semilla deberá hacerse con sumo cuidado en cuanto a la velocidad de la maquinaria y el contenido de humedad de la semilla, exceso de secado lo hace susceptible a la fractura y exceso de humedad susceptible a la magulladura.
 - Tratamiento de semilla. Cuando la temperatura y la humedad de la semilla son elevados o cuando la concentración del fumigante es elevado durante el tratamiento se ocasionará considerablemente más deterioro que cuando son bajos. En la medida de lo posible deberá preferirse el uso de insecticidas o fungicidas de contacto sin acción fumigante.
 - Pruebas de vigor. Los trabajos y evaluaciones de semilla con fines de conservación deberán considerar pruebas de vigor y no solamente pruebas de viabilidad.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Experimental Canaán, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho; se encuentra entre las coordenadas 74°12'27" Longitud Oeste, 13°16'00" Latitud Sur y a una altitud de 2750 msnm; con una pendiente variable de 1.5 a 2.0%.

2.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

El campo experimental fue un campo con alfalfa para forraje que fue conducido durante 05 años, en la campaña anterior al experimento se sembró maíz morado.

2.3. ANÁLISIS DEL SUELO.

Para el análisis físico y químico del suelo se tomaron muestras por el método convencional, teniendo en cuenta la capa arable de 20 a 30 cm. de profundidad; las sub muestras fueron mezcladas uniformemente para obtener una muestra representativa de 1 kg., la cual fue colocada en una bolsa de polietileno debidamente identificado, luego fue llevado al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Investigación de Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para su respectivo análisis, cuyos resultados se muestran a continuación.

Cuadro 2.1 Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán 2750 msnm – Ayacucho. 2013.

Propiedades	Unidad	Valor	Método	Interpolación Según
Químicas				Ibáñez y Aguirre
pH		7.21	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O.	(%)	3.84	Walkley Black	Medio
N-Total	(%)	1.54	Kjeldahl	Medio
P-Disp	(ppm)	17.25	Bray-kurtz	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetría	Alto
Arena	(%)	41.6		
Limo	(%)	20.9	Hidrómetro	
Arcilla	(%)	37.5		
Clase Textual		Franco – Arcilloso		

En base a los resultados obtenidos se interpreta que el pH de 7.21, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de trigo; según el **INIA (2006)** el pH oscila de 5.5 a 7.5, aunque tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0 (**JARA, 1993**).

IBAÑEZ (1983), menciona que de acuerdo a la clasificación de suelos por su contenido de materia orgánica pertenece a un suelo mineral; y en función al nivel de materia orgánica en suelos minerales, es medio. Así mismo el contenido de nitrógeno total es medio. El contenido de fósforo disponible es medio. El potasio es considerado como alto.

La textura del suelo de acuerdo a sus componentes de arena, limo y arcilla corresponde a la Clase Textural Franco-Arcilloso. La textura medio arcillosa es óptima para el cultivo de trigo, pues un terreno muy arcilloso es perjudicial, debido a que retiene demasiada humedad, así mismo los terrenos demasiado arenosos pueden provocar una escasez hídrica (**PARODI y ROMERO, 1991**).

2.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Los datos climáticos fueron proporcionados por la Estación Meteorológica de Pampa del Arco de la Universidad de Huamanga. Mediante una tabulación de los datos de temperatura y precipitación se obtuvo la evapotranspiración potencial, utilizando la metodología propuesta por la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN,

1979). De la evapotranspiración potencial ajustada o real (ETPR) se restó la precipitación, obteniéndose la deficiencia o exceso de agua en el suelo.

En el cuadro 2.2 se observa que las temperaturas promedio de máxima, mínima y media mensuales fueron de 25.16, 8.42 y 16.79 °C, respectivamente y la precipitación total anual fue de 693.50 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fenológicas del cultivo, cuyo rango en promedio osciló entre 13.95 y 17.90 °C., los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se deduce que se tuvo exceso de humedad en los meses de noviembre y diciembre del 2012 y déficit en los meses anteriores por lo que fue necesario el riego.

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura en secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por laONERN (1979), relaciona la precipitación con la evapotranspiración (evaporación de agua del suelo y la transpiración del cultivo), los cuales a su vez están estrechamente relacionadas con la temperatura máxima, mínima y media registradas durante el día. Todo este conjunto de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán.

Cuadro 2.2: Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual; precipitación y balance hídrico. Campaña Agrícola 2013. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho

Distrito : Ayacucho
 Provincia : Huamanga
 Departamento : Ayacucho

Altitud : 2750 msnm
 Latitud : 13° 08' 00" SUR
 Longitud : 74° 13' 00" W

AÑO	2013													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	23.60	24.90	25.50	25.10	24.70	25.40	25.40	25.10	25.60	26.60	25.20	24.80	301.9	25.16
T° Mínima (°C)	10.50	10.90	10.80	10.60	8.50	3.20	2.50	5.20	8.50	8.90	10.60	10.80	101.0	8.42
T° Media (°C)	17.05	17.90	18.15	17.85	16.60	14.30	13.95	15.15	17.05	17.75	17.90	17.80		16.79
Factor	4.96	4.60	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	84.57	82.34	90.02	85.68	82.34	68.64	69.19	75.14	81.84	88.04	85.92	88.29	982.01	0.7062
Precipitación (mm)	138.80	164.00	126.90	23.80	11.00	0.70	5.20	0.90	24.50	22.60	76.40	98.70	693.50	
ETP Ajust. (mm)	59.72	58.15	63.58	60.51	58.15	48.47	48.86	53.07	57.80	62.17	60.68	62.35		
H del suelo (mm)	79.08	105.85	63.32	-36.71	-47.15	-47.77	-43.66	-52.17	-33.30	-39.57	15.72	36.35		
Déficit (mm)				-36.71	-47.15	-47.77	-43.66	-52.17	-33.30	-39.57				
Exceso (mm)	79.08	105.85	63.32								15.72	36.35		

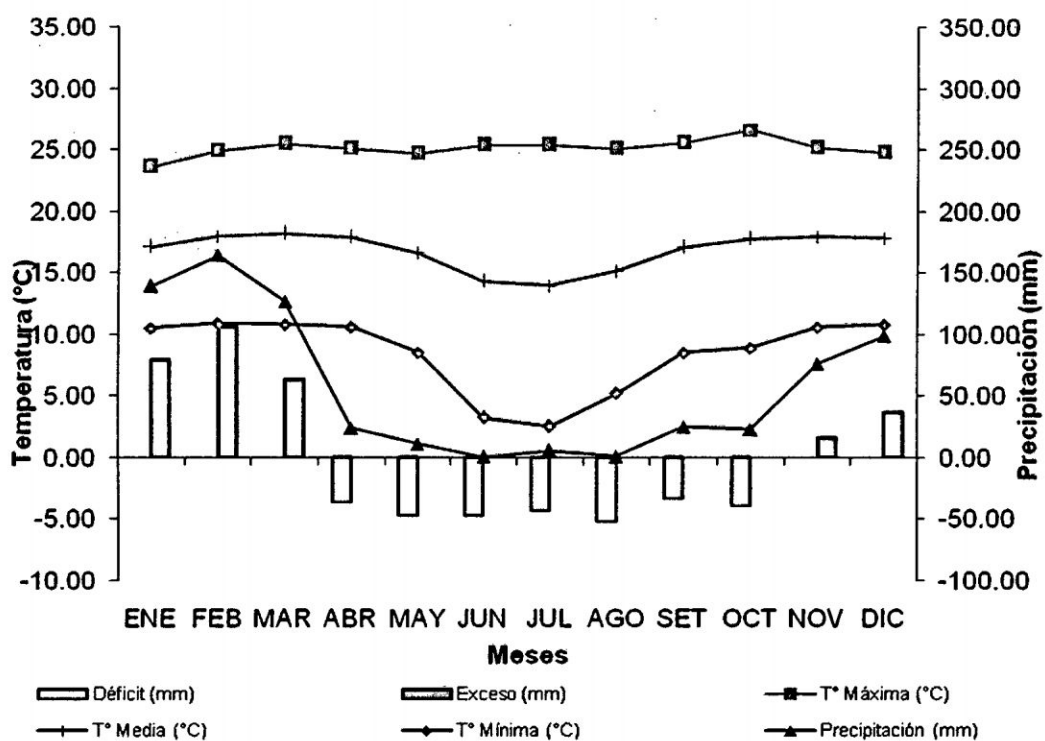


Grafico 2.1: Diagrama Ombrotérmico: Temperaturas, Precipitación y Balance Hídrico.

2.5 TRATAMIENTOS.

Trigos Harineros:

T1 TRIGO INIA 418 – EL NAZARENO

T2 El trigo variedad INIA 405 SAN ISIDRO.

Trigos Duros:

T3 Variedad ALTAR –CIMMYT

T4 Trigo variedad INIA D-159 (Línea próximo a ser lanzado como variedad)

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.

El experimento se condujo en el Diseño Bloque Completo Randomizado (D.B.C.R) con cuatro bloques y 4 tratamientos, en los parámetros de precocidad se utilizaron medidas descriptivas como el rango para definir el tiempo de un determinado estado fenológico y en los parámetros de rendimiento se apoyaron con los análisis de variancia del modelo utilizado. Además se aplicará la técnica de la regresión para relacionar las variables biométricas con el rendimiento de grano. Los análisis de calidad se evaluaron en los laboratorios de la UNA-LA MOLINA.

2.6.1 Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación cualesquiera

μ = promedio

τ_i = efecto de genotipos evaluados

β_j = Efecto de bloques

ϵ_{ij} = error experimental

2.6.2 Características del campo experimental

a. Bloques

Número de bloques = 4.0

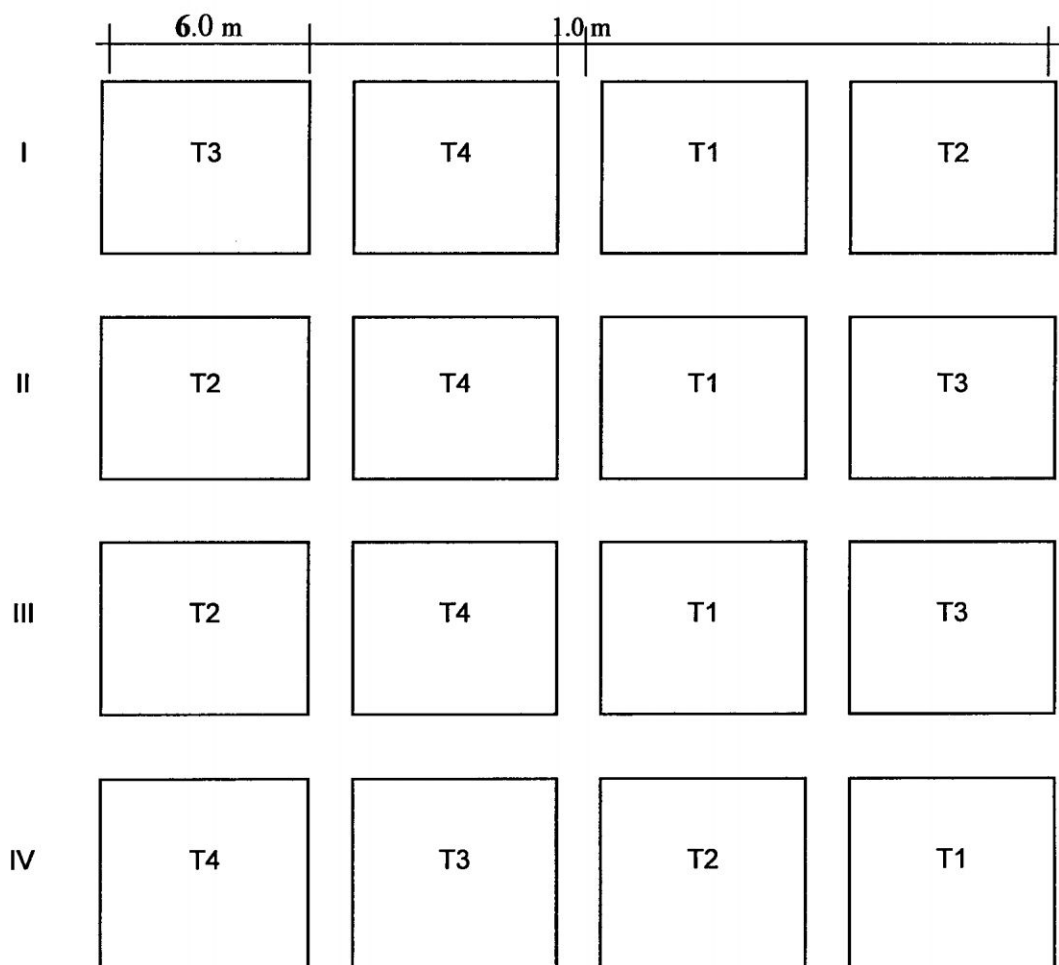
Largo de bloques = 27.0 m

Ancho de bloques = 4.0 m

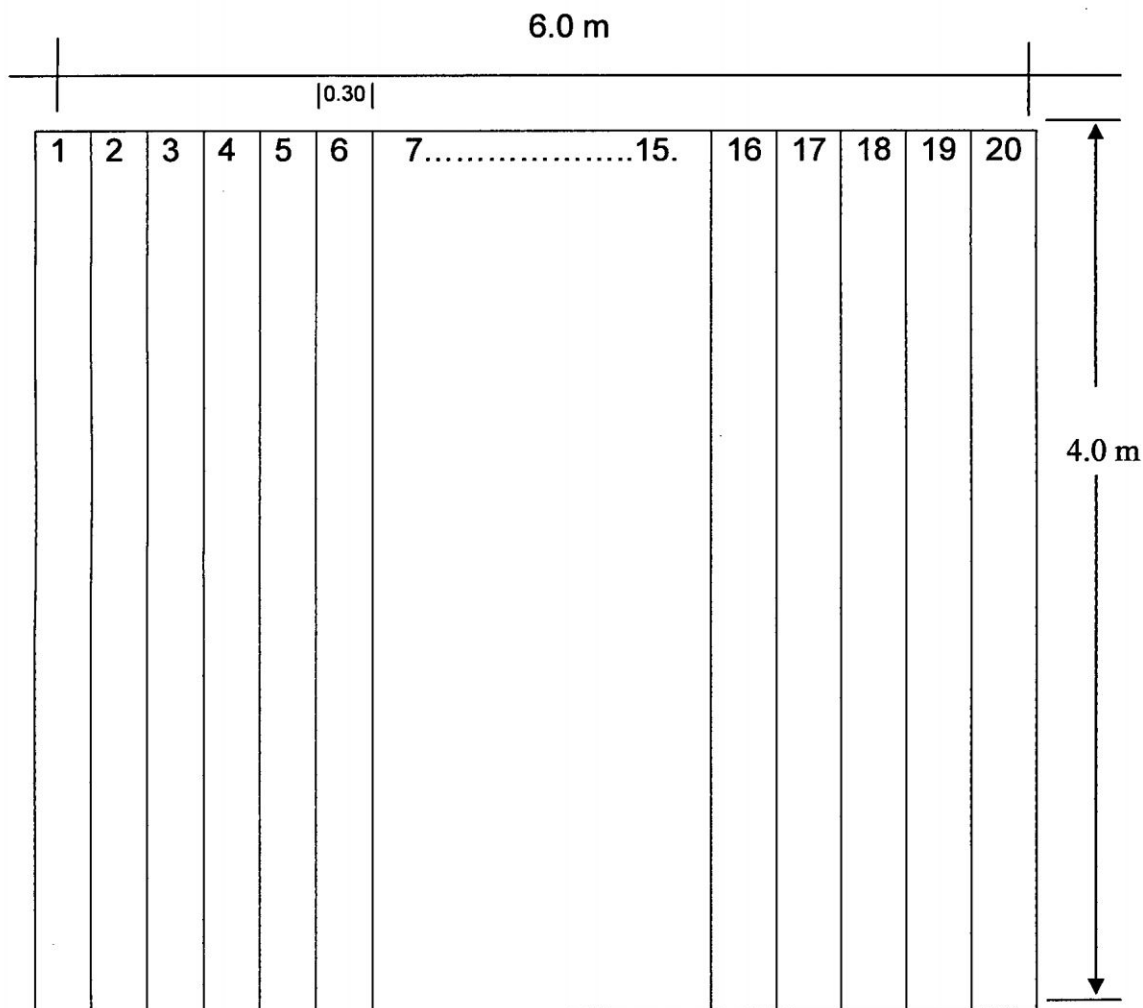
b. Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	= 04
Número total de parcelas	= 16
Largo de parcelas	= 6.0 m
Ancho de parcela	= 4.0 m
Área de parcela	= 24.0 m ²
Calle entre bloques	= 1.0 m
Calle entre las parcelas	= 1.0 m
Distancia entre surcos	= 0.30 m

c. Croquis del campo experimental



d. Croquis de la parcela o unidad experimental



2.7 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

En la conducción del experimento se realizaron las siguientes actividades:

a) Preparación del terreno

Se realizó el 03 de junio del 2013 Para el barbecho y mullido se empleó un tractor agrícola con una pasada de arado de disco a una profundidad de 30 cm y para el desterronado dos pasadas de rastra en forma cruzada, finalmente se niveló en forma manual utilizando picos y rastrillo, esto con la finalidad de tener el terreno en las mejores condiciones, para que la semilla encuentre un ambiente óptimo para su crecimiento y desarrollo.

b) Estacado y demarcación del terreno

Se efectuó el 06 de junio del 2013. Para el marcado y estacado se empleó wincha y estacas de madera; y la demarcación se hizo con yeso.

c) Surcado

El surcado se realizó manualmente el día 06 junio utilizando picos, cordel, estacas. Los surcos se hicieron a un distanciamiento de 30 cm.

d) Abonamiento

Para el abonamiento se utilizó un nivel de 120-100-100 NPK, fórmula obtenida de acuerdo a los resultados del análisis de suelos. El nitrógeno se fraccionó en tres partes: la primera fracción a la siembra, la segunda al macollamiento y la tercera a la formación del segundo nudo. La fertilización PK se realizó al momento de la siembra. Como fuentes de fertilizantes se utilizaron Urea (45% N), Fosfato Diamónico (18% N y 46% P₂O₅), y Cloruro de potasio (60% K₂O).

e) Siembra

La siembra se realizó en surcos distanciados a 30 cm.; las semillas fueron distribuidas en el fondo del surco a chorro continuo y a una profundidad de 3 a 5 cm.; la densidad de siembra utilizada fue de 120 kg/ha; el tapado de semilla se hizo manualmente utilizando picos. Este procedimiento se efectuó el 07 de junio del 2013.

f) Riegos

Los riegos se efectuaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo, el primer riego se aplicó inmediatamente después de la siembra, el segundo riego se efectuó a los 8 días, los siguientes riegos fueron proporcionados cada 12 días hasta el 15 de octubre del 2013 en que se aplicó el último riego. Cuabdiy cunatos.

g) Deshierbo

Para evitar la competencia de malezas con el cultivo, se realizó un deshierbo manual, el mismo que se realizó a la quinta semana después de la siembra (12 de julio del 2013).

h) Control fitosanitario

Durante el período vegetativo del cultivo no se presentaron plagas ni enfermedades de importancia, razón por la cual no se realizó ninguna aplicación de insecticidas y fungicidas. El trigo durum es una especie que presenta una resistencia a la roya.

i) Cosecha

Se realizó de acuerdo a la madurez de cosecha que alcanzó cada una de las variedades, es decir cuando el tallo adquirió una consistencia rígida, tornándose a un color amarillo brillante y cuando los granos eran resistentes a la presión de la uña. Se mantuvo la identidad de cada unidad experimental para evitar confusiones y mezclas. Esta labor se

efectuó entre los 145 a 146 días después de la siembra (02 y 03 de noviembre del 2013). Las variedades durum se cosechó al último.

Los granos obtenidos de cada parcela fueron embolsados y marcados para luego determinar el rendimiento y otras características a evaluar, anticipadamente se tomaron muestras de plantas de cada tratamiento del surco central para poder evaluar todos los componentes de rendimiento mencionados en los parámetros de evaluación del cultivo.

2.8 VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO.

A. Variables de precocidad

- **Días a la emergencia**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plántulas hayan emergido del suelo.

- **Días al inicio y pleno macollamiento**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas hayan presentado macollos. El pleno macollamiento se determinó cuando las plantas tenían completo sus macollos, algunas plantas están en un inicio de elongación del tallo.

- **Días al inicio y pleno espigamiento**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de la vaina de la hoja bandera indicó la presencia de la inflorescencia, aparece la espiga dentro de la vaina de la hoja

formando un bulto llamado estado de “buche”. El pleno espigamiento se da cuando más del 90 % de las plantas están mostrando la espiga y el pedúnculo floral.

- **Días a la formación del grano**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de los granos presentaron la antesis, esto observado por la salida de los estambres por encima de la inflorescencia. Este estado indica la fecundación. El final de la formación de grano se puede indicar como el estado lechoso.

- **Días a la madurez fisiológica**

Se consideró los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% del grano al ser presionados con las uñas presentaban resistencia a la penetración (granos semiduros), las plantas de presentan de un color verde pajizo.

- **Días a la madurez de cosecha**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 90 % de los frutos presentaban las semillas con características típicas de la variedad, tales como: tamaño, color, forma, dureza, la humedad del grano esta aproximadamente con 18 a 20 % de humedad. El grano a la presión del diente tiene una consistencia dura. El cultivo se puede trillar y manipular su almacenamiento del grano.

B. Variables de rendimiento

- **Número de espigas/m²**

Se contó el número de espigas contenidas en un metro cuadrado, de los surcos centrales de cada tratamiento, este procedimiento por tres muestras en cada tratamiento obteniendo un promedio, esta evaluación se realizó al momento de la madurez fisiológica.

- **Longitud de tallo (cm)**

Se tomaron 10 muestras de los surcos centrales de cada tratamiento y en cada bloque, luego se realizó la medida de la longitud del tallo con la ayuda de una regla graduada desde el cuello de la planta hasta el inicio de la espiga.

- **Número de granos/espiga**

Se contó el número de granos por espiga después de separar, trillar y limpiar manualmente 25 espigas representativas de los surcos centrales de cada uno de los tratamientos. En total se obtuvo 100 espigas de cada variedad.

- **Longitud de espiga (cm)**

Se midió la longitud de espiga promedio por planta con la ayuda de una regla graduada desde la base de la espiga hasta la parte terminal de esta, sin considerar las aristas. Las espigas se seleccionaron de las 25 espigas del paso anterior.

- **Peso de granos/espiga**

De cada espiga seleccionada de los 25 espigas se pesó el grano en una balanza de precisión.

- **Índice de cosecha (%)**

Se pesó la cantidad de grano y se relacionó con el total del material de la parte aérea (grano más paja).

- **Rendimiento del grano (kg/ha)**

El rendimiento se determinó cosechando toda la parcela experimental, a la madurez de cosecha, luego se realizó la trilla en forma manual y el venteado. Identificado cada tratamiento dentro de un costal, los granos se pesaron y cuyos resultados sirvieron para estimar el rendimiento en kg/ha.

C. Variables de calidad

- **Peso Hectolítrico (Kg/Hl)**

Se realizó con una balanza hectolítrica en cinco muestras por cada tratamiento. Se determinó en la balanza tipo Ohaus, llenando con los granos un volumen de 1 litro, el cual luego de ser pesado fue llevado a la tabla donde se lee directamente el peso en kg/Hl, según el método recomendado por el ITINTEC (1979).

- **Peso de 1000 granos**

Se realizó del lote de semilla venteada, limpia y seleccionada de cada tratamiento, luego se llevó a pesar las mil semillas en una balanza analítica este proceso se realizó en cinco muestras de cada tratamiento para luego obtener un promedio.

- **Humedad de equilibrio del grano**

La humedad se determinó con los granos molidos sometiéndoles a una temperatura de 105 °C por 3 horas en una estufa. Para este procedimiento se molió el grano de cada variedad en una licuadora por 200 g.

- **Dureza de grano**

El procedimiento seguido fue el recomendado por el manual técnico del perlador de trigo marca DAYTON - Modelo 1k144 (BRAGADO, 2000). Se estandarizó el equipo de perlador con cuarenta pesos de 50 g. a fin de evaluar el tiempo ideal del perlado del trigo peruano, probado a 1, 2 y 3 minutos, observando que el peso se hace constante a los 2 minutos, siendo este el tiempo empleado para el pulido de 50 gr. de muestra.

- **Proteína**

Se realizó en el equipo de Infratec 1255, según el método (39-21) recomendado por la AACC (1995).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD.

Las variables evaluadas se midieron en rangos que se inician aproximadamente desde el 50 % de una determinada fase y terminan cuando más del 90 % de las plantas se encuentren en el estado determinado. Estas medidas son visuales que no se pueden cuantificar en forma exacta.

Las variables de precocidad fueron medidas en número de días después de la siembra (ndds), se utilizó la estadística descriptiva del rango en vista que la fenología del cultivo de trigo no se da en un momento exacto sino que es de una manera escalonada.

Cuadro 3.1 Etapas fenológicas de cuatro variedades de trigo (ndds).

Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

Variedades	Emergencia	Inicio-Pleno Macollo	Inicio-Plena Espigazón	Formación de grano	Madurez Fisiológica
San Isidro	10 – 12	25 – 35	66 – 75	85-95	100 – 115
Nazareno	10 – 12	25 – 35	66 – 75	85-95	100 – 115
Altar	10 – 12	28 – 40	68 – 80	90-105	110 – 130
D-159	10 – 12	28 – 40	68 – 80	90-105	110 – 130

Se observa diferencia varietal de los genotipos de las dos especies *T. aestivum* y el *T. turgidum* en las diferentes fases fenológicas. Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 3.1, todas en número de días después de la siembra (ndds).

a. Días a la emergencia

La emergencia ocurrió entre los 10 y 12 días, esta acción se inicio con el riego proporcionado después de la siembra. La emergencia en los cereales como el trigo y la cebada ocurren en su totalidad a los 10 días después de la siembra (**GOMÉZ, 2004**).

b. Inicio y pleno macollamiento

El inicio y el pleno macollamiento se dieron entre los 25 a 35 días después de la siembra, a excepción de las variedades de trigo durum que se dió entre los 28 a 40 días después de la siembra.

134959

c. Inicio y pleno espigamiento

El inicio y el pleno espigamiento ocurrieron entre los 66 a 75 días después de la siembra, a excepción de las variedades durum que el pleno espigamiento se dió a los 68 a 80 días después de la siembra.

d. Formación del grano

El inicio de formación de granos comienza en forma general a los 85 días y finaliza a los 95 días después de la siembra para los trigos harineros. Las variedades durum inician la formación de granos a los 90 días y finalizan a los 105 días después de la siembra.

e. Días a la madurez fisiológica

El inicio de la madurez fisiológica, que es el estado donde la semilla se encuentra en estado pastoso, se inicia a los 100 días y finaliza a los 115 días, esto para los trigos harineros, pero para los trigos duro se inicia a los 110 días y finaliza a los 130 días después de la siembra. Estos resultados nos indican que los trigos harineros son más precoces.

f. Días a la madurez de cosecha

La madurez de cosecha se presentó 142 dds para las variedades harineras a los 146 días después de la siembra, para las variedades durum se cosechó a los 146 días, esto básicamente debido a que las estructuras florales de estas variedades son difíciles de trillar y se debe esperar más tiempo para el secado de las espigas.

CONTRERAS (2004), en la evaluación comparativa de cinco variedades de trigo harinero en Canaán, encontró que la madurez de cosecha ocurre a los 123 días después de la siembra, para las variedades INIA y Gavilán, la variedad Taray se comporta como tardía ya que su cosecha se efectuó a los 140 días. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente experimento, esto se debe básicamente a la temperatura.

3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO.

3.2.1 Número de espigas/m²

En el análisis de variancia del número de espigas/m² que se presenta en el Cuadro 3.3, se encontró alta significación estadística para el efecto de variedades, el análisis de la diferencia se muestra bajo la prueba de contraste de Tukey. El coeficiente de variación (8.2 %) indica una buena precisión en los resultados, proporcionándonos buena confianza.

Cuadro 3.3: Análisis de variancia del número de espigas/m² de cuatro variedades de trigo. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F. de V.	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	1280	427	0.36	0.785 ns
Variedades	3	113062	37687	31.57	<0.0001
Error	9	10745	1194		**
Total	15	125088			

C.V. = 8.2 %

En la prueba de Tukey que se muestra en el Gráfico 3.2, se determinó que los mayores valores obtenidos del número de espigas/m² corresponden a la variedad Nazareno con un valor de 521 espigas/m² y

sin diferencia estadística con la variedad San Isidro que tiene 483.2 espigas/m², superando estadísticamente a todos los genotipos duros. El genotipo duro D-59 con un valor de 356.3 espigas/m² es el que muestra buen potencial productivo en vista que esta variable está muy relacionado con la productividad, el mayor número de espigas/m² se relaciona con las variedades de altos rendimientos de grano.

SULCA (2009), menciona que los mejores tratamientos en cuanto al número de espigas/m² corresponden a los de regímenes de fertilización nitrogenada de 60-60-60 (180, N) y de 40-50-50 (140, N) de nitrógeno, proporcionado a la siembra, macollamiento e inicio de elongación de tallos, con valores de 568 y 542 espigas /m². Estos resultados obtenidos coinciden con los valores obtenidos en el presente trabajo.

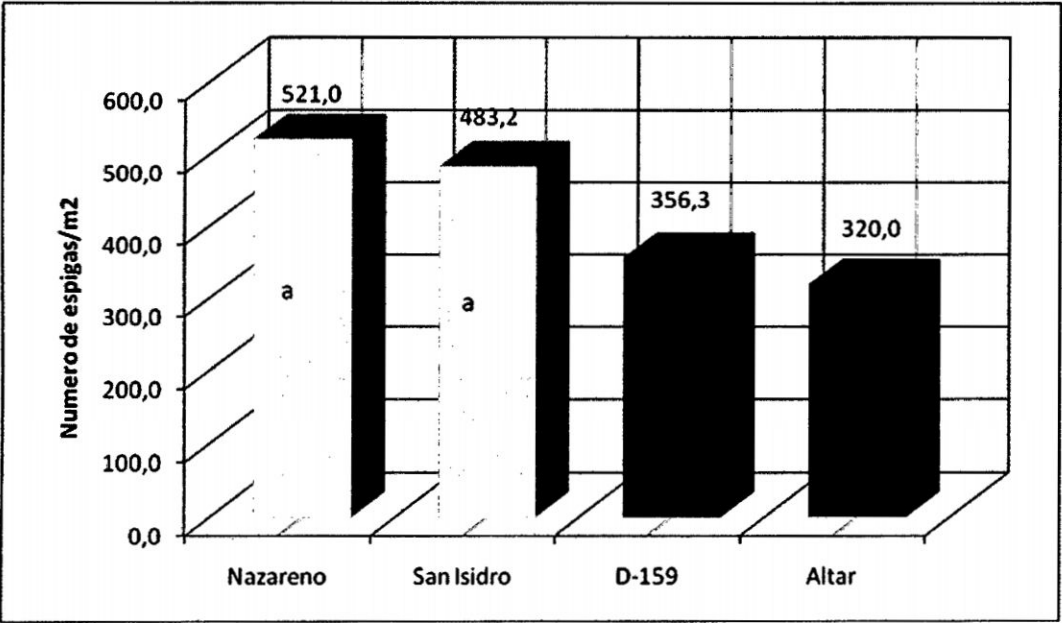


Gráfico 3.2 Prueba de Tukey del número de espigas/m² de cuatro variedades de trigo. Canaan 2750 msnm.

RODRÍGUEZ y DI CIOCCO (1996) con variedades locales comparado con abonamiento químico y abonamiento biológico (*Azospirillum*) en las pampas argentinas, obtiene respuesta significativa al abonamiento nitrogenado, obteniendo un promedio de 410 espigas/m² y de tan solo 250 espigas/m² para el abonamiento biológico. Estos resultados obtenidos confirman que el abonamiento nitrogenado es de gran importancia para esta variable de rendimiento.

La densidad del trigo en el campo es un factor de gran importancia y esto depende de muchos factores, como la variedad, fecha de siembra, cultivo antecesor, agua disponible, fertilidad (N), tipo de siembra, peso de 1000 granos, poder germinativo, etc., pero como regla general y en promedio en la densidad de siembra empírica se utiliza 120 kg/ha, que con una germinación del 95% y un peso de 1000 semillas de 38-40 gramos, logra un porcentaje de emergencia del 80% en el campo y se obtienen unas 234 plantas por metro cuadrado, consideradas como óptimo para llegar a una cosecha de 400 a 500 espigas por metro cuadrado en seco y 600 bajo riego (**BRAGACH y MENDEZ, 2004**).

3.2.2 Longitud del tallo

En el Cuadro 3.2 se muestra el análisis de variancia de la longitud del tallo, en cual no se encontró significación estadística para bloques, en variedades existe significación estadística permitiéndonos el análisis de la prueba de Tukey. El coeficiente de variación (3.1%) indica que es un

experimento de buena precisión y que la variación existente se debe mayormente al efecto del ambiente.

Cuadro 3.2: Análisis de variancia de la longitud de tallo de cuatro variedades de trigo. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F. de V.	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	12.907	4.302	0.46	0.717 ns
Variedades	3	160.797	53.599	5.73	0.018 *
Error	9	84.241	9.36		
Total	15	257.944			

C.V = 3.1 %

La prueba de Tukey de la longitud de tallo (Gráfico 3.1) las variedades de trigo muestran diferencia estadística, la altura de planta es de importancia para la formación de biomasa fotosintética, pero también para soportar mayores niveles de abonamiento nitrogenado. Los trigos harineros bajo las condiciones de conducción han mostrado una mayor altura de planta, siendo la variedad Nazareno la de mayor altura. En general se puede mencionar que estos trigos son de tamaño mediano, cuyos valores varían de 98 a 105 cm. El mejoramiento Genético para la altura de planta ha sido uno de los principales objetivos tendiente a reducir esta variable en estos últimos años.

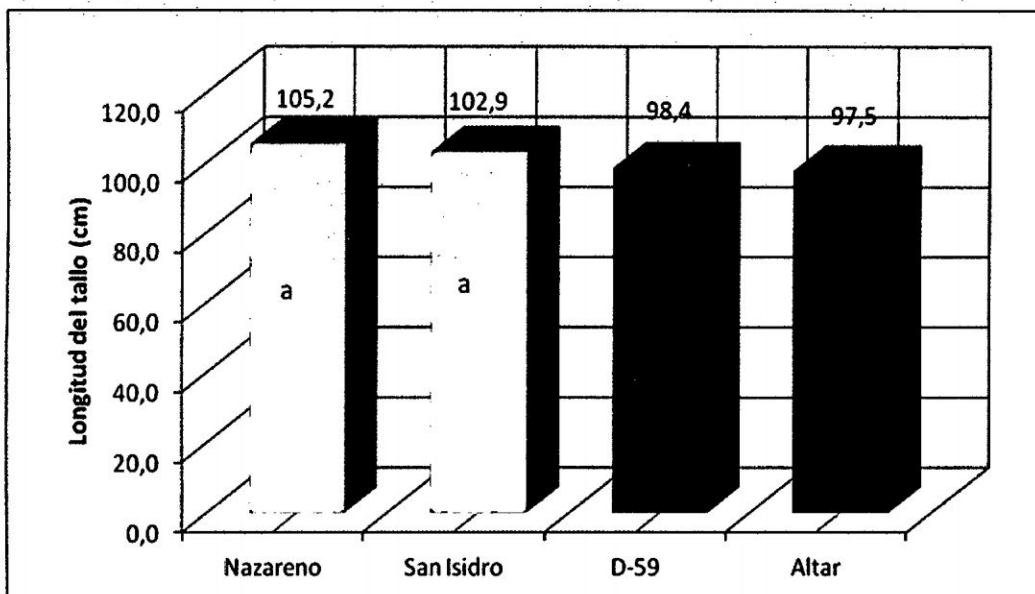


Grafico 3.1 Prueba de Tukey de la longitud de tallo de cuatro variedades de trigo. Canaan 2750 msnm Ayacucho.

EL GRUPO OCÉANO (1999), menciona que la planta de trigo alcanza su mayor crecimiento en la fase de espigado y es al final de esta fase en la que se toma la altura de planta.

MARTÍNEZ (2011), en la localidad de San José de Mutuy a 2850 msnm, determina que las variedades probadas se muestran como tardías, este factor es de gran importancia para que los genotipos en forma general obtengan una mayor altura. La variedad Wari-INIA tiene la mayor altura de planta, seguida de la variedad Centenario y San Isidro, con valores de 111.7, 104.8 y 98.7 cm., respectivamente. En el presente experimento, la altura de planta es menor, esto es debido fundamentalmente al lugar y fecha donde se condujo el experimento que está asociado a la diferencia en la altitud.

CONDORI, citado por **CONTRERAS (2004)**, reporta una variación en la longitud de tallo de 78 a 105 cm., de igual manera, asume que estas diferencias se deben a la influencia de las características genéticas propias de cada variedad que interactúan con los componentes del clima, principalmente con la temperatura, precipitación, cantidad de nutrientes y factores bióticos, que condicionan el crecimiento y desarrollo de la planta. En el presente trabajo la altura de planta no concuerda con los valores obtenidos, las pequeñas diferencias encontradas se debe mayormente a los diferentes genotipos evaluados.

3.2.3 Índice de cosecha

Cuadro 3.4 Análisis de variancia del índice de cosecha de cuatro variedades de trigo. Canaán 2750 msnm Ayacucho

F. de V.	G.L	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	11.303	3.768	2.59	0.118 ns
Variedades	3	283.832	94.611	64.99	<.0001 **
Error	9	13.102	1.456		
Total	15	308.237			

C.V. = 1.4 %

Existe alta significación estadística para el índice de cosecha entre las variedades evaluadas observándose en el Cuadro 3.4. El coeficiente de variación (1.4%) indica buena precisión del experimento proporcionándonos buena confianza en los resultados, la diferencia de los valores encontrados se podrá observar en la prueba de promedios de Tukey para determinar los mejores genotipos.

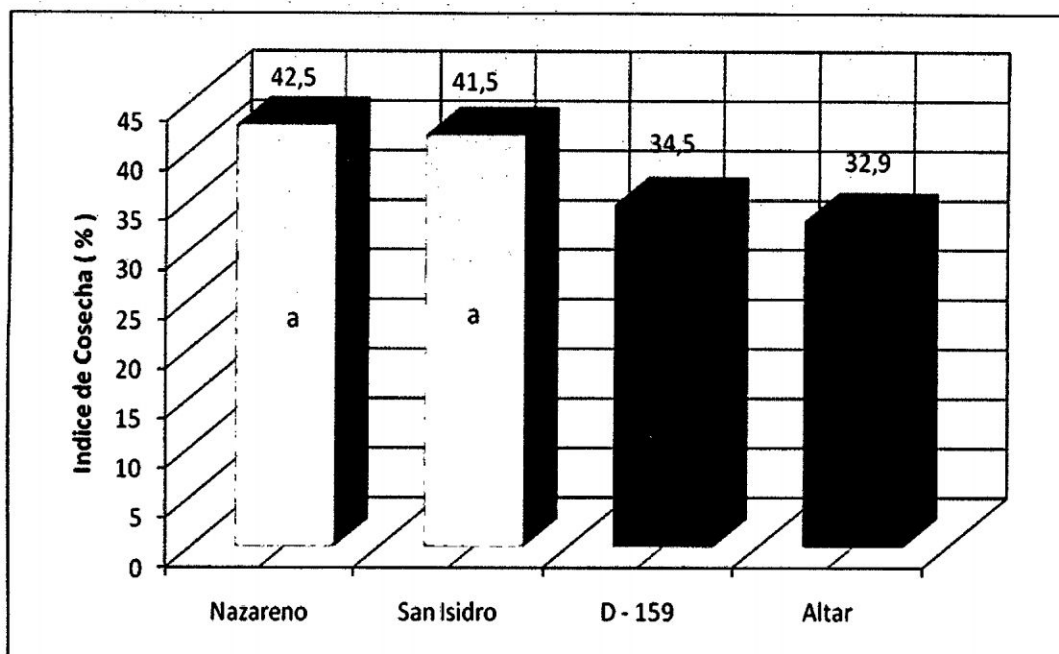


Grafico 3.3 Prueba de Tukey del índice de cosecha de cuatro variedades de trigo. Canaan 2750 msnm. Ayacucho

En el Grafico 3.3 se observa que las variedades de trigo harinero como las variedades Nazareno y San Isidro muestran un mayor valor del índice de cosecha en comparación de los genotipos durum la D-159 y la Altar, esto indica que mayor eficiencia de formación de grano de trigo en comparación con la formación de biomasa fotosintética. La biomasa de los genotipos de trigo durum es de consistencia coriácea de las estructuras florales como: la lenma, palea, glumas, hojas y tallos muy fuertes que inclusive hace muy difíciles la trilla.

Se ha observado, en general, que las plantas de trigo desarrollan una estructura de hojas y tallos muy grande en relación al rendimiento de granos y que hay un desequilibrio entre el período de crecimiento vegetativo y el de madurez de los granos (SINGH y STOSKOPF, 1971).

Si se considera que el 90 al 95% del peso seco total de las plantas es producto de la fotosíntesis y que ésta está limitada por el tiempo en el proceso de asimilación, plantas con mayor capacidad fotosintética con una mayor distribución de la asimilación en los granos y una menor en la paja (hojas y tallos), deberán ser mucho más eficientes.

Al respecto, se han empleado varias medidas de eficiencia de planta en cereales (**BARRIGA, 2008**), entre las cuales el índice de cosecha es una de ellas. El término índice de cosecha, introducido por **DONALD (1962)**, expresa el rendimiento económico (granos) en porcentaje del rendimiento biológico (materia seca total de la parte aérea de la planta a la madurez). A pesar de ser el índice de cosecha una medida útil de eficiencia, se han realizado relativamente pocos trabajos procurando la selección o evaluación de cultivares sobre la base de la variación de este índice.

Por otra parte, **WALLACE y MUNGER (1966)** afirman que hay evidencias de que el éxito del mejoramiento de variedades altamente productivas se ha debido en parte, a una selección involuntario para un índice de cosecha más alto, particularmente cuando los órganos reproductivos, tales como el del grano de trigo, son partes de la planta que poseen interés económico.

3.2.4 Rendimiento de grano

Cuadro 3.5 Análisis de variancia del rendimiento de grano de cuatro variedades de trigo. Canaán 2750 msnm. Ayacucho.

F. de V.	G.L	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	194359	64786	2.07	0.174 ns
Variedades	3	14130248	4710083	150.74	<.0001 **
Error	9	281216	31246		
Total	15	14605823			

C.V. = 3.5 %

El rendimiento en todo cultivo es la variable de mayor importancia, en este aspecto se conoce que el rendimiento esta referido a la productividad del grano. El Cuadro 3.5 del ANVA muestra alta significación estadística para la fuente de variación variedades, de este modo nos indica una diferencia en el comportamiento del rendimiento de las variedades el que se explicara con detalle en la prueba de Tukey. El coeficiente de variación con un valor de 3.5 % explica una buena precisión del experimento.

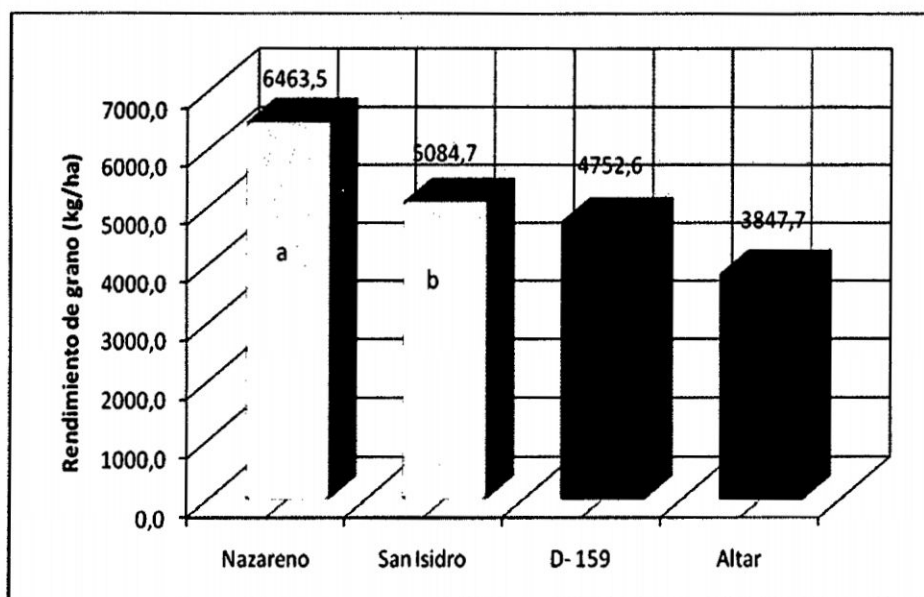


Gráfico 3.4 Prueba de Tukey del rendimiento de granos en las variedades evaluadas. Canaan 2750 msnm.

El Grafico 3.4 de la prueba de Tukey muestra que la variedad Nazareno muestra una superioridad estadística frente a las tres variedades llegando a tener una productividad de 6463.5 kg/ha, la variedad San Isidro, sin diferencia estadística con la línea D-159 (trigo duro) son las que tienen en un segundo plano un mayor rendimiento, superando a la variedad de trigo duro Altar que tiene un valor de rendimiento inferior a los mencionados. Se debe indicar también que en un experimento pasado conducido por el mismo autor ocurrió una granizada el 5 de diciembre del 2012 cuando el cultivo de trigo estaba en plena madurez del grano perjudicando tremendamente en casi un 25% de caída del grano a las variedades harineras como la Nazareno y San Isidro, pero las variedades durum como la D-159 y Altar mostraron resistencia a la granizada. El fenómeno de la granizada ocurre anualmente en nuestra región causando mucho perjuicio a nuestra agricultura.

MARTINEZ (2011) en un experimento de comparativo de 6 variedades de trigo en la localidad de San José de Mutuy a 2800 msnm, encontró que las mejores variedades que se adaptan por su rendimiento a las condiciones del lugar del ensayo, son los genotipos San Isidro, Wari-INIA y la Línea LH-196, con rendimientos de 5744, 5283 y 4898 kg/ha, respectivamente. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos en el presente experimento, esto quizás porque los dos lugares se encuentran en una misma altitud y tienen las mismas condiciones ecológicas.

El trigo es un cultivo poliploide de amplio rango de adaptación observada en la amplia base genética, en su resistencia a plagas y enfermedades, sequía, calidad física y químicas del gluten, que contribuyen a que el trigo sea utilizado ampliamente en muchos productos alimenticios. Además es el cereal que soporta altos niveles de nitrógeno sin llegar al encamado, proporcionando por ello altos rendimientos **(POEHLMAN, 2003)**.

SULCA (2009) en la localidad de Canaán, con la variedad Nazareno encontró que los tratamientos, sin diferencia estadística entre ellos, son los que recibieron la fertilización nitrogenada en tres y dos regímenes. Este resultado nos explica en forma objetiva la gran importancia de la fertilización nitrogenada en tres etapas, en vista que podemos afirmar que 180 kg. De nitrógeno/ha es equivalente a 140, pero si se otorga al cultivo en tres tiempos. Estos resultados fueron de 5887 y 5002 kg/ha. Estos resultados son similares a los obtenidos con las variedades Nazareno, San Isidro y D-159, mostrándonos de este modo su gran adaptación en comparación a la variedad Altar que mostró bajo rendimiento con respecto a las tres variedades anteriores.

3.3 ANÁLISIS DEL NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA, PESO DE GRANOS POR ESPIGA Y LONGITUD DE ESPIGA.

En el Cuadro 3.6 se presenta el análisis comparativo del número de granos/espiga, el peso de granos/espiga y la longitud de espiga de las variedades en estudio, en la que se se observa diferencia entre las

variedades harineras y las durum las primeras muestran un mayor valor de longitud de espiga, pero menor peso de grano/espiga que las variedades durum. Las variedades harineras muestran un mayor valor de variación que las variedades durum, esto hace que son más susceptibles a la presión del medio ambiente. Las variedades durum son más rústicas en la morfología de las espigas mostrando estructuras más duras proporcionándoles mayor eficiencia para la resistencia al fenómeno del granizo. Entre las variedades harineras, el genotipo Nazareno es la de menor variación que la San Isidro por lo tanto la primera variedad es más consistente en sus promedios.

Cuadro 3.6: Análisis comparativo de tres variables de rendimiento (n = 100) en cuatro variedades de trigo. Canaán 2750 msnm

Variedades	Nº de granos/espiga	Peso de granos/espiga (g)	Longitud de espiga (cm)
Nazareno			
Promedio	51.10	2.45	8.62
Desv. Est	9.69	0.53	0.91
C.V.	19%	22 %	11 %
Rango	30. – 78	1.31– 3.89	6.50-11.0
San Isidro			
Promedio	50.19	2.38	8.43
Desv. Est	11.35	0.55	1.07
C.V.	23 %	23%	13 %
Rango	28 - 76	1.25 - 3.78	6.5 – 11.0
D-159			
Promedio	60.18	3.09	6.24
Desv. Est	15.42	0.76	0.74
C.V.	26 %	25 %	12 %
Rango	27 – 97	1.34 - 4.96	4.8 -8.0
Altar			
Promedio	52.47	2.66	5.75
Desv. Est	13.57	0.74	0.55
C.V.	26%	28 %	10 %
Rango	26 – 82	1.25- 4.28	4.50- 7.0

3.4 REGRESIÓN MÚLTIPLE DEL PESO DE GRANO/ESPIGA EN FUNCION DEL NÚMERO DE GRANOS Y LA LONGITUD DE ESPIGA DE LOS GENOTIPOS DUROS Y HARINEROS.

3.4.1 Genotipos Duros

a) Altar

Cuadro 3.7 Analisis de variancia del mejor modelo de predicción en función del número de granos y la longitud de espiga en el trigo altar. Canaan 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Prob >F
Regresión	2	51,7201	25,8601	440,5	<,0001 **
Debido (Ngranos)	1	51,4176	51,4176	875,9	<,0001 **
Debido (Lesp/Ngranos)	1	0,3025	0,3025	5,2	0,025 *
Error	97	2,8181	0,0291		
Total	99	54,5382			

El Cuadro 3.7 del ANVA muestra que las variables el número de granos y la longitud de espigas son las variables de mayor importancia en la predicción del peso de granos por espiga. Además indica que el número de granos es la de mayor importancia. Al presente no se tiene conocimiento del comportamiento del número de granos/ espiga y la longitud de espiga en la predicción del rendimiento de grano en las variedades de trigo de la especie *T. Turgidum* sp durum. Los trigos duros modernos tienen la longitud de espiga menor que las variedades harineras, pero tienen mayor número de granos por espiga llegando hasta 80 granos, también posee flores que aproximadamente en un 10 % no cuajan. Las aristas de esta variedad tienen una gran longitud que dificulta

la trilla. Sin embargo, esta especie es muy resistente al granizo y a la roya de la gluma (Conocimiento personal).

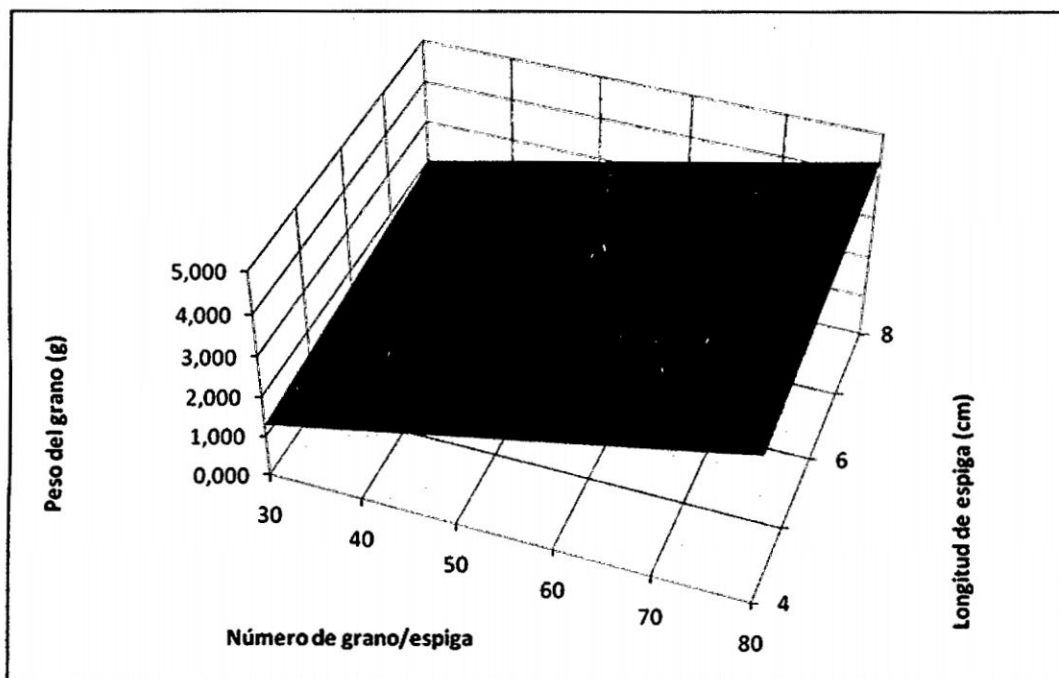


Gráfico 3.5 Regresión múltiple del peso de grano en función del número de granos/espiga y longitud de espiga para la variedad Altar. Canaán 2750 msnm

El Gráfico 3.5 muestra claramente el número de granos/espiga es la variable de mayor importancia en la predicción del peso de grano/espiga, además se observa que la longitud de espiga también muestra su influencia sobre el peso de grano. La ecuación de regresión múltiple es la siguiente:

$$Y = - 0.82859 + 0.17488 \text{ LESPIG} + 0.04734 \text{ NGRAN}; R^2 = 94.4 \%$$

El pronóstico del rendimiento con esta ecuación de regresión múltiple para un promedio de longitud de espiga de 5.75 cm y un número promedio de 52.47 granos/espiga, en una población de 3 200 000 se tendría un rendimiento promedio de 8 512 kg/ha de grano.

b) La línea D-159

Cuadro 3.8 Analisis de variancia del mejor modelo de predicción en función del número de granos y la longitud de espiga en el trigo Línea D-159. Canaan 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Prob >F
Regresión	2	50,3663	25,1832	429,0	<,0001 **
Debido (Ngranos)	1	49,5557	49,5557	844,2	<,0001 **
Debido (Lesp/Ngranos)	1	0,8106	0,8106	13,8	0,0003
Error	97	6,6606	0,0687		
Total	99	57,0269			

El Cuadro 3.8 muestra alta significación estadística para las variables predictoras, pero el número de granos/espiga es la variable de mayor importancia. Este resultado nos indica que se debe tener cuidado en la densidad de planta, la fertilización nitrogenada y la dotación de la humedad al suelo para un buen número de granos/espiga y un llenado de grano en forma óptima.

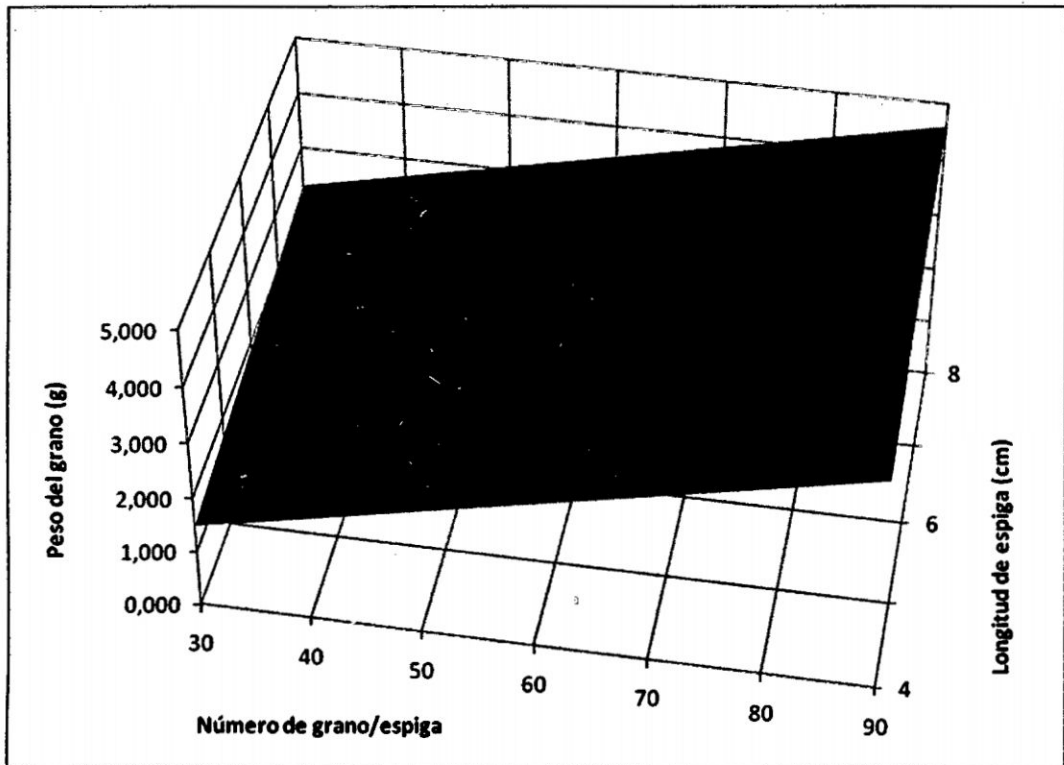


Gráfico 3.6 Regresión múltiple del peso de grano en función del número de granos/espiga y longitud de espiga para la línea D-159. Canaán 2750 msnm

La variedad D-159 de trigo durum también se observa una misma respuesta con la línea Altar, pero con mayor respuesta en el peso de granos/espiga. La ecuación de mejor ajuste se expresa en el siguiente modelo:

$$Y = - 0.46428 + 0.19957 \text{ LESP} + 0.03854 \text{ NGRA}; R^2 = 88.3 \%$$

El pronóstico del rendimiento con esta ecuación de regresión múltiple para un promedio de longitud de espiga de 6.24 cm y un número

promedio de 60.18 granos/espiga, en una población de 3 560 000 se tendría un rendimiento promedio de 11 000 kg/ha de grano.

MARTÍNEZ (2011) menciona que el número de granos/espiga y el peso de granos/espiga muestran una regresión con pendiente positiva, con alta correlación. La regresión es útil para pronosticar el rendimiento potencial promedio. Para un valor promedio de 42.5 granos/espiga que llega a un peso promedio de 1.89 g. llegamos a una productividad de 9440 kg.ha⁻¹, este rendimiento es factible de obtener siempre y cuando minimicemos la presión del medio ambiente. Este cálculo resulta de estimar un valor de 5 000 000 espigas promedio por hectárea. Este resultado también se puede inferir para los resultados obtenidos en nuestro experimento de Canaán con las variedades harineras y durum.

3.4.2 Genotipos Harineros

c) Variedad San Isidro

El Cuadro 3.9 del ANVA muestra alta significación a la variable número de granos/espiga, no existe significación estadística para la incorporación de la variable longitud de espiga en la predicción del peso de granos/espiga.

Cuadro 3.9 Analisis de variancia del mejor modelo de predicción del peso de granos/espiga en función del número de granos y la longitud de espiga en el trigo San isidro. Canaan 2750 msnm

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Prob >F
Regresión	2	27,6180	13,8090	670.3	<,0001 **
Debido (N granos)	1	27,6170	27,6170	1340.6	<,0001 **
Debido (Lesp/N granos)	1	0,0010	0,0010	0,049	0,8292 ns
Error	97	1.997	0,0206		
Total	99	29.615.			

Por lo tanto, el mejor modelo para la variedad San Isidro es la regresión lineal mostrado en la siguiente expresión:

$$Y(\text{ peso grano}) = 0.040 + 0.046 \text{ NGRANOS}$$

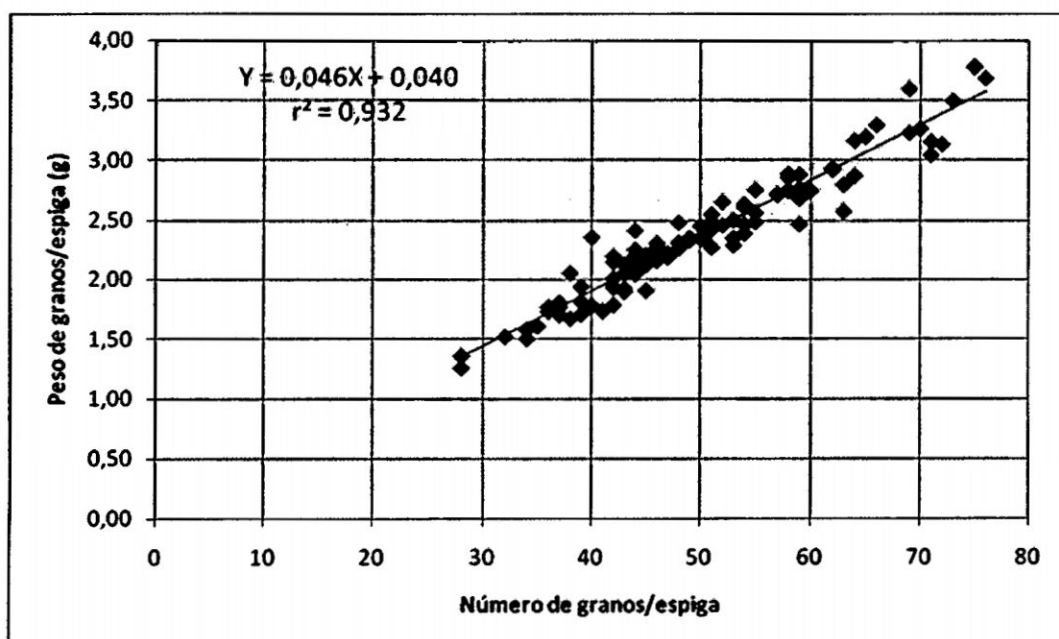


Gráfico 3.7 Regresión lineal simple del peso de grano en función del número de granos/espiga para la variedad San Isidro. Canaán 2750 msnm.

El Grafico 3.7 muestra el modelo de regresión lineal simple del peso de grano/espiga en función del número de granos/espiga, esta ecuación nos permite calcular el potencial del rendimiento promedio de trigo, por ejemplo para un promedio del numero de granos/espiga de 50.19 g y una población promedio de 4 830 000 de espigas /hectarea, se tendría un rendimiento promedio de 11 447 kg/ha de grano.

d) Variedad Nazareno

Cuadro 3.10 Analisis de variancia del mejor modelo de predicción en función del número de granos y la longitud de espiga en el trigo Nazareno. Canaan 2750 msnm.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Prob >F
Regresión	2	26,5750	13,2880	1155.5	<,0001 **
Debido (N granos)	1	26.5190	26,5190	2306.0	<,0001 **
Debido (Lesp/Ngranos)	1	0,0560	0,0560	4.9	0,029 *
Error	97	1,1134	0,0115		
Total	99	27,7250			

El Cuadro 3.10 del ANVA muestra que las variables número de granos/espiga y la longitud de espigas son las variables de mayor importancia en la prediccion del peso de granos por espiga. Además indica que el número de granos es la de mayor influencia sobre la variable dependiente. La Gráfica 3.8 muestra la relación indicada.

La variedad Nazareno muestra la ecuación de mejor ajuste con el modelo:

$$Y = -0.547 + 0.0617 \text{ LESPIG} + 0.0482 \text{ NGRANOS}$$

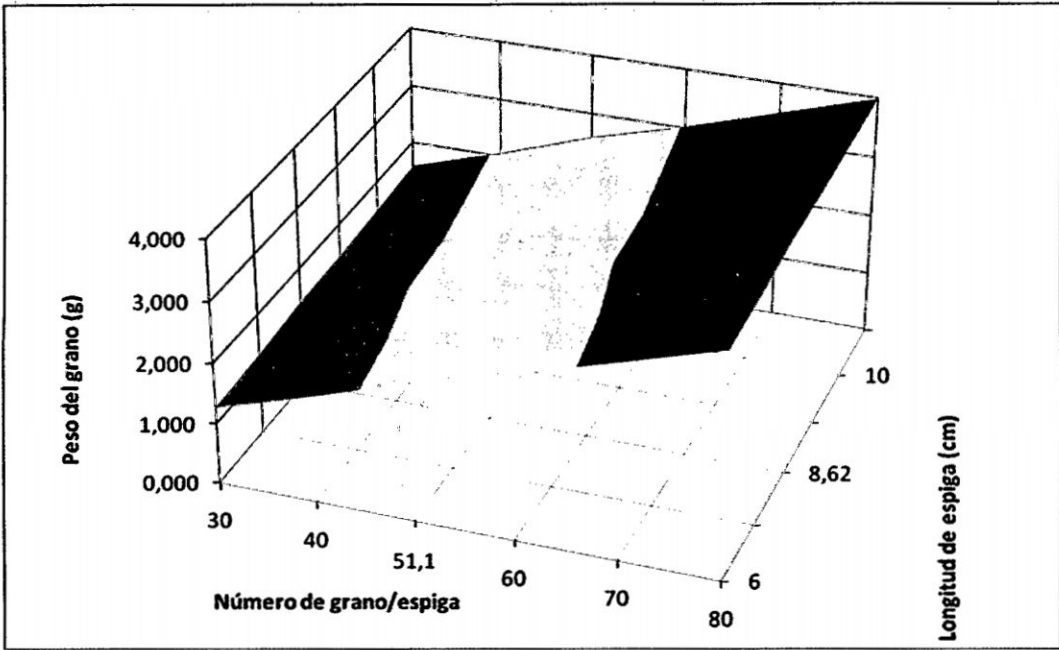


Gráfico 3.8 Regresión múltiple del peso de grano en función del número de granos/espiga y longitud de espiga para la variedad Nazareno. Canaán 2750 msnm

La regresión es de gran importancia en la predicción del rendimiento de grano. Por ejemplo, para un promedio del número de granos/espiga de 51.10 con una longitud de espiga de 8.62 cm se tendría un peso de granos de 2.45 g este peso llevado a una población promedio de 5 000 000 de espigas /hectarea, se tendría un rendimiento promedio de 12 250 kg/ha de grano.

CONTRERAS (2004), en el análisis de regresión múltiple desarrollado en cinco variedades de trigo, indica que la variable número de granos por espiga (X_{i3}) es la de mayor importancia en la producción de trigo, por ello se deberá tener cuidado en las labores agronómicas como el abonamiento, riego, uso de semilla de variedades probadas, control de

malezas y cosecha oportuna. Los mejores modelos de regresión encontrados para el pronóstico del peso de grano (Y_i) en función de la altura de planta (X_{i1}), Longitud de espiga (X_{i2}) y número de granos por espiga (X_{i3}) ; fueron el número de granos/espiga (X_{i3}) y la longitud de espiga (X_{i2}) los resultados obtenidos en nuestro experimento se afirma también con estos resultados obtenidos.

MARTÍNEZ (2011) menciona en trigos harineros que el número de granos/espiga y el peso de granos/espiga muestran una regresión con pendiente positiva, con alta correlación. La regresión es útil para pronosticar el rendimiento potencial promedio. Para un valor promedio de 42.5 granos/espiga que llega a un peso promedio de 1.89 g. llegamos a una productividad de 9440 kg/.ha, este rendimiento es factible de obtener siempre y cuando minimicemos la presión del medio ambiente. Este cálculo resulta de estimar un valor promedio de 5' 000, 000 de espigas/ha.

QUINTERO (2007) indica que los factores de rendimiento del trigo y los otros cereales, depende de tres factores: número de espigas por metro cuadrado, el número de granos por espiga y el peso de dichos granos. Siendo el clima el que influye sobre el número de granos/espiga y el peso de granos, la fertilización nitrogenada es la que más influye sobre el rendimiento de grano de tal modo, que un incremento de la dosis de fertilización nitrogenada da a lugar a un aumento del número de espigas y número de granos/espiga, pero en descenso del peso del grano.

MORENO, et al (1988) reportan que en el trigo los dos componentes principales del rendimiento son: a) número de granos y sus subcomponentes (espigas/m², espiguillas/ espiga). b) peso de los granos (tasa de llenado y duración del período). Existen evidencias que muestran que el primero de ellos (número de granos) es el que mejor explica las variaciones del rendimiento total. Esto corrobora con los resultados obtenidos en los trigos harineros y duro bajo la técnica de regresión que la variable de mayor importancia es el número de granos/espiga.

3.5 VARIABLES DE CALIDAD

Cuadro 3.11 Variables de calidad de trigo promedio en las cuatro variedades de trigo evaluados. Canaán 2750 msnm

Variedad	P. Hectolítrico (kg/hl)	Peso 1000 semillas (g)	Índice de dureza	% de proteína del grano	humedad (%)
San Isidro	78.8	44.82	37.8	12.6	12.5
Nazareno	80.5	45.89	39.8	12.7	12.8
Altar	83.6	50.69	13.5	14.6	10.7
D-159	84.2	51.35	13.8	14.7	10.4

3.5.1 Peso Hectolítrico

El peso hectolítrico se considera como una variable de calidad, que nos indica el buen llenado del grano del trigo. Los resultados que se muestran en el Cuadro 3.11 indican que las variedades de trigo durum muestran un mayor peso que las variedades harineras mostrando un valor de 83.6 kg/Hl para la variedad Altar y de 84.3 kg/Hl para la línea D-159. En los trigos harineros el de mayor peso es la variedad Nazareno con 80.5 kg/Hl. Los resultados indican que los trigos evaluados son de muy buena calidad.

DENDY (2004), afirma que el peso hectolítrico es uno de los indicadores más ampliamente usados con relación a la calidad del trigo para su comercialización. El peso hectolítrico s asociado con la extracción, la cantidad de harina producida por unidad de peso de trigo, aunque no puede ser siempre un indicador fidedigno debido a su dependencia de factores ajenos tales, como la densidad de envasado del grano, el tamaño y la forma del grano, la superficie del grano, impurezas, humedad y enfermedad. La densidad de envasado estará afectada por las vibraciones en el laboratorio, variaciones en el manejo, y el tipo de equipo que es usado para contener el volumen. Tanto la humedad del grano como la evolución de su humedad durante el desarrollo influyen fuertemente el peso hectolítrico. Debido a estos factores, el uso de esta prueba ha sido muy criticada y consecuentemente no puede ser indicada como un indicador fiable de la calidad para la molturación y el rendimiento. Sin embargo, para las mismas condiciones ambientales y tipo de trigo harinero los resultados obtenidos si muestran un resultado fiable.

ICARDA (1988), indica que la prueba del peso hectolítrico es un factor importante que permite conocer la calidad integral del grano, así como también predice el espacio que ocuparan los granos en almacenamiento y transporte.

IBAÑEZ (1985), afirma que es un factor de comercialización y refleja el

rendimiento harinero. El peso hectolítrico es determinado por una balanza Ohaus que mide el peso por unidad de volumen en Kg/Hl. Para los trigos de gluten fuerte se da un valor aproximado de 80 Kg/Hl y para trigos de gluten débil se tiene un valor de 78 Kg/Hl. Nuestros resultados obtenidos concuerdan con los autores citados.

3.5.2 Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos es de gran importancia para determinar el rendimiento potencial de un cultivo, además nos permite calcular la densidad de siembra. En el Cuadro 3.7 se observa que las variedades del trigo durum son las que muestran un mayor peso con valores de 50.69 y 51.35 g. Los trigos harineros con valores de 45.94 y 44.82 g.

MARTINEZ (2012), reporta que el peso de mil semillas para las variedades San Isidro y Nazareno fueron de 40.00 y 41.00 g. respectivamente, frente a los datos obtenidos en el presente muestran un mayor valor, este resultado es debido a la fertilización nitrogenada proporcionada en tres regímenes a la siembra, macollo e inicio de espigazón.

RAMIREZ Y OTROS (1997), menciona que en trabajos realizados en Chile con la variedad (**Llaretta INIA**) trigo duro se obtuvieron un promedio de 53 g para el peso de 1000 granos, este resultado concuerdan con respecto a los trigos duros obtenidos en el presente trabajo.

3.5.3 Humedad de equilibrio del grano

En lo que respecta a la humedad del grano los trigos harineros muestran un mayor valor con valores de 12.5 % y 12.5 % en comparación de las variedades durum que llegaron a valores de 10.7 % y 10.4 %. Esta humedad se determinó después del mes de cosecha.

3.5.4 Índice de dureza de grano

El índice de dureza del grano, permite calcular el agua que se agregará al grano antes de la molienda. Se determina con una perladora, en la cual el grano se somete a un pulido por un determinado tiempo. La pérdida del grano durante el pulido indicará la dureza; a mayor pérdida, menos dureza.

La dureza también está relacionado con la resistencia mecánica, esta depende del contenido de proteínas del grano, a mayor dureza se necesita mayor energía para la molienda (**ICARDA, 1988**). Los valores determinados se llevaron a cabo en los Laboratorios de la UNA-La Molina.

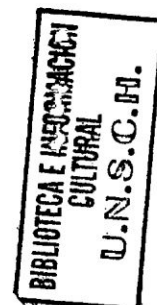
IBAÑEZ, (1985). La pérdida del grano durante el pulido indicará la dureza, en trigos que tienen el endospermo duro, el grado de dureza se encuentra entre 12 a 15 %. Comparativamente con los trigos harineros con el endospermo suave el grado de dureza se encuentra entre 35 a 40 % es decir este índice es mayor. Nuestros resultados concuerdan con estos valores, para los trigos harineros el índice de dureza fueron

mayores en promedio 39% y para los trigos duros el índice de dureza fueron menores igual a 12.5% en promedio.

3.5.5 Contenido de proteína del grano

El contenido de proteína de los granos de trigo evaluados, varían de 12.4 a 14.7 %, (Cuadro 3.7), valores que muestran variación interespecífica por el análisis de dos especies diferentes el trigo durum es el que muestra mayor valor en el contenido de proteína.

ECHEVARRIA y STUDDERT (1998) después de varios trabajos experimentales de laboratorio y de campo aseveran que el incremento del contenido de proteína del grano del trigo, trae aparejados un incremento en el contenido del gluten. Valores de proteína del 12.0 a 13.0 % proveen al trigo características de elasticidad en el gluten, lo cual le atribuye una buena calidad panadera. El manejo de la fertilización nitrogenada, relacionada la fertilización temprana (siembra y macollaje) con la fertilización en el momento del espigamiento, ha demostrado ser una herramienta eficaz en el aumento del porcentaje proteico de los granos en el trigo. En nuestro experimento las variedades muestran en general buena calidad para la elaboración de pan y se puede inferir que tienen buen contenido de gluten.



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

1. Los trigos harineros evaluados muestran una ligera precocidad frente a los trigos duros, en 10 días de diferencia a la madurez fisiológica.
2. Los mayores valores obtenidos del número de espigas/m² corresponden a la variedad Nazareno con un valor de 521 sin diferencia estadística con la variedad San Isidro que tiene 483.2 espigas/m², superando a todos los genotipos duros.
3. Los trigos harineros bajo las condiciones de conducción han mostrado una mayor altura de planta, siendo la variedad Nazareno la de mayor altura. En general se puede mencionar que estos trigos son de tamaño mediano, cuyos valores varían de 98 a 105 cm.

4. Los trigos harineros se puede indicar como los más eficientes en la formación de granos, esto debido a que tienen un mayor índice de cosecha que muestran un valor de 42.5 % 41.5 % para las variedades de Nazareno y San Isidro respectivamente.
5. La variedad Nazareno muestra una superioridad frente a las tres variedades llegando a tener una productividad de 6463.5 kg/ha, la variedad San Isidro juntamente con la línea D-159 (trigo duro) son las que tienen en un segundo plano un mayor rendimiento, superando a la variedad de trigo duro Altar.
6. La variable Número de granos/espiga es la que muestra mayor influencia en el rendimiento de las variedades evaluadas. Es por ello que se tiene que tener cuidado con la fertilización nitrogenada responsable del incremento de la variable mencionada.
7. En cuanto a las variables de calidad se observa un mayor valor del peso hectolítrico y el peso de 1000 semillas para las variedades durum.
8. El contenido de proteína de las variedades durum son mayores (14.7 %) que las variedades harineras.
9. En lo referente al rendimiento de grano la variedad Nazareno muestra una superioridad estadística frente a las tres variedades llegando a tener una productividad de 6463.5 kg/ha, la variedad San Isidro y la línea D-159 (trigo duro) muestran rendimientos de 5084.7 y 4752.6 kg/ha respectivamente.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Recomendar la siembra del trigo variedad Nazareno para las condiciones donde se ejecuto el experimento, esto por su rendimiento y calidad del grano.
2. Debe recomendarse la difusión y siembra de los trigos duros entre los agricultores de la región andina, esto porque representa una alternativa al ser una especie de resistencia al granizo, a las enfermedades como la roya y de buen contenido de proteína.
3. El trigo durum línea D-159 difundir su siembra en zonas similares a Canaán o probar su siembra en lugares de mayor altitud.

RESUMEN

El presente experimento titulado “**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum*) Y DURO (*Triticum turgidum* Var. *Durum*) CANAAN (2750 msnm) - AYACUCHO**”. Se condujo en el Centro Experimental Canaán 2750 msnm propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga, la región Ayacucho, durante la campaña agrícola 2013. El diseño utilizado fue el de Bloque Completo Randomizado con 4 tratamientos dos genotipos de trigo duro (Línea INIA D-159 y ALTAR CIMMYT) y dos genotipos de trigo harinero (INIA 418 – EL NAZARENO y trigo INIA 405 – SAN ISIDRO). Los objetivos del trabajo fueron: a) Evaluar la productividad y la calidad de dos variedades de trigo harinero y dos variedades de trigo durum y b) Estudiar la variación biométrica de las características de rendimiento de las dos especies de trigo. Las variables de mayor importancia fueron rendimiento, precocidad y calidad del grano de trigo. Las variedades harineras mostraron mayor

precocidad frente a las variedades durum. En las variables de calidad como el peso de 1000 semillas, peso hectolítrico y porcentaje de proteínas, las variedades durum mostraron un mayor contenido de proteínas (14.7%) frente a las variedades harineras (12.7%). La variedades harineras Nazareno y San Isidro mostraron mayor productividad con valores de 6463.5 kg/ha y 5089.7 kg/ha respectivamente. El trigo duro línea D-159 muestra un gran potencial de rendimiento (4752.6 kg/ha), resistencia a la roya y al granizo muy frecuente en nuestra región.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. **AACC (American Association of Cereal Chemists). 1995.** Aproveds Methods. 7 th. Ed. The Association: ST Paul Minn.
2. **BARRIGA, P. 2008** Índice de cosecha de cinco variedades de trigo. Instituto de Producción Vegetal. Universidad Austral de Chile.. Valdivia – Chile.
3. **BRAGACH, M. y MENDEZ, A. 2004.** Siembra de trigo con sembradora – abonadora. Proyecto Agricultura de Precisión. INTA MANFREDA. Córdoba – Argentina.
4. **BRAGADO, L. 2000.** Seedburo Equipment. Manual the Barley Pearlors. Washington D. C.
5. **CALETANO, N. Y MONTERO, K 2004** Clasificación del trigo argentino para su comercialización. Tesina. Universidad del CEMA – Argentina
6. **CARDENAS, C. 1999** Estudio Preliminar del uso de stocksorb en el rendimiento, de 5 variedades de trigo (*triticum sativum L.*) Ñahuinpuquio, a 2,920 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. UNSCH: Ayacucho-Perú.
7. **CONDORI, R. 1991.** Rendimiento y calidad panadera de 4 entradas y 2 variedades de trigo (*Triticum sativum L.*) en dos épocas de siembra en Canaán a 2750 msnm. Tesis. Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
8. **CONTRERAS, J. 2004.** Comparativo de 5 Variedades de Trigo Harinero (*Triticum vulgare*) Canaán, 2750 msnm. Ayacucho – Perú. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.

9. **CRONQUIST, A. 1987.** Introducción a la Botánica. Segunda Edición. (S.I.), Continental.
10. **DENDY, D. & DOBASZCZYK, B. 2001.** Cereales and Cereal Products: Chemistry and Technology. Nueva York: Kluwer Academic Plenum Publishers. ISBN 84-200-1022-7
11. **DONALD, C.M. 1962.** In search of yield. J. Aust. Inst. Agric. Se. 28: 171-178.
12. **ECHEVARRIA, H. y STUDDERT, G. 1998.** El contenido de nitrógeno en la hoja bandera del trigo como valor predictivo en la proteína del trigo, por aplicaciones de nitrógeno a la espigazón. Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata – Argentina.
13. **ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA, 1999.** Editorial OCEANO/CENTRUM, Barcelona España.
14. **FAO 1991.** (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) Producción de Trigo Primavera en el Perú. Ministerio De Agricultura. Lima – Perú.
15. **FUERTES, M. 2005.** Fisiología del Cultivo de Trigo y Calidad Bajo Diferentes Regímenes de Fertilización Nitrogenada. Universidad Técnica de Navarra- España
16. **GISPERT, C. 1984.** Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera. Barcelona, Océano- Éxito.
17. **GÓMEZ L. 2004.** Cultivo de trigo en la sierra peruana. Grafica Curisinche. Huancavelica – Perú.

18. **GRUPO OCEANO. 1999.** Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería. Editorial Océano.
19. **IBAÑEZ, A. Y AGUIRRE, Y. 1983.** Manual de prácticas de fertilidad de suelos, Programa Académico de Agronomía. UNSCH. Ayacucho – Perú.
20. **IBAÑEZ, T.1985.** Reporte final del Entrenamiento CIMMYT – Mexico.
21. **ICARDA, 1988.** International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Grup Quality Evaluation Methods and Guidelines. Syria.
22. **ITINTEC 1979.** Normas técnicas Nacionales para Trigo y Harina de trigo. Lima – Perú.
23. **JARA, M 1993.** Cultivo de trigo en la sierra del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. (INIA) Lima – Perú.
24. **MARTINEZ, L. 2011.** Rendimiento de Seis Variedades de Trigo Harinero (*Triticum aestivum* L.) Chiara 2850 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
25. **MARTINEZ, H. 2012.** Rendimiento y Calidad Panadera de Cinco Variedades de trigo (*Triticum aestivum* L) en Tres Densidades de Siembra. Canaán 2750 msnm. Ayacucho – Perú. UNSCH.
26. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG) 2004.** Dirección General de Información Agraria (DGIA). Estadística Agraria mensual, Mayo. Lima – Perú.
27. **MINISTERIO DE AGRICULTURA (MINAG) 2013.** Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva del Trigo Dirección General de Información Agraria (DGIA). Estadística Agraria, abril. Lima – Perú.

- 28. MORENO, O; VALENZUELA, A.; GONZÁLEZ, K.; ZAYRE, O. 1998.**
Tecnología de alta eficiencia para la producción de trigo. Folleto Técnico N° 28. SAGAR-INIFAP-CIRNO-CEVY. CD. Obregon, Son, México.
- 29. PARODI, P. Y ROMERO, L. 1991.** Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. FAO. Manual Técnico.
- 30. POEHLMAN, J. M. 2003.** Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa. México
- 31. QUINTERO, C. 2007.** Eficiencia del Uso del Nitrógeno en Trigo y Maíz en la Región pampeana Argentina. Info Agro.
- 32. RAMIREZ, I. 1997.** Variedad de trigo candeal Llareta INIA *Triticum turgidum* var. Durum para la zona Central de Chile.
- 33. ROBLES, E. 1982.** Calidad de la semilla. Curso Internacional Colección, Conservación y Uso de los Recursos Filogenéticos. UNA-La Molina. Lima – Perú.
- 34. ROBLES, E. 2005.** Evaluación de la calidad de grano en 06 cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L). Canaán 2750 msnm. Informe final de Investigación 2005. Ayacucho.
- 35. RODRÍGUEZ, J. 1988.** Fertilización del cultivo. In PC. Parodi (Ed). Trigo. Manejo Tecnológico, costos, comercialización, calidad y procesamiento, investigación. Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

36. **RODRIGUEZ C. y DI CIOCCO A. 1996.** Influencia de la Inoculación con *Azospirillum brasiliensis* en trigo cultivado en suelos de la Provincia de la Pampa Argentina. Ciencia del Suelo 14.
37. **SINGH, I.D. and STOSKOPF, N.C. 1971.** Harvest index in cereals. Agron. J. 63: 224-226.
38. **SULCA, R. 2009.** Producción y Calidad del Grano de Trigo (*Triticum aestivum* L.). Bajo Diferentes Regímenes de Fertilización Nitrogenada. Canaán 2750 msnm – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
39. **VAVILOV, N. I. 1951.** The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants (Translated by K.S. Chester), Chronica Botanica Co. Waltham, Mass-USA.
40. **WALLACE, D. & MUNGER, H. 1966.** Studies of the physiological basis for yield differences. II, Variations in dry-matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. Crop. Sci. 6: 503-506.
41. **WALSH, E. 1984.** Developing, yield potential of cereals en: Cereal Production (GALLAGHER, E. ed) Buitenworths London, Ing. p 69-93.
42. **ZADOKS, J. C.; CHANG, T. & KONZAK. 1974.** A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 14:415-421.
43. **DONALD, C.M. 1962.** In search of yield. J. Aust. Inst. Agric. Se. 28: 171-178.

ANEXOS



Foto 01. Surcado y siembra del cultivo de trigo. Canaán 2750 msnm.

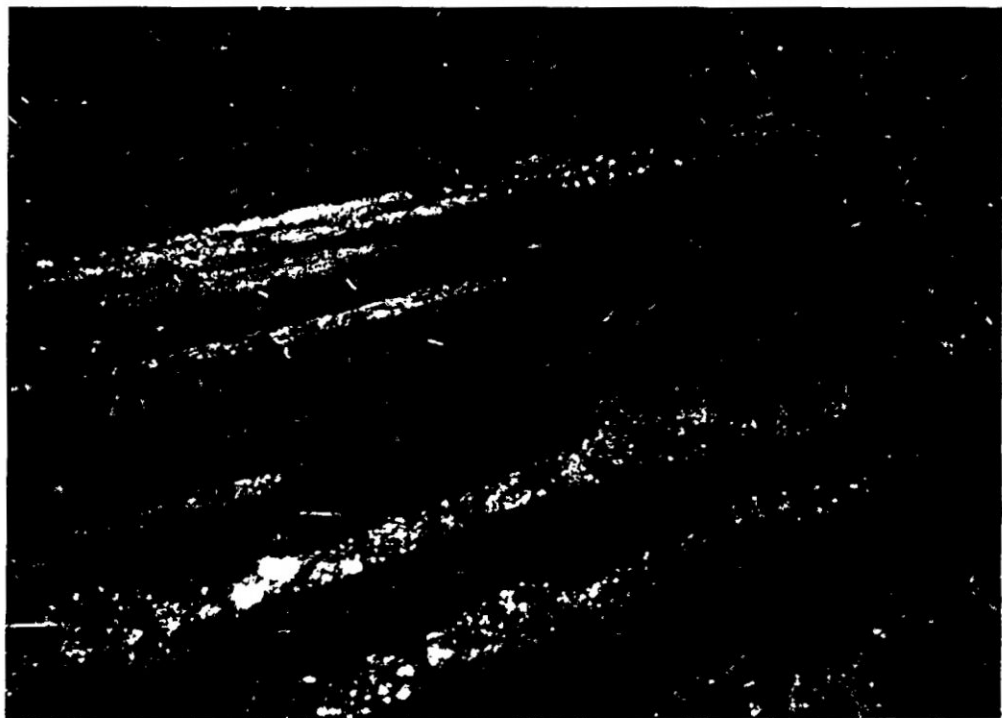


Foto 02. Riego del cultivo de trigo. Canaán 2750 msnm.



Foto 03. Evaluación de la germinación del trigo. Canaán 2750 msnm



Foto 04. Deshierbo manual del cultivo de trigo. Canaán 2750 msnm.



Foto 05. Evaluación de espigamiento del trigo duro. Canaán 2750 msnm



Foto 06. Trigo en llenado de grano harinero y duro. Canaán 2750 msnm.

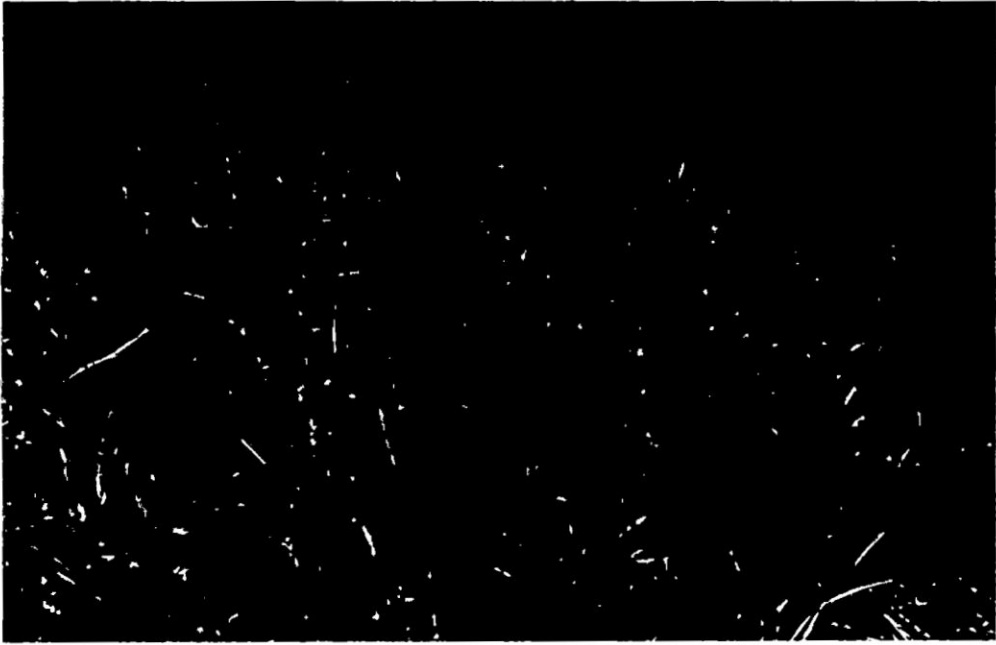


Foto 07. Madurez fisiológica del trigo Nazareno. Canaán 2750 msnm.



Foto 08. Madurez de cosecha trigo EL NAZARENO. Canaán 2750 msnm.

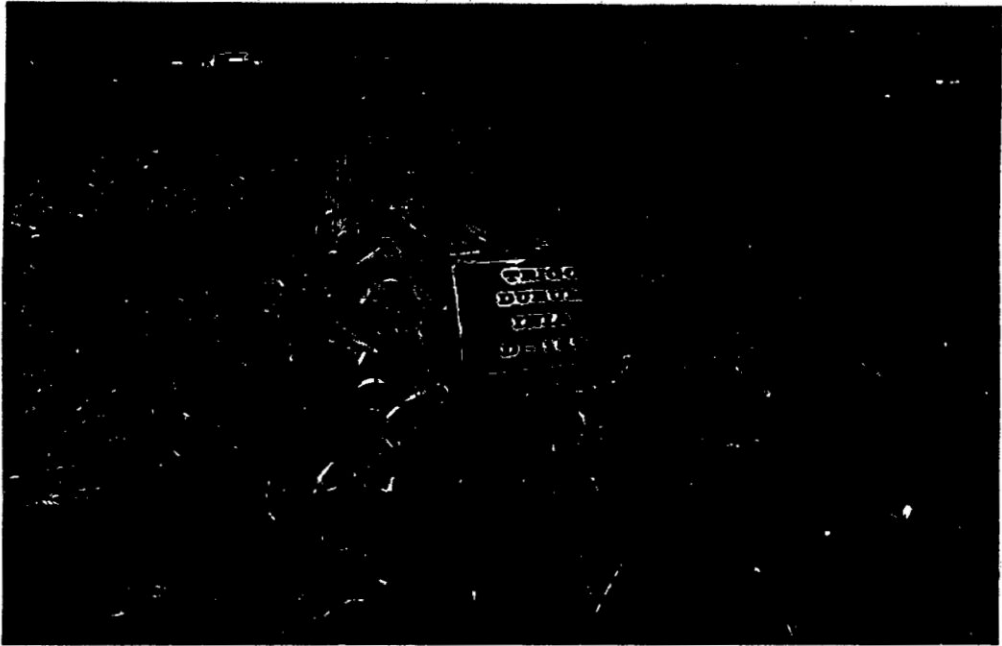


Foto 09. Madurez de cosecha trigo INIA D-159. Canaán 2750 msnm.



Foto 10. Madurez de cosecha trigo SAN ISIDRO. Canaán 2750 msnm.



Foto 11. Madurez de cosecha trigo ALTAR-CIMMYT. Canaán 2750
msnm.

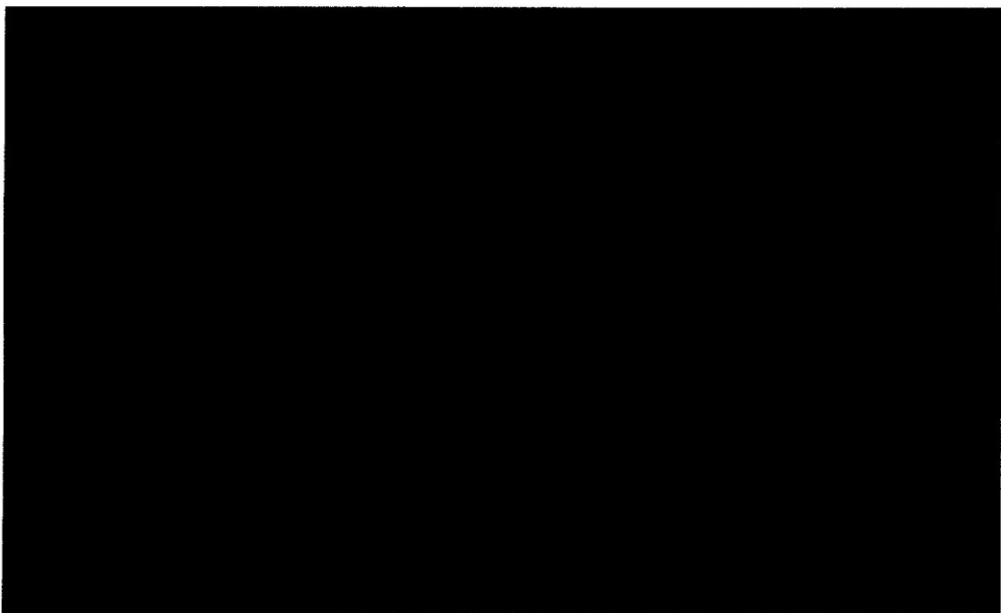


Foto 12. Evaluación de longitud de espiga trigo ALTAR-CIMMYT.





Foto 15. Muestra para evaluar peso de grano/espiga.



Foto 16. Diferencia de trigo duro (izquierda) del trigo harinero (derecha)

**Cuadro 1A Resumen de los datos para el procedimiento del ANVA
de las variables de rendimiento. Canaán 2750 msnm**

Bloque	Tratamiento	Longitud Tallo	Rendimiento grano	Nº Espigas/m ²	Índice Cosecha
I	NAZARENO	102,0	6258,00	505	42,500
II	NAZARENO	99,8	6358,50	568	42,600
III	NAZARENO	110,5	6452,20	487	43,000
IV	NAZARENO	103,5	6785,50	524	41,800
I	SISIDRO	107,0	4927,50	428	40,000
II	SISIDRO	105,5	5120,10	475	42,500
III	SISIDRO	100,5	5126,60	435	42,000
IV	SISIDRO	98,7	5164,50	468	41,600
I	ALTAR	96,0	3987,60	425	35,000
II	ALTAR	97,0	3468,50	430	35,000
III	ALTAR	98,0	4056,00	420	28,000
IV	ALTAR	99,0	3878,80	425	31,000
I	D-159	107,0	4568,50	450	32,000
II	D-159	102,0	4728,00	470	33,000
III	D-159	103,0	4958,00	485	34,000
IV	D-159	97,5	4756,00	490	32,600

**Cuadro 2A Datos biométricos de la variedad de trigo harinero
Nazareno.**

N'	Longitud Espiga (cm)	Número Granos	peso Granos (g)	N'	Longitud Espiga (cm)	Número Granos	Peso Granos (g)
1	8,5	56	2,56	51	8,0	59	2,60
2	8,5	51	2,37	52	8,0	46	2,20
3	9,0	48	1,96	53	7,0	31	1,38
4	9,0	62	2,99	54	8,5	54	2,56
5	8,0	51	2,58	55	11,0	78	3,85
6	7,5	41	1,87	56	9,0	51	2,47
7	8,0	43	1,93	57	9,0	57	2,88
8	10,0	69	3,54	58	9,0	54	2,67
9	8,5	47	2,21	59	7,2	42	1,85
10	7,0	31	1,53	60	8,0	47	2,23
11	8,5	49	2,38	61	8,5	49	2,50
12	11,0	74	3,89	62	8,5	54	2,63
13	9,5	58	2,74	63	8,5	49	2,30
14	8,5	43	2,03	64	9,0	57	2,65
15	9,0	61	3,02	65	8,5	52	2,66
16	6,5	30	1,31	66	7,0	36	1,74
17	9,5	63	3,09	67	7,0	38	1,76
18	9,0	63	2,98	68	7,5	38	1,66
19	7,5	40	1,88	69	10,0	62	2,96
20	9,0	49	2,47	70	8,5	52	2,55
21	9,0	53	2,58	71	8,0	41	1,78
22	9,5	62	2,84	72	9,0	53	2,54
23	9,5	64	3,06	73	9,0	50	2,48
24	8,0	45	2,07	74	8,0	50	2,41
25	9,5	61	3,13	75	8,5	45	2,05
26	9,0	56	2,57	76	9,0	55	2,56
27	8,0	45	2,03	77	8,0	45	2,23
28	7,5	43	1,76	78	8,0	42	1,99
29	8,0	43	2,06	79	9,0	54	2,53
30	9,5	57	2,72	80	9,0	52	2,24
31	8,5	58	2,77	81	7,0	37	1,68
32	8,5	57	2,61	82	8,0	42	1,98
33	8,5	47	2,20	83	8,0	43	1,99
34	9,0	51	2,56	84	9,0	52	2,51
35	9,0	46	2,04	85	8,5	39	1,76
36	9,5	68	3,22	86	9,0	55	2,73
37	8,5	48	2,37	87	9,0	52	2,53
38	9,0	56	2,57	88	7,5	39	1,82
39	8,0	40	1,85	89	9,5	55	2,93
40	8,5	48	2,38	90	8,5	48	2,37
41	7,0	36	1,73	91	9,5	54	2,86
42	8,0	43	2,11	92	9,0	51	2,52
43	11,0	76	3,88	93	8,0	45	2,16
44	9,5	62	3,10	94	8,0	43	2,02
45	8,0	47	2,42	95	9,0	57	2,70
46	9,0	62	3,08	96	9,0	54	2,61
47	8,0	46	2,23	97	8,0	46	1,98
48	8,0	46	2,24	98	11,0	70	3,44
49	9,0	55	2,57	99	9,0	50	2,36
50	9,0	64	3,07	100	11,0	71	3,63

Cuadro 3A Datos biométricos de la variedad de trigo harinero San Isidro.

Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	peso Grano (g)	Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	Peso Grano (g)
1	10,2	71	3,15	51	9,0	52	2,65
2	8,5	45	2,20	52	8,2	50	2,45
3	8,5	48	2,26	53	8,0	38	2,05
4	11,0	73	3,49	54	9,0	65	3,19
5	9,0	54	2,63	55	7,0	42	2,14
6	9,0	58	2,75	56	9,0	45	1,90
7	8,8	50	2,34	57	10,5	71	3,04
8	7,5	42	2,00	58	9,0	48	2,48
9	7,5	44	2,04	59	11,0	72	3,13
10	7,5	37	1,80	60	8,5	46	2,15
11	8,5	59	2,88	61	9,0	43	2,12
12	8,5	53	2,28	62	7,0	44	2,20
13	8,0	51	2,27	63	9,0	53	2,34
14	10,0	64	2,87	64	7,5	42	2,19
15	9,0	59	2,76	65	8,5	46	2,30
16	7,5	48	2,31	66	9,0	62	2,92
17	7,5	43	2,05	67	9,5	69	3,59
18	9,0	51	2,44	68	8,8	46	2,26
19	8,0	44	2,04	69	8,5	47	2,18
20	6,5	36	1,76	70	9,0	51	2,42
21	7,0	37	1,70	71	6,5	35	1,60
22	7,2	37	1,76	72	7,5	45	2,12
23	7,8	44	2,25	73	9,0	55	2,56
24	8,5	55	2,75	74	7,0	32	1,51
25	6,5	28	1,35	75	8,5	49	2,35
26	9,0	44	2,41	76	7,0	39	1,93
27	9,0	58	2,88	77	6,5	38	1,67
28	9,0	57	2,71	78	8,8	51	2,54
29	9,0	62	2,93	79	9,0	42	1,78
30	7,0	36	1,73	80	8,5	59	2,46
31	8,5	63	2,79	81	9,0	52	2,45
32	10,0	63	2,57	82	7,8	47	2,21
33	7,5	49	2,33	83	7,2	42	1,93
34	8,5	59	2,68	84	6,5	28	1,25
35	8,1	51	2,48	85	7,5	43	1,89
36	10,5	69	3,22	86	7,0	34	1,57
37	7,5	40	1,78	87	9,0	60	2,74
38	10,0	55	2,48	88	9,5	66	3,29
39	9,0	53	2,50	89	6,5	34	1,50
40	8,0	40	2,35	90	9,5	64	3,16
41	9,0	57	2,71	91	8,0	43	2,12
42	7,5	43	1,92	92	7,0	39	1,70
43	9,0	70	3,26	93	8,0	54	2,46
44	10,5	75	3,78	94	8,0	45	2,14
45	8,5	58	2,74	95	10,0	58	2,85
46	10,5	76	3,68	96	8,5	41	1,73
47	7,0	28	1,35	97	9,0	54	2,60
48	10,0	75	3,77	98	9,0	45	2,18
49	9,0	54	2,38	99	8,5	44	2,11
50	8,0	39	1,81	100	8,0	44	2,07

Cuadro 4A Datos biométricos de la variedad de trigo Duro Línea D-**59**

Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	Peso Granos(g)	Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	Peso Granos(g)
1	6,0	53	2,93	51	5,5	41	2,12
2	6,5	50	2,65	52	5,0	54	3,05
3	5,8	49	2,05	53	7,0	64	3,33
4	7,0	86	4,08	54	6,5	53	2,61
5	7,0	77	3,72	55	5,8	47	2,63
6	7,0	75	3,61	56	5,8	52	2,71
7	6,0	58	3,20	57	6,0	77	4,02
8	6,5	63	3,15	58	5,5	58	3,02
9	5,5	40	2,14	59	7,0	80	3,46
10	6,5	69	3,74	60	7,0	86	4,36
11	6,2	64	3,37	61	5,5	47	2,67
12	6,5	71	3,76	62	6,5	67	3,41
13	6,5	81	4,03	63	6,5	65	3,68
14	6,5	80	3,98	64	7,0	71	3,58
15	6,5	75	3,86	65	5,2	29	1,63
16	5,5	41	2,02	66	6,5	69	3,06
17	6,0	52	2,58	67	5,0	46	2,51
18	5,5	39	2,13	68	6,0	37	2,11
19	7,0	79	3,48	69	7,0	82	4,21
20	7,0	63	3,08	70	5,5	53	2,91
21	5,8	54	2,81	71	7,6	77	3,88
22	6,2	67	3,69	72	7,0	69	3,97
23	6,5	73	3,41	73	6,0	41	2,13
24	5,0	37	2,11	74	6,5	71	3,23
25	6,2	51	2,81	75	6,5	68	3,70
26	6,0	42	2,19	76	5,0	47	2,52
27	4,8	28	1,34	77	7,0	68	3,92
28	6,5	66	3,55	78	5,8	44	2,33
29	7,5	88	4,57	79	5,5	46	2,42
30	7,0	75	3,90	80	6,5	64	3,37
31	7,0	80	4,32	81	6,5	78	3,67
32	6,5	59	3,35	82	8,0	92	4,56
33	6,5	44	2,34	83	6,0	55	2,95
34	4,8	30	1,52	84	6,2	52	2,75
35	5,0	27	1,41	85	6,0	53	2,08
36	6,0	56	2,91	86	7,0	72	3,75
37	5,5	56	2,84	87	6,0	44	2,12
38	6,5	73	3,93	88	5,0	39	1,98
39	5,0	47	2,60	89	6,5	62	3,13
40	8,0	82	4,26	90	5,5	45	2,38
41	7,0	66	3,75	91	5,0	47	2,48
42	6,0	56	2,83	92	8,0	97	4,14
43	7,0	70	3,94	93	6,8	72	3,57
44	6,0	64	3,39	94	6,2	58	2,63
45	8,0	87	4,96	95	6,0	73	3,14
46	5,8	54	2,67	96	6,5	55	3,10
47	6,5	53	3,02	97	6,0	54	2,92
48	6,5	63	2,79	98	5,5	59	3,09
49	6,5	75	3,73	99	5,5	44	2,22
50	6,5	56	2,76	100	5,5	50	2,63

Cuadro 5A Datos biométricos de la variedad de trigo Duro Variedad Altar

Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	Peso Granos(g)	Nº	Longitud Espiga (cm)	Numero Granos	Peso Granos(g)
1	6,5	77	4,08	51	5,8	65	3,09
2	6,0	57	2,84	52	5,4	46	2,27
3	6,5	69	3,53	53	6,4	67	3,50
4	4,5	26	1,25	54	6,0	58	3,11
5	4,5	35	1,69	55	6,0	57	2,97
6	6,2	70	3,29	56	5,8	53	2,96
7	6,2	62	3,17	57	6,5	64	3,31
8	5,8	40	2,18	58	5,5	44	2,21
9	6,2	70	3,40	59	6,5	77	3,75
10	6,0	64	3,26	60	6,0	69	3,74
11	5,2	32	1,49	61	4,8	34	1,57
12	5,0	38	1,97	62	6,0	66	3,11
13	6,2	66	3,54	63	5,2	50	2,62
14	6,0	55	3,03	64	6,0	41	2,10
15	6,2	71	3,46	65	6,5	65	3,40
16	6,5	82	4,13	66	5,8	56	2,64
17	5,8	43	2,16	67	5,0	40	1,87
18	6,0	61	3,19	68	5,0	38	1,89
19	6,0	59	3,36	69	5,0	32	1,53
20	5,8	55	2,77	70	4,8	28	1,27
21	4,8	37	1,86	71	6,0	58	2,97
22	5,8	54	2,46	72	6,0	50	3,05
23	6,2	75	3,70	73	6,0	55	2,78
24	6,2	62	3,17	74	5,5	52	2,71
25	6,0	57	2,90	75	5,5	33	1,57
26	5,8	46	2,26	76	6,0	64	3,37
27	5,5	32	1,60	77	6,0	51	2,57
28	5,6	44	2,07	78	6,0	63	3,08
29	5,5	51	2,75	79	5,5	49	2,45
30	6,6	77	4,03	80	5,5	38	1,82
31	6,0	72	3,53	81	5,8	40	1,85
32	5,5	44	2,31	82	5,0	40	1,94
33	5,0	46	2,16	83	6,2	63	3,24
34	5,2	49	2,49	84	6,0	48	2,12
35	7,0	79	3,62	85	5,8	40	1,89
36	5,5	41	2,03	86	5,5	39	1,98
37	6,5	76	4,28	87	5,8	56	2,71
38	4,8	33	1,58	88	5,0	38	1,73
39	6,0	61	3,33	89	5,8	49	2,90
40	7,0	70	3,85	90	4,5	34	1,51
41	6,2	38	2,06	91	5,0	51	2,57
42	5,2	39	1,65	92	5,5	45	2,26
43	5,8	54	3,06	93	6,2	67	3,48
44	6,0	47	2,44	94	6,2	65	3,20
45	5,0	39	1,98	95	6,2	59	3,10
46	6,0	60	3,05	96	5,2	40	1,78
47	6,0	52	2,49	97	4,8	35	1,68
48	6,0	77	3,89	98	5,2	47	2,32
49	6,5	46	3,03	99	5,5	51	2,75
50	5,5	43	2,09	100	5,5	44	2,20