

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO DE CINCO VARIEDADES DE TRIGO
(*Triticum aestivum*) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA. CANAAN (2750 m.s.n.m.)**

– AYACUCHO.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTADO POR:

Henry Rafael MARTINEZ BUSTAMANTE

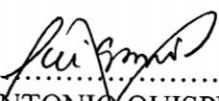
AYACUCHO - PERÚ

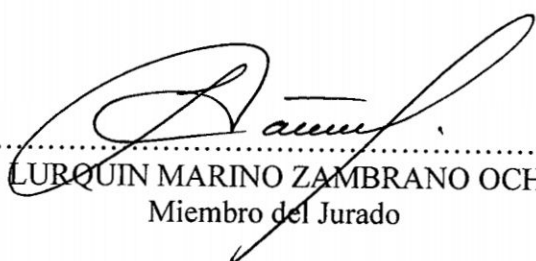
2012

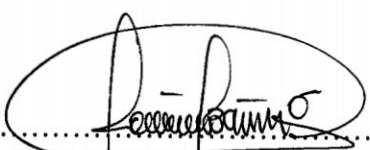
Tesis
Ag 950
Man

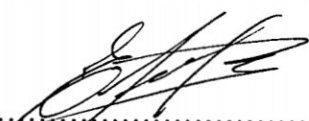
**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO DE CINCO VARIEDADES DE TRIGO
(*Triticumaestivum*) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA. CANAAN
(2750 m.s.n.m.) – AYACUCHO”.**

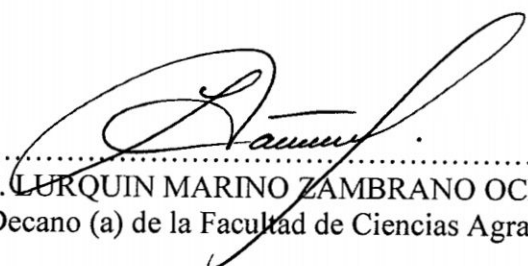
Recomendado : 07 de noviembre de 2012.
Aprobado : 21 de diciembre de 2012.


.....
M.Sc. JOSE ANTONIO QUISPE TENORIO
Presidente del Jurado


.....
Dr. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Miembro del Jurado


.....
Dr. ROLANDO BAUTISTA GOMEZ
Miembro del Jurado


.....
Ing. EDUARDO ROBLES GARCIA
Miembro del Jurado


.....
Dr. LURQUIN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Decano (a) de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis queridos Padres, por brindarme todo su apoyo y comprensión durante mi vida estudiantil.

A mi hermana Greici,
por el apoyo que siempre
me brindó.

A todos los amigos que me ayudaron
en la realización del presente trabajo
de investigación.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por facilitarme sus ambientes para la realización del análisis de calidad total en grano de trigo del presente trabajo de investigación.

A la institución católica CARITAS AYACUCHO, por apoyar con el financiamiento del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Lurquin ZAMBRANO OCHOA, gestor y asesor del presente trabajo, por su apoyo incondicional en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo.

Mi gratitud a todas las personas y amigos que me dieron su apoyo para la ejecución del presente trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo “RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL GRANO DE CINCO VARIEDADES DE TRIGO (*Triticum aestivum*) EN TRES DENSIDADES DE SIEMBRA. CANAAN (2750 m.s.n.m.) – AYACUCHO”, se realizó en el Centro Experimental Canaán, propiedad de la Universidad de Huamanga, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, a una altitud de 2750 msnm, durante la campaña agrícola 2008 - 2009. Los objetivos fueron, determinar la mejor densidad de siembra que optimice el rendimiento de cultivo de trigo; determinar la calidad del grano de las cinco variedades de trigo e identificar la variedad que mejor se adapte a la zona. El diseño estadístico utilizado fue el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 5 variedades de trigo x 3 densidades, con cuatro repeticiones. La siembra se realizó a un distanciamiento entre surcos de 0.20 m. y a surco corrido. En general, las variedades en ensayo mostraron precocidad, llegando a la madurez fisiológica a los 100 a 120 días después de la siembra, a excepción de la variedad Nazareno que llegó a esta etapa a los 105 a 125 días. Las variedades Gavilán, Centenario y San Isidro muestran un buen número de espigas/m², con valores de 473.1, 459.7 y 452.7, que les confiere un buen potencial de rendimiento. El rendimiento mostrado por las variedades Gavilán, San Isidro, Centenario y Andino, con valores de 4138.2, 4028.3, 3715.8 y 3704.9 kg.ha⁻¹ respectivamente, hacen que estas sean las de mejor adaptación a las condiciones de Canaán. La mejor densidad de siembra se obtiene con 120 y 140 kg.ha⁻¹, no

existe mayor respuesta del rendimiento al incremento de la densidad de siembra. En las variables de calidad como el peso de 1000 semillas, peso Hectolítico, humedad de la semilla y porcentaje de proteína, no existe mayor respuesta por los genotipos utilizados, así como por la densidad de siembra utilizada.

INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE GRÁFICOS	
INDICE DE ANEXOS	
INTRODUCCION	01

CAPITULO I

REVISION BIBLIOGRAFICA

1.1 Antecedentes históricos del trigo	04
1.2 Taxonomía	06
1.3 Distribución del trigo	06
1.4 Tipos de trigo	10
1.5 Variedades de trigo	12
1.6 Calidad del trigo	15
1.7 Característica botánicas del trigo	19
1.8 Ciclo vegetativo del trigo	23
1.9 Importancia del trigo	27
1.10 Ecología del cultivo	29
1.11 Plagas y enfermedades	32
1.12 Determinaciones genéticas del crecimiento vegetal	35

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución	41
2.2 Antecedentes del campo experimental	41
2.3 Análisis de suelo	42
2.4 Condiciones climáticas	43
2.5 Material experimental	47

2.6 Factores en estudio y tratamientos	52
2.7 Diseño experimental	53
2.8 Modelo aditivo lineal	53
2.9 Características del campo experimental	54
2.10 Conducción del experimento	56
2.11 Parámetros de evaluación del cultivo	59

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Variables de precocidad	63
3.2 Variables de rendimiento	66
3.3 Variables de calidad	81

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	85
4.2 Recomendaciones	87

V. BIBLIOGRAFÍA	88
VI. ANEXOS	97

ÍNDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1.1: Variedades de trigo (<i>Triticum ssp.</i>) registradas en el Perú.	14
Cuadro 1.2: Composición química de las diferentes partes del grano de trigo (% sobre base seca)	22
Cuadro 1.3: Porcentaje de nutrientes del grano de trigo.	28
Cuadro 1.4: Aminoácidos presentes en el germen de trigo.	28
Cuadro 2.1: Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán (2750 msnm) – Ayacucho. 2009.	42
Cuadro 2.2: Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual; precipitación y balance hídrico. Campaña Agrícola 2008 - 2009. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho	45
Cuadro 3.1: Etapas fenológicas de cinco variedades de trigo (nnds). Canaán 2750 msnm. Ayacucho.	63
Cuadro 3.2: Análisis de variancia de la longitud de tallo de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.	66
Cuadro 3.3: Análisis de variancia del número de espigas/m ² de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.	69
Cuadro 3.4.: Análisis de variancia de la longitud de espiga de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.	73
Cuadro 3.5: Análisis de variancia del rendimiento de grano de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.	75
Cuadro 3.6: Análisis comparativo de dos variables de rendimiento (n = 100) en cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm).	80
Cuadro3.7: Datos descriptivos de las variables de calidad de cinco variedades de trigo. Canaán (2750 msnm)	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1.1: Producción, cosecha e importación de trigo en el Perú (1996-2005).	08
Figura 1.2: Zonas productoras de trigo en el Perú.	09
Figura 1.3: Tipos de trigo de acuerdo a la apariencia del grano.	12
Figura 1.4: Diagrama de la sección longitudinal de un grano de trigo.	21
Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico: Temperaturas, precipitación y balance hídrico. Periodo 2008 -2009. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho.	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PAG.
Grafico 3.1: Prueba de Tukey de la longitud de tallo de cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm). Ayacucho.	67
Grafico 3.2: Prueba de Tukey del número de espigas/m ² de cinco variedades de trigo en promedio de las densidades de siembra. Canaan (2750 msnm).	71
Grafico 3.3: Regresion del número de espigas/m ² en función de la densidad de siembra en promedio de las cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm).	71
Grafico 3.4: Prueba de Tukey de la longitud de espiga de cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm).	74
Grafico 3.5: Prueba de Tukey del rendimiento de granos en las variedades evaluadas en promedio de las densidades de siembra. Canaan 2750 msnm.	76
Grafico 3.6: Regresión del rendimiento de grano de trigo en promedio de las variedades en función de las densidades de siembra. Canaan 2750 msnm.	77

ÍNDICE DE ANEXOS

	PAG.
Anexo A: Fotografías de la instalación del campo de investigación.	98
Anexo B: Fotografías de la evaluación de calidad total del grano de trigo en los laboratorios de la "UNALM".	103
Anexo C: Costos de producción de la siembra de trigo.	113
Anexo D: Normas técnicas nacionales para el análisis de calidad de cereales y menestras.	118

INTRODUCCIÓN

Los cereales contribuyen con las 2/3 partes de los alimentos primarios; y entre ellos el trigo es el cultivo más importante. El trigo, el maíz y el arroz representan 80% de la producción mundial de cereales **(CIMMYT, 1981)**.

El área sembrada de Trigo en el año 2010 fue de 153 324 hectáreas, algo similar sucedió en el año 2011 sembrándose 150873 hectáreas, mientras que el año 2012 se realizó la siembra de 94602 hectáreas. El área cosechada fue menor que la sembrada por distintos factores entre ellos plagas, enfermedades y fenómenos atmosféricos, por lo que se cosecho 150287 hectáreas en el año 2010, en el año 2011 se cosecharon 145485 hectáreas, mientras que el año 2012 se cosecharon 89976 hectáreas, tomando en cuenta que los datos del 2012 son hasta el mes de agosto **(INEI, 2012)**.

La producción promedio nacional fue de 167897 toneladas, con el nivel más bajo en el año 1997, con 123724 toneladas, sin ninguna alza significativa a pesar de la alta demanda nacional de este cereal, importándose el año 2004, 1394243 toneladas de trigo **(MINAG, 2006 y Webby Fernández , 2005)**.

En casi todos los países en desarrollo, entre ellos el Perú, del 50 al 80% de la población se dedica a la agricultura, pero su productividad es tan baja que las existencias de los comestibles no alcanzan para alimentar a la población. El trigo

es un producto deficitario en el Perú, del total consumido, el 90% es importado y el resto lo cubre el productor nacional. Se cultiva casi en su totalidad en la sierra **(GOMEZ, 1983 y SANDER, 1983)**.

En el país se experimentó una reducción de este cultivo, seguido de una tenue recuperación de la superficie triguera. Según estadísticas oficiales, de 162000 has. en 1950, disminuyó a 77518 has. en 1984 y 110384 has. en 1988. La importación fue creciente, reportándose 521000 tn. en 1970, un millón de tn en 1986 y otro igual en 1988, con un creciente costo de divisas en perjuicio de la economía del país y por ende del agricultor nacional **(SANDER, 1983)**.

A nivel nacional, de acuerdo a la estadística agropecuaria de 1988, la superficie sembrada de trigo en 1988 abarcó una extensión de 110384 has., con una producción total nacional de 153315 tn. y un rendimiento de 932.3 kg.ha^{-1} , una superficie de 12261 has., que comparada con la producción local promedio de 1960 a 1982 fue de 25292 tn., se observa un descenso en el orden de 54.8% de la producción total en el departamento de Ayacucho, que se debe a una precipitación incierta, heladas, pobreza del suelo, mezcla de variedades, desconocimiento de las variedades rendidoras, enfermedades y otros factores que limitan el área de cultivo del trigo **(SANDER, 1983)**.

Con referencia a la densidad de siembra **Veze (1957)**, determinó que el aumento de la densidad de siembra y el nitrógeno acrecentó el número de espigas. m^{-2} . El número de espigas decreció con un aumento solo de la densidad. El peso de 1000 granos no fue afectado por la densidad de siembra. El rendimiento decreció por la mayor competencia entre las plantas.

Vez (1958), indica que la alta densidad de siembra tuvo mayor efecto en el rendimiento de grano, a bajas aplicaciones de nitrógeno, también reportaron que la densidad de siembra no afecta el contenido de proteína del grano.

Pendleton (1938), encontraron que el rendimiento del grano fue mayor a densidades intermedias (90 a 134 kg de semilla.ha⁻¹); la densidad de siembra tuvo mayor efecto que el nitrógeno y la variedad en el número de granos por espiga y que la menor densidad de siembra produjo el mayor número de espigas por planta.

Mazureck (1928), señaló que 150 kg de semilla.ha⁻¹ fue el óptimo para el rendimiento de grano.

Este hecho de suspensión productiva y al incremento de la demanda e importación por el aumento población hace necesario la adopción de medidas imperativas y concretas para incrementar los actuales niveles de producción y productividad del trigo, a través del mejoramiento tecnológico, como el uso de variedades mejoradas resistentes a enfermedades, adecuada calidad panadera, fidelera, pastelera y al uso óptimo de niveles de abonamiento. Lo expuestos llevó a realizar el presente trabajo que apunta a la creación de entradas claves y adecuada a la realidad agroecológica y socioeconómica de la región como refinamiento al trabajo (**PEÑA, 1990**).

Por las condiciones expuestas, se planteó el siguiente trabajo con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar la mejor densidad de siembra que optimice el rendimiento del cultivo de trigo.
- Determinar la calidad del grano de las cinco variedades de trigo.
- Identificar la variedad que mejor se adapte a la zona.

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Antecedentes históricos del trigo

Agustín Pirano, célebre botánico suizo (1778 a 1841), autor de la teoría Elemental de la Botánica, menciona que el trigo (*Triticum aestivum*) es oriundo del Asia Occidental, de las regiones próximas al Eufrates (Armenia y Turquía); su antigüedad es tan remotísima que ocupó los primeros cultivos que emprendieron al hombre en el arte de cultivar la tierra (**GÓMEZ, 1983 y SANDER, 1983**).

El trigo es una planta originaria del Cercano Oriente (Valle del río Tigris-Eufrates); registros arqueológicos indican que por muchos siglos los trigos utilizados por los agricultores prehispánicos fueron los Einkorn (diploide) y Emmer (tetraploides), con raquis quebradizos y glumas adherentes, caracteres que son de utilidad para la diseminación de los trigos silvestres, pero que actualmente no son deseados desde el punto de vista industrial (**VILLANUEVA, 1985**).

El origen actual trigo cultivado se encuentra en la región asiática, comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área y están emparentadas con el trigo. Desde el Oriente

Medio el cultivo del trigo se difundió en todas las direcciones. Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hace más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *Triticum dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar y más con vientos fuertes (<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>,2006).

Los trigos duros evolucionaron más recientemente que el trigo Einkorn (*Triticum monococum*), diploide y los trigos harinosos todavía más recientemente, ambos evolucionaron accidentalmente hace miles de años (VILLANUEVA, 1968).

Los trigos panaderos (hexaploides) o trigos harineros, se difundieron en Europa desde el sur de Rusia, cerca del año 2100 a.c (VILLANUEVA, 1985).

Según la referencia histórica la introducción del trigo al continente americano, se dio en el segundo viaje de Colón en setiembre de 1493. La tripulación fue provista de trigo procedentes de Xeres para elaborar bizcochos y buena parte de esta semilla pudo haber sido sembrada en América (GAMBAROTTA, 2005).

En lo que respecta al Perú, se le atribuye la introducción a tres damas españolas Doña María Escobar, Doña Inés Muñoz y Doña Beatriz Salcedo, en 1540. Los granos de trigo del tipo Emmer fueron traídos en una mezcla con una remesa de garbanzos. Es así que con el tiempo, la costa peruana se convirtió en una fuerte productora de este cereal que incluso se exportó a Guayaquil, Panamá y otros lugares (VILLANUEVA, 1985).

Pero a partir del terremoto de 1687, aparece en nuestro país la “roya negra” o “roya del tallo” debido a condiciones climáticas favorables para esta enfermedad. Como consecuencia de esta enfermedad, el cultivo del trigo fue prácticamente eliminada de la costa peruana, localizándose desde entonces en las regiones de nuestra sierra (VILLANUEVA, 1985).

El **CIMMYT (1980)**, informa que a nivel mundial la producción triguera y las tierras sembradas con ella se encuentran en el hemisferio norte, cuyos principales tipos de trigo comercial son el trigo harinero y el trigo duro. El primero alcanza el 90% del área triguera mundial y contribuye con el 94% de la producción; el segundo tiene una distribución menos extensa y se siembra principalmente en África del Norte, la URSS, la India, Italia, Francia, el Norte de Estados Unidos y algunas regiones de Canadá.

1.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica del trigo propuesta por **Humberto Baheno (2002)**, es la siguiente:

REINO	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
CLASE	:	Liliopsida
ORDEN	:	Poales
FAMILIA	:	Poaceae
GENERO	:	<i>Triticum L.</i>
ESPECIE	:	<i>aestivum L.</i>

1.3 Distribución del trigo

a) A nivel mundial

De acuerdo a la **FAO (1991)**, el trigo tiene una amplia distribución. Los grandes productores son Rusia, Estados Unidos, China, Europa Oriental, Canadá, Australia y Argentina; en estos países los rendimientos promedios están alrededor de 6000 kg.ha⁻¹.

El **CIMMYT (1980)**, reporta que la producción triguera en los países en vías de desarrollo durante la década de los 70 aumentó a una tasa anual de 4.8%, considerado como el mayor incremento de todos los cereales. Una elevada proporción de este crecimiento se obtuvo en los cinco países en desarrollo, productores de dichos cereales: China, India, Paquistani, Turquía y Argentina, que en conjunto aportan el 82% de la producción de los países en desarrollo. Entre los productores indicados, China registró los incrementos más marcados.

b) A nivel nacional

El cultivo de trigo está bien difundido, se siembra en 19 departamentos; pero en 1976 el 75% de la producción de trigo en el Perú se concentró en el norte, específicamente en los departamentos de Cajamarca y La Libertad, con 15625 y 27250 has., respectivamente. En el centro del país, Ancash, Junín y Ayacucho con 32460, 11800 y 19200 has., que constituyen casi la totalidad del área cultivada, con un rendimiento promedio de 1.0 tn.ha⁻¹.

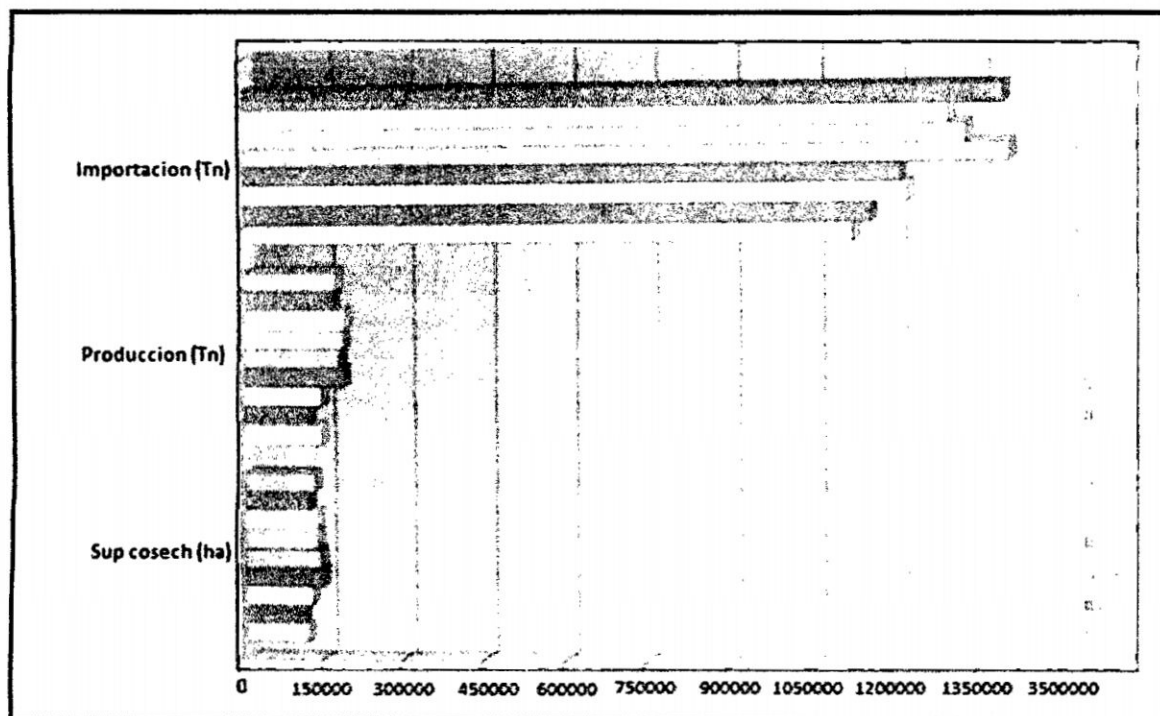
De otro lado, del total de las áreas trigueras del Perú, el 85% corresponden a cultivos en secano y el resto son conducidos bajo riego. El 98% de la superficie sembrada están en la Sierra y el resto en la Costa (**VILLANUEVA, 1968 y ESTADÍSTICA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1988**).

La producción de trigo en el Perú, está localizada casi en su totalidad en pequeñas parcelas, ubicadas en la región de la Sierra del Perú, donde la superficie sembrada oscila entre 90000 y 150000 hectáreas/año, de las cuales el 85% y 89% corresponde a siembras por agricultores minifundistas que poseen menos de 0.5 has. por familia (**MINAG, 2006**).

En la **Figura 1.1** se muestra la superficie cosechada, producción e importación de trigo en el Perú en 9 años; la producción promedio nacional fue de 167897

toneladas, con el nivel más bajo en el año 1997, con 123724 toneladas, sin ninguna alza significativa a pesar de la alta demanda nacional de este cereal, importándose el año 2004, 1394243 toneladas de trigo.

Figura 1.1: Producción, cosecha e importación de trigo en el Perú (1996-2005).



Fuente: MINAG (2006) y Webby Fernández (2005)

La siembra de trigo en la Sierra peruana se localiza principalmente entre los 2650 a 3400 msnm, distribuidos geográficamente en la Zona Norte, Centro y Sur. En la **Figura 1.2** se muestra los departamentos productores de trigo; en el Norte destacan Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Amazonas. En el Centro, Ancash, Lima, Ica, Huánuco, Pasco, Junín y Huancavelica; y en el Sur Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno (MINAG – DGIA, 2006).

1.4 Tipos de trigo

Los trigos más difundidos en el mundo y el Perú son de la especie *Triticum aestivum ssp.*, *Triticum aestivum*, *Triticum turgidum ssp.* y *Triticum durum*. El *Triticum aestivum ssp.* y *Triticum aestivum* presenta un carácter farináceo, son trigos duros altos en proteínas y apropiados para panificación y los trigos blandos o suaves bajos en proteínas adecuados para tortas y galletas. El *Triticum turgidum ssp.* y *Triticum durum* tienen un carácter vítreo mucho más duro que el panadero o harinero, con una calidad y cantidad de proteína más elevada, ideal para la elaboración de pastas. La textura física dura o suave de los trigos relacionados con su contenido de proteína de alguna manera determina el uso final de la harina en la industria molinera (**GIROUX, 1998**). De acuerdo a **KENT (1987)**, los trigos se clasifican de manera general por la estructura del endospermo y por contenido proteico:

1.4.1 Trigos duros y blandos

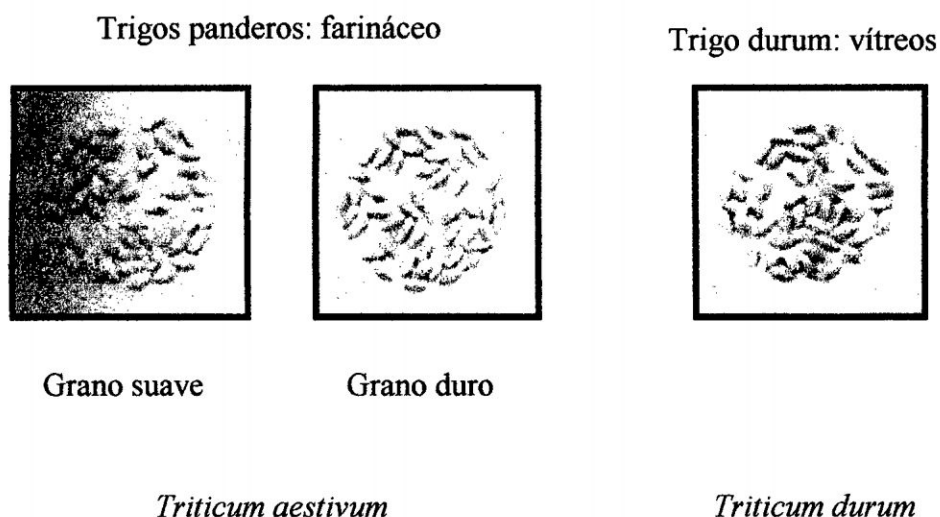
Las características de dureza y blandura en la industria molinera se relacionan con la forma de fragmentarse el endospermo. En trigos duros, la fractura tiende a producirse siguiendo la línea que limitan las células, mientras que el endospermo de los trigos blandos se fragmenta de forma imprevista, al azar. Los trigos duros producen harina gruesa, arenosa, fluida y fácil de cernir. Compuestas por partículas de forma regular, muchas de las cuales son células completas de endospermo. Los trigos blandos producen harina muy fina compuesta por fragmentos irregulares de células de endospermo y algunas partículas aplastadas que se adhieren entre sí, se ciernen con dificultad.

1.4.2 Trigos fuertes y suaves

La característica de los trigos fuertes y suaves se relaciona con el contenido de proteína, importante en la industria tecnológica. Los trigos que tienen la facultad de producir harina para panificación con piezas de gran volumen, buena textura de miga y buenas propiedades de conservación, tienen por lo general alto contenido de proteínas y se llaman “fuertes”, mientras las harinas con bajo contenido de proteína o “suaves” dan pequeños panes con miga gruesa y abierta. La harina de trigo suave es ideal para galletas y pasteles, esta es inadecuada para panificación al menos que se mezclen con una harina más fuerte, la harina de trigo fuerte admite una proporción de harina suave, así la pieza mantiene su gran volumen y buena estructura de la miga aunque lleve cierta proporción de harina suave, también es capaz de absorber y retener gran cantidad de agua.

En la **Figura 1.3** se muestra el grano de trigo harinero (suave y duro), el trigo durum, generalmente se diferencian por su opacidad. Los durum son traslucidos y aparecen brillantes contra la luz intensa, mientras que los granos de trigo harinero son los que son opacos y resultan oscuros en las mismas circunstancias (**KENT, 1987**).

Figura 1.3: Tipos de trigo de acuerdo a la apariencia del grano.



1.5 Variedades de trigo

Debido a la diversidad de usos del trigo existe una gran diversidad de variedades, actualmente se comercializan variedades de tallo corto y de alto rendimiento, así como variedades de verano e invierno, pero la resistencia al frío de esta última debe mejorarse. Los trigos de invierno suelen cultivarse en las zonas templadas y los de verano predominan en zonas con inviernos fríos (altas latitudes) o con inviernos demasiado suaves (bajas latitudes).

En general puede distinguirse tres variedades en función de su ciclo vegetativo:

- Variedades de otoño o de ciclo largo.
- Variedades de primavera o de ciclo cortó.
- Variedades alternativas.

La diferencia entre ellas se basa en la duración del período vegetativo. Las variedades de otoño y las de primavera se diferencian en la integral térmica, tomando como cifras medias las siguientes:

- Trigos de otoño: 1900 – 2400 °C
- Trigos de primavera: 1250 – 1550 °C

(<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>).

1.5.1 Variedades mejoradas de trigo en el Perú

El comercio de semillas de trigo en el Perú ha sido muy pequeño, los agricultores han venido empleando parte de su propia producción como semilla correspondiente a variedades muy antiguas que por sus características de grano son aparentes a las formas de consumo tan especiales de nuestra población rural y aun de las grandes ciudades. Para lograr el incremento de la producción de trigo, es necesario reemplazar las variedades antiguas por otras superiores en resistencia a enfermedades y rendimiento, que se ajusten a los tipos de nuestra demanda nacional (**ROMERO, 1970**).

En los años 70 el tipo de semillas disponible en nuestro país era de tipo básico y de fundación, en la actualidad se cuenta con semillas de clase registrada. En el **Cuadro 1.1** se presenta la relación de variedades registradas de trigo en el Servicio de Sanidad Agraria (**SENASA, 2006**).

Cuadro 1.1: Variedades de trigo (*Triticum ssp.*) registradas en el Perú.

CULTIVAR	AMBITO DE SIEMBRA
Gavilan	Sierra
Titicaca	Sierra
La Molina	Costa
Cristina	Costa
Andino INIAA	Cusco, Apurímac, Ayacucho, Huánuco, Cajamarca
Andino INIA	Sierra tropical, sub tropical, altiplánica
Sulloscocha INIA	Sierra norte
AmbarDurum-Altar 84 AOS	Costa
INIA-403 (Moray)	Sierra norte, centro y sur
V-14 (BOV/EGO/STILL/13/BISU 1)	Arequipa: Majes, Sidsur, Zamacola.
V-17 (SORA PLATA 12)	Arequipa: Majes, Sidsur, Zamacola.
INIA 405 San Isidro	Sierra
Crown	Arequipa
D-3100	Arequipa
DOI-930	Arequipa
Platinum	Arequipa
Bravadur	Arequipa
Centenario	Costa y Sierra (hasta 3500msnm)

Fuente: SENASA (2006)

1.6 Calidad del trigo

La calidad se puede definir como el grado de excelencia de una cosa, cualidad o facultad distintiva o un rasgo característico. La calidad de trigo combina estas definiciones, de modo que una clase de trigo lleva la idea de un producto distintivo que sobresale del propósito para el cual fue sembrado **(TONKIN, 2004)**.

Australia es uno de los productores principales de trigo en el mundo, la calidad de su trigo es clasificado en función de su valor proteico, excelente para la producción de pan o fideos orientales; los trigos suaves son todas aquellas variedades de bajo valor proteico, que son muy buenas para la producción de galletas, tortas o pasteles **(TONKIN, 2004)**.

La calidad de un trigo se determina por los atributos físicos y químicos del grano y la harina, donde las pruebas analíticas más importantes en la evaluación de los cereales son de tipo físico y química, las que permiten conocer el comportamiento de las características del grano y la harina; permiten además caracterizar de acuerdo a su posible uso en la industria de alimentos. A continuación se cita las evaluaciones más comunes en la determinación de calidad de trigo, desde el punto de vista físico y químico.

1.6.1 Calidad física y química del trigo

La calidad física viene a ser la descripción de los atributos físicos propios del grano, este se relaciona con la molienda, siendo estos los primeros evaluados por el comprador. Estas características físicas son generalmente humedad, los granos dañados e impurezas, peso hectolítrico, peso de mil granos, ceniza y dureza, dentro de las características químicas esta el contenido de proteínas **(TONKIN, 2004)**.

Humedad es un criterio de calidad muy importante, este indica la cantidad de agua presente en el grano, esta información permite saber si el cereal está dentro del rango de seguridad para el almacenamiento y la molienda **(KENNETH y HELLEVANG, 1995)**.

Impurezas incluye la limpieza del grano, debe estar libre de pajas, tierra, granos dañados. Un grano dañado puede deberse a factores climáticos y también a las practicas agronómicas, puede originarse antes, durante o después de la cosecha **(CUNIBERTI y RUBERI, 2005)**.

El peso hectolítrico es ampliamente usado en la determinación de la calidad del trigo, dando una idea del contenido de la humedad, porcentaje de impurezas y rendimiento de la harina, cuando mayor es el valor mejor es el rendimiento harinero **(GAMBAROTTA, 2005)**. El peso hectolítrico es afectado por distintos factores como: enfermedades, nutrición, lluvias, sequias, influyendo estos en la calidad del grano de trigo **(ABBATE, 2001)**.

Peso de 1000 granos es una medida que relaciona el tamaño y la densidad del grano, a mayor peso, obtenemos mayor rendimiento harinero, este también se ve afectado por factores agronómicos y ambientales que afectan el contenido del endospermo en la etapa de desarrollo del grano **(CUNIBERTI y RATTO, 2003)**.

La textura o dureza del grano indica si el endospermo es físicamente duro o suave, esta diferencia en la textura resulta de la expresión de genes presentes en el endospermo conocido como las puroindolinas, los que son genéticamente manipulado **(GIROUX y MORRIS, 1998)**.

La dureza esta también 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)**.

En la evaluación química del trigo se determina el porcentaje de proteína presente en el grano, este es un criterio internacional de calidad., Minesota, citado por **CARTER (1999)** indica que el contenido de proteína varía de 6 a 20% según la variedad y las condiciones ambientales. La calidad de la proteína es evaluada por la capacidad que tiene en producir productos específicos, generalmente estas se determinan con pruebas.

1.6.2 Calidad molinera

La calidad molinera se mide por el rendimiento y pureza de la harina obtenidas de granos de trigo. Un buen trigo harinero bien acondicionado y molido en condiciones determinadas, rinde más harina con menor contenido de ceniza y color blanco. La pureza de una harina significa que está libre de partículas de salvado. El color claro y oscuro en las harinas son indicativos de calidad, el salvado tiene un color oscuro y contiene más ceniza que el endospermo de color blanco y menor ceniza por tanto una harina oscura indica contaminación y mala calidad molinera (**KENT, 1987**).

Los componentes del grano es diferente, así la zona de la envoltura s del grano ricas en sustancias minerales y en proteínas son las que presentan mayor grado de acidez que en el endospermo. Por esta razón las harinas con elevada tasa de extracción tiene grados de acidez mayores (**RAMIREZ, 2006**).

La **proteína** es el componente que más afecta la funcionalidad y la calidad de los producto de trigo, Factores como la absorción de agua, tiempos de amasado y la estabilidad están en función de la cantidad y calidad de la proteína (**SERNA, 1996**).

En el **gluten** las proteínas más importantes son las gluteninas y gliadinas, estas están presentes en el endospermo, el cual se ven afectados en su calidad y cantidad por el clima, por la variedad y las practicas agronómicas (**CURIE, 2001**).

Según **CARTER (1999)**, la cantidad y calidad de gluten, son consideradas de mucha importancia en la tecnología de alimentos. Tanto la glutenina y la gliadina indican las características cohesivas y elásticas de una masa, importante en la industria panificadora.

Al hidratar una harina de trigo y someterla a un amasado para formar una masa de panificación, ocurren cambios bioquímicos estructurales en las proteínas insolubles de la harina. Durante el amasado, los puentes disulfuro entre las proteínas son redistribuidos a la vez que las fibrillas y cuerpos de proteína se alinean en sentido de la fuerza ejercida por el amasado. El desarrollo de la masa se obtiene cuando se forme una red tridimensional de proteínas insolubles estabilizada por varias uniones químicas y física (puentes hidrogeno, fuerzas iónicas y uniones hidrofóbicas) asociadas a la superficie de las proteínas participantes. A esta red se le conoce como gluten (**SHEWRY, 1986**).

La calidad del gluten se caracteriza por el grado de extensibilidad y elasticidad de la masa. Tecnológicamente se considera al gluten por la funcionabilidad que presenta la masa, la que se refleja en la calidad de los productos (**CURIE, 2001**).

Entre las harinas de los cereales, solamente la del trigo tiene la habilidad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y rendir por cocción un producto esponjoso. Esta capacidad se le atribuye fundamentalmente a las proteínas del trigo (**GAMBORATTA, 2005**).

1.7 Características botánicas del trigo

a. Fenología

Las fases que comprenden el desarrollo del trigo son dos: vegetativo y reproductiva. La vegetativa que se inicia con la germinación, depende de las características varietales, época de siembra y de la temperatura. La germinación se produce más rápidamente en rangos de temperatura óptima de 20 a 22 °C; en el encañado, el crecimiento es muy activo tanto en tamaño como en materia seca, cuando la temperatura es fresca favorece la formación de los tallos que llevan espigas. La fase reproductiva se inicia con el espigado, donde la planta alcanza su máximo valor en la elaboración de materia seca, dependiendo de la evapotranspiración potencial que regula la intensidad de la fotosíntesis y de la transpiración, condiciones que también influyen en la madurez, donde los granos tienden a acumular grandes cantidades de almidón. El paso de una fase a otra depende de las condiciones bióticas y abióticas del medio ambiente (FAO, 1991 y PRATS y CLEMENT, 1960).

b. Morfología

Raíz

Suelen alcanzar más de un metro, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. de suelo. El crecimiento de las raíces comienza en el período de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas. El desarrollo de las raíces se considera completo al final del “encañado”. En condiciones de secano la densidad de las raíces entre los 30 – 60 cm. de profundidad es mayor, aunque en regadío el crecimiento de las raíces es mayor como corresponde a un mayor desarrollo de las plantas.

Tallo

Es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado.

Hojas

Las hojas son cintiformes, paralelinervias y terminadas en punta.

Inflorescencia

Es una espiga compuesta de un tallo central con entrenudos cortos, llamado 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, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores.

Flor

Consta de un pistilo y tres estambres. Está protegida por dos brácteas verdes o glumillar, de la cual la exterior se prolonga en una arista en los trigos barbados.

Fruto

Es un cariopsis con el pericarpo soldado al tegumento seminal. El endosperma contiene las sustancias de reserva, constituyendo la masa principal del grano (www.agri-nova.com, 2007).

La estructura del grano de trigo se representa en la **Figura 1.4**, en la que se observa que las principales partes del grano son el embrión o germen y el endospermo feculento (**LARRAÑAGA, 1999**).

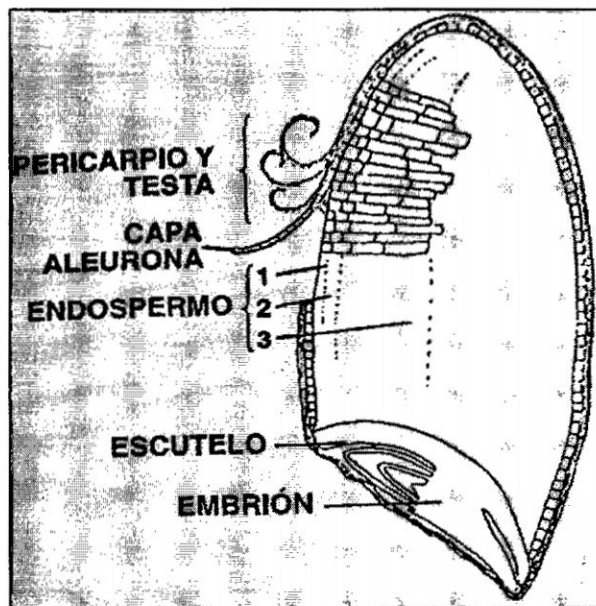
El endospermo está constituido por células que contienen los gránulos de almidón y la proteína de reserva. En el trigo una gran parte de las proteínas de reserva se encuentra en el interior de unos gránulos esféricos; llamados cuerpos proteicos, que tienen un diámetro comprendido en 2 y 5 μm . mientras los gránulos de

almidón varían de 5 a 40 μm . La membrana de los cuerpos proteicos se destruye durante la maduración y en el grano de trigo maduro las proteínas de reserva forman una especie de cemento amorfo en torno a los gránulos de almidón (CHEFTEL, 1989).

Las proporciones relativas y la composición de las diferentes partes del grano, pericarpio, tegumento externo, envoltura proteica, germen y endospermo se indican en el Cuadro 1.2.

La semilla propiamente dicha conformada por el germen y el endospermo, se encuentran rodeadas por la capa de la aleurona, la cual queda eliminada durante la molienda que junto con la epidermis nuclear, la cubierta y el pericarpio, constituyen lo que se conoce como salvado. El germen se encuentra alrededor de un 3% del volumen del grano y está formado por el eje embrionario y el escutelo.

Figura 1.4: Diagrama de la sección longitudinal de un grano de trigo.



Fuente: Aykroyd y Doughthy (1970).

El endospermo feculento constituye el 82% del peso del grano y contiene células periféricas y células centrales, cuyas paredes representan hemicelulosas pentosanas y α - glucanos, pero sin celulosa. Los trigos duros poseen paredes

celulares gruesas capaces de captar importantes cantidades de agua, lo que hace idóneo para la elaboración del pan. Por el contrario, las paredes celulares blandas son delgadas y apenas retienen agua. Las células del endospermo se hallan cargados de granos de almidón que pueden ser pequeños y redondeados o grandes y lenticulares. Alrededor de los granos se dispone la matriz proteica, formada en su mayor parte por las proteínas de reserva: gliadinas y gluteninas que son sintetizados en el proceso de maduración del cereal. Las fuerzas de unión entre la proteína y el almidón en los trigos duros son superiores a las de los blandos (LARRAÑAGA, 1999).

Cuadro 1.2: Composición química de las diferentes partes del grano de trigo (% sobre base seca).

PARTE DEL GRANO	Proteína	Minerales	Lípidos	Celulosa	Hemicelulosa	Almidón
% de masa del grano)						
Pericarpio (4%)	7-8	3.5	1	25-30	35-43	0
Tegumento seminal (1%)	15-20	10-15	3-5	30-35	25-30	0
Envoltura proteica (7-9%)	30-35	6-15	7-8	6	30-35	10
Germen (3%)	35-40	5-6	15	1	20	20
Endospermo (82-85%)	8-13	0.35-0.60	1	0.3	0.5-3.0	70-80
Grano entero (100%)	10-14	1.6-2.1	1.5-2.5	2-3	5-8	60-70

fuente: CALLEJO (2002).

1.8 Ciclo vegetativo del trigo

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos:

- Período vegetativo, que comprende desde la siembra hasta el comienzo del encañado.
- Período de reproducción, desde el encañado hasta la terminación del espigado.
- Período de maduración, que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección.

a. Germinación.

El período de germinación y arraigo del trigo es muy importante para la futura cosecha de grano. El grano de trigo necesita para germinar humedad, temperatura adecuada y aire a su alrededor.

La temperatura óptima de germinación es de 20 – 25 °C, pero puede germinar desde los 3 – 4 °C hasta los 30 – 32°C. El aire es necesario para activar los procesos de oxidación, por tanto la capa superficial del terreno debe estar mullida; la humedad del trigo no debe sobrepasar el 11%, cuando se sobrepasa este porcentaje de humedad la conservación del grano se hace difícil. La facultad germinativa del trigo se mantiene de 4 – 10 años, aunque el período de utilización no debe sobrepasar los dos años, ya que a medida que transcurre el tiempo, disminuye la capacidad germinativa.

Una vez que se forman las raíces primarias y alguna hoja verde, la planta ya puede alimentarse por sí misma, al agotarse las reservas del grano; en este momento termina el período de germinación.

b. Ahijamiento

El tallo del trigo es una caña (con nudos y entrenudos), cada nudo tiene una yema que origina una hoja. Cuando los entrenudos se alargan al crecer (encañado), se observa que cada hoja nace a distinta altura en nudos sucesivos.

El alargamiento de los entrenudos ocurre en su parte baja, pero este crecimiento no se produce hasta más tarde, en la fase de encañado. Pero durante un largo período, las zonas de los tallos que están en contacto con la tierra, crecen de otro modo dando lugar a raíces adventicias hacia abajo y nuevos tallos secundarios hacia arriba llamados “hijos”; se dice entonces que el trigo “ahija” o “amacolla”, denominándose “padre” a la planta principal que salió del grano, “hijos” a las secundarias y siguientes y “macolla” al conjunto de todas ellas.

El segundo nudo del trigo siempre se encuentra a uno o dos centímetros bajo el suelo, independientemente de la profundidad de siembra, este nudo se denomina “nudo de ahijamiento”, pues en él es donde se forman los “hijos” anteriormente citados. No existe un límite de ahijamiento definido, ya que una sola planta puede tener incluso 400 hijos, pero normalmente las plantas bien ahijadas tendrán hasta 20 hijos.

En trigos de regadío, especialmente de primavera, se suelen emplear trigos que ahijen poco. El trigo ahija más si las siembras son espaciadas, tempranas y manteniendo una humedad adecuada. Es conveniente que las variedades de otoño amacollen, pues resistirán mejor las heladas de invierno y los “hijos” de otoño amacollen, pues resistirán mejor las heladas de invierno y los “hijos” de otro darán mejores espigas que los de primavera, ya que disponen de mayor tiempo para desarrollarse.

El aporcado de las plantas favorece el ahijamiento, pues al enterrar más nudos sirve para convertirlos en nudos de ahijamiento. Este es uno de los objetivos que se persiguen con las binas y los gradeos dados al sembrado.

El poder de ahijamiento es un carácter de la variedad sobretodo, pero además influye el abonado nitrogenado, de la fecha de siembra y de la temperatura, que condiciona la duración del período de ahijamiento. Las variedades de trigo que ahijan muy poco dan lugar a grandes producciones, y para compensar esa falta de ahijamiento, deben sembrarse con más cantidad de semilla.

El macollado comienza cuando el trigo tiene tres o cuatro hojas, si ocurre en otoño el nacimiento de "hijos" y el crecimiento de las hojas se paraliza con las bajas temperaturas, pero como la tierra sigue caliente varios días, las raíces siguen creciendo y profundizando si el terreno es penetrable; durante el frío del invierno se paraliza toda la actividad vegetativa, después del frío sigue amacollando el trigo, hasta que alcanzadas mayores temperaturas comienza a encañar.

En condiciones de secano conviene que las raíces estén bien desarrolladas y profundas, pues las capas superficiales se desecan con facilidad, para conseguirlo no consiste en sembrar profundo sino realizar labores y arados subsoladores.

c. Encañado

Tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

La caña sigue alargándose durante el espigado y hasta el final de la madurez, alcanzando longitudes diferentes según las variedades. La altura del tallo no tiene relación con la producción de grano, pero sí con la de paja, que es mayor en variedades más altas.

La caña no queda al descubierto todavía en esta fase, pues no sale de entre las hojas hasta el espigado. En esta fase queda rodeada por la vaina. El grosor de la caña varía según las variedades, siendo frecuente que las cañas gruesas se den en variedades de poco ahijamiento. Las variedades de caña gruesa no siempre son más resistentes al encamado. Durante la fase de encañado la planta sufre una gran actividad fisiológica que no finaliza hasta la madurez. La extracción de elementos nutritivos del suelo es muy elevada, sobre todo en nitrógeno. La extracción de agua del suelo empieza también a ser muy considerable. Cuando la espiga empieza a apuntar entre las hojas, comienza la fase de "espigado". En este momento comienzan a ser peligrosas las heladas tardías de primavera. Los estambres se secan, se caen y el ovario fecundado va creciendo, convirtiéndose en un grano de trigo verde, hinchado y lleno de un líquido lechoso, a partir de este momento comienza la madurez del trigo.

d. Espigado

El período de "espigado" es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo que se forman mientras las hojas se van secando.

La cantidad de agua necesaria para transportar a los granos de trigo las sustancias de reserva, hace que las raíces desequen la tierra con facilidad, por ello el riego en esta fase resulta muy importante.

e. Maduración

El período de maduración comienza en la madurez comienza en la “madurez láctea” cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde, seguidamente tiene lugar la “maduración pastosa”, en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo.

A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su “madurez completa”. Por último se alcanza la “madurez de muerte”, en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis.

La lentitud de “la muerte” del trigo es el principal factor para su buena granazón, por ello es imprescindible que las temperaturas sean suaves, pues si sobreviven vientos secos o calor excesivo el grano de trigo se “asura”, es decir, madura precipitadamente y no se acumulan en la semilla las sustancias de reserva que se necesitan para su adecuado grosor del grano. (<http://www.infoagro.com>).

1.9 Importancia del trigo

El trigo ha formado parte del desarrollo económico y cultural del hombre, siendo el cereal más cultivado. Es considerado un alimento para consumo humano, aunque gran parte se destina a la alimentación animal, así como a subproductos de la transformación industrial destinado para piensos.

La propiedad más importante del trigo es la capacidad de cocción de la harina debido a la elasticidad del gluten que contiene. Esta característica permite la panificación, constituyendo un alimento básico para el hombre. En el **Cuadro 1.3** se muestra el porcentaje de nutrientes en su forma natural del grano de trigo en 100 gramos de muestra:

Cuadro 1.3: Porcentaje de nutrientes del grano de trigo.

NUTRIENTES	%
Carbohidratos	70
Proteínas	16
Humedad	10
Lípidos	2
Minerales	2

Fuente: <http://www.infoagro.com>.

Cuadro 1.4: Aminoácidos presentes en el germen de trigo.

NUTRIENTES	%
Arginina	2.08
Lisina	1.8
Leucina	1.67
Valina	1.41
Fenilalanina	1.11
Isoleucina	0.97
Histidina	0.64
Metionina	0.46
Triptófano	0.30

Fuente: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.

En el interior del grano de trigo hay una pequeña partícula denominada germen de trigo, que resulta altamente beneficiosa al ser rica en vitamina E, ácidos linoleicos, fosfolípidos y otros elementos indispensables para el buen equilibrio del

organismo y que éste no puede sintetizar. Su contenido proteico es tres veces superior a la carne y al pescado.

Los aminoácidos constituyentes del germen de trigo en 100 gramos de muestra, se presenta en el **Cuadro 1.4**

1.10 Ecología del cultivo

Según **VAVILOV (1951)**, **GONZALES (1979)**, **POHELMAN (1974)** y **LÓPEZ (1983)**, los requerimientos ecológicos del cultivo de trigo son los siguientes:

a. Temperatura

En general se siembra en climas templados, pero pueden crecer con temperaturas altas, con baja humedad, acorde a esto existen dos tipos de trigo:

a.1 Trigo invernal, para la siembra necesita temperaturas menores de 13°C, el estado de plántula de 7 a 12°C, caso contrario no florea y los tallos quedan arrocetados. Para el macollamiento necesitan temperaturas frías pero no para la floración, ya que temperaturas menores de 0°C causan malformaciones en el pistilo y la esterilidad del polen.

a.2 Trigo de primavera, a diferencia del anterior no requiere de vernalización, se siembra a principios de primavera con temperaturas superiores a 1 °C y pueden crecer a una temperatura mínima de 3 a 4 °C y un máximo de 30 a 32 °C, siendo la óptima de 25 °C.

b. Humedad

Para el crecimiento y desarrollo requiere de adecuada humedad, no soporta el exceso ni la deficiencia, en proceso de desarrollo requiere de 400 a 1300 mm. de agua/año.

c. Fotoperiodo

Este es un cereal de fotoperiodo largo, pero tiene menor importancia porque no es un factor limitante, es un problema cuando se siembra a una mayor densidad porque las hojas inferiores no reciben luz en forma óptima, por lo que la eficiencia fotosintética es baja.

El **CIMMYT (1980)**, señala que el trigo y la cebada no sólo se adaptan a diferentes temperaturas, sino también a fotoperiodos distintos para iniciar su floración y alcanzar las condiciones óptimas para la producción de semillas. Desde un punto de vista práctico, se ha encontrado que un fotoperiodo, de 14 horas es la medida conveniente para clasificar los tipos de plantas según su respuesta a la luz. Las plantas pueden ser:

- Variedades de fotoperiodo corto, que florecen rápidamente cuando el fotoperiodo excede las 14 horas.
- Las variedades de fotoperiodo largo, que florecen rápidamente sólo cuando el periodo es menor de 14 horas.
- Las variedades intermedias o neutrales a la duración del día que florecen con rapidez a fotoperiodos muy distintos y al parecer no tienen un fotoperiodo crítico.

d. Viento

Los vientos demasiado fuertes ocasionan el “acame” de los cereales, especialmente en variedades largas, por ello en zonas de fuertes vientos se recomienda el uso de variedades enanas.

e. Altitud

Los trigos primaverales soportan hasta los 3800m.s.n.m. con resultados muy promisorios.

f. Suelo

El trigo se puede cultivar en una gran variabilidad y tipos de suelo, para obtener una buena cosecha las condiciones físicas del suelo deben tener las siguientes características.

- Estructura granular que permita una buena aireación y movimiento del agua en el suelo.
- Perfil de tierra cultivada hasta unos 25 cm. para enraizamiento adecuado.
- Que no sea susceptible a la formación de costras.
- Que tenga suficiente materia orgánica.

Es indispensable para el cultivo del trigo se haga previamente el análisis del suelo y así conocer la acidez y salinidad para determinar las variedades a sembrar. Son mejores los suelos arcillosos o francos, de buen drenaje, con un pH de 7.0 – 8.5, no soporta los suelos los suelos salinos (**VAVILOV, 1951 y POHELMAN, 1974**).

Un buen suelo de trigo debe poseer un cierto poder retentivo de humedad, ya que ni el exceso de ésta constituye buenas condiciones para el cultivo. El pH debe estar comprendido entre 5.5 y 7.5 (**VILLANUEVA, 1968**).

Todos los cultivos de trigo crecen mejor sobre suelos limosos de textura media, con buena materia orgánica y fértil. No se adapta bien a los suelos ácidos, el pH favorable oscila entre 7.0 y 8.5, neutro y ligeramente alcalino, respectivamente.

1.11 Plagas y enfermedades

a. Plagas

HERNA (1977), calcula en 1% el porcentaje de daño ocasionado por las plagas en el trigo, que equivale a unas 3200 has., en todo el país. Generalmente es difícil determinar el daño producido por los insectos porque intervienen diversos factores y cambian de un lugar a otro.

GONZALES (1979), señala los daños por *Toxoptera graminium*, ocurre cuando la planta está en desarrollo, el insecto pica y extrae la savia de la hoja, por lo que debilita y disminuye la capacidad productiva; también ataca en el espigado, concentrándose en las espigas en formación. Los áfidos pican los granos tiernos paralizando su desarrollo, lo cual origina granos vanos. Entre los predadores de mayor escala podemos hacer un control biológico tenemos a *Cicloneda sanguinea*, *Coleomergi llamaculata*, *Hipodemia convegens*, de la familia Coccinellidae la larva de la mosca de la familia Syrphidae del orden Díptera; con los cuales se logran hasta 70% de eficiencia. El control preventivo es en base a Metasystox, Ekatín, Dimetatos, etc.

b. Enfermedades

EL CIMMYT (1983), reporta que la inestabilidad de los rendimientos del trigo en los países en desarrollo, año tras año, se debe a enfermedades. Los patógenos más importantes de las enfermedades del trigo son parásitos obligados que pueden convertirse en nuevas formas virulentas capaces de atacar a variedades que antes fueron resistentes.

Para evitar este peligro, fitopatólogos y fitomejoradores trabajan juntos para producir en forma continua nuevas variedades resistentes a las razas patógenas predominantes. Desafortunadamente, en muchos países no se han establecido lazos fuertes entre los que practican ambas disciplinas. Aún más, ha existido tendencia por parte de los fitopatólogos a realizar investigaciones básicas, en vez de aplicar las técnicas de campo recién desarrolladas para causar epifitas y seleccionar materiales de fitomejoramiento.

VILLANUEVA (1968), indica que el Perú cuenta con variedades que poseen resistencia aparente a la “roya negra” y “roya de las glumas”, no sólo para nuestras condiciones; sino también para el resto del mundo, ventaja que permite el cultivo de trigo en el Perú; la distribución de las royas en orden de importancia es la siguiente:

La “roya negra” (*Puccinia graminis tritici*) ataca a los cultivos en forma intensa desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm, en forma moderada desde los 2500 hasta los 3000 msnm y en forma ligera desde los 3000 msnm hasta el límite superior del cultivo de trigo.

La “roya amarilla” o “de las glumas” (*Puccinia striiformis*), ejerce sus efectos en forma intensa desde los 3000 hasta los 4000 msnm y en forma ligera desde los 2500 msnm hasta el nivel el mar, ya que en años de inviernos y primaveras frías se presenta esta roya en la costa peruana.

La “roya morena” o “de la hojas” (*Puccinia recóndita*) de menor difusión que las anteriores ejerce sus efectos de forma intensa desde el nivel del mar hasta los 1000 msnm, en forma moderada desde los 1000 hasta los 2500 msnm y en forma ligera desde los 2500 msnm hasta los 3500 msnm.

BAZAN (1965), considera los siguientes hechos como favorables para el desarrollo de las enfermedades.

- Alta humedad relativa
- Uso de variedades susceptibles
- Temperatura óptima de 18 a 24°C.
- Existencia de diversas razas de *Puccinia graminis tritici*.
- Exceso de abonamiento nitrogenado.
- Uso de variedades tardías, dan mayor tiempo a la acción del patógeno.
- Presencia de plantas alternantes como: *Berberis ssp.* y *Malionia spp.* (roya del tallo), *Thalicitun spp.*; cuyo hábitat es de 2600 a 3800 msnm, en la región andina juega un papel importante y activo, en la variabilidad del patógeno de la roya negra.

La fase reinal del ciclo *Puccinia* se realiza en planta de *Berberis* efectuándose aquí las recomendaciones de factores de herencia, dando lugar a la formación de nuevas razas fisiológicas, esta deducción corrobora el hecho de que la mayor parte de las razas encontradas se hallan justamente en alturas donde prospera el *Berberis*.

VILLANUEVA (1968), afirma que los patógenos que producen royas tienen ciclo de intensidad de virulencia para cada ambiente, condicionados por el factor clima, especialmente la altitud y la orografía, habiendo años en que no se presente la enfermedad con mayor virulencia; siendo necesario un ambiente cálido y húmedo para su rápido desarrollo. Las reacciones de las variedades de una misma especie, hospedante, ante un determinado patógeno; puede ser de varios tipos: inmune, resistente, tolerante y susceptible, dependiendo de los mecanismos morfológicos y fisiológicos.

EL CIMMYT (1983), reporta que los hongos que causan las royas por lo general son parásitos; pues son incapaces de completar su ciclo de vida en ausencia de una planta huésped. Los hongos han desarrollado un ciclo vital muy complejo que incluye numerosos tipos de esporas y en muchos casos alterna entre las especies huéspedes.

Los factores que influyen en la propagación y desarrollo de la enfermedad se ha establecido un “triángulo de la enfermedad” que muestra la interacción de la virulencia del organismo patógeno, la sensibilidad del huésped y las condiciones favorables del medio. El tiempo (período durante el cual están en contacto el huésped y el patógeno, la sincronización y duración de las condiciones óptimas para la infección, el tiempo que esta requiere, etc.), complementa una “pirámide” de la enfermedad”, por lo tanto el grado de la enfermedad provocada por un organismo patógeno en un determinado huésped en un ambiente específico y durante un período definido está representado por el volumen de la pirámide que resulta de la interacción de esos factores.

1.12 Determinaciones genéticas del crecimiento vegetal

EL CIMMYT (1980), reporta que la constitución básica de cualquier planta depende de las características que hereda en su composición genética. La altura de planta, hábito de crecimiento, respuesta al fotoperíodo, rendimiento potencial y resistencia de enfermedades son controlados por unidades de herencia (genes) que se encuentran en los cromosomas de las células, estos genes son muy diferentes y se heredan en distintas combinaciones como resultado de la división cromosómica en la formación de gametos durante la meiosis y la recombinación de cromosomas, cuando los óvulos (gametos femeninos) son fecundados por los núcleos (gametos masculinos). Algunas características son controladas por

algunos genes (uno solo) y se denomina cualitativos (la herencia de los diferentes inmediatamente confiere ciertas características a la planta, como por ejemplo, el hábito de crecimiento y la resistencia a enfermedades). Otras características son determinados por varios genes y se les clasifica como cualitativos (el efecto de un solo gen es relativamente pequeño, pero un mayor número, causa una expresión más extensa de carácter específico). El rendimiento es un ejemplo de los caracteres cuantitativos.

La expresión de la composición genética heredada depende a su vez de la interacción entre las características heredadas y el medio en el que crecen las plantas. El medio ambiente que incluye características físicas (luz, temperatura, topografía, suelo etcétera) y componentes bióticos (otras plantas, plagas y enfermedades) limita la manera en que los cultivos crecen y producen. Los componentes biológicos del ambiente son particularmente importantes como resultado de las alteraciones ambientales ocasionadas por la expansión del monocultivo y a la reducción gradual de la diversidad genética del trigo y la cebada. Las enfermedades provocadas por organismos patógenos quizá sean la limitación ambiental más importante que afecta al incremento de la producción de cereales y el cultivo cada vez más extensos en el mundo.

a. Adaptación

Los trigos que se producen en la región están limitados en su rendimiento, debido a enfermedades y plagas que se han aceptado al cultivo. Para evitar la mayor adaptación de los patógenos, es buena política la introducción de 3 nuevas variedades que sean incompatibles con las plagas y enfermedades ya existentes (VILLANUEVA, 1968).

El rango de adaptación de un cultivo es un proceso que está condicionado a la acción selectiva del medio ambiente y sobre el genotipo de la planta; sin embargo su influencia puede ser negativa o positiva en la calidad, intensidad y duración de la luz, temperaturas, humedad del ambiente, tipo de suelo y la incidencia de las plagas y enfermedades **(CRISPÍN, 1976)**.

El crecimiento y desarrollo de las plantas está dado por su constitución genética y por la interacción de ésta con el medio ambiente **(RESTREPO, 1952)**.

b. Precocidad

Es importante la precocidad en el cultivo de trigo, ya que una madurez temprana permite que el cultivo escape de los efectos del tiempo caluroso, de la sequía, de las royas y de los insectos. La herencia de precocidad es compleja y depende de las variedades específicas que se cruzan **(POHELMAN, 1974)**.

La precocidad puede existir en cualquier fase fenológica de las variedades cultivadas, no es un valor absoluto, depende del fotoperiodo y de la temperatura que generan importantes cambios en el ritmo del desarrollo de las plantas. Es susceptible de variar en función de la fecha de siembra, disminuyendo un tanto, cuanto más tardía sea la siembra, sufre la planta una reducción en el tamaño acompañado de una disminución en el rendimiento **(DIHEL y MATEO, 1919)**.

c. Composición del grano y calidad panadera

Los trigos amiláceos son de gran importancia en la industria harinera para la fabricación de fideos, galletas y en la repostería, en razón a que el grano de éste tipo de cereal es de consistencia amilácea y no córnea, que produce una harina muy fina y absorbe poca cantidad de agua, característica que le permite la formación de una buena pasta **(VILLANUEVA, 1964)**.

Las numerosas células que la componen están constituidas por almidón y otra sustancia rica en nitrógeno denominado gluten, este último es el elemento "aglutinante". Podemos darnos cuenta de ello mezclando harina con agua y amasando la pasta bajo un chorro frío de agua. Si prolongamos este amasado, el almidón se va con el líquido y entre los dedos nos quedará una sustancia elástica que es el gluten (**JUSSIAUX, 1965**).

Otra forma de probar la existencia de gluten de trigo es masticado algunos granos, prolongando la insalivación, quedado en la boca una pequeña bolita elástica constituida en gran parte, por el gluten y por el salvado. La presencia del gluten se manifiesta por el aspecto coreo de la fractura en los trigos duros. Mientras en los trigos blandos con escaso gluten la fractura es harinosa, éstos son los granos más apropiados para la panificación.

La proporción de glúten es muy distinta según las variedades, condiciones de cultivo y de recolección, circunstancias climatológicas y por último, según regiones, pues hay razones especiales de trigos muy ricos en glúten. Pero la cantidad de glúten no es el único factor que influye en la calidad panadera, sino que también interviene su calidad, aún así no se debe confundir la calidad panadera con la calidad harinera, ésta última es la relación de los pesos de endospermo (harina) al total del grano.

Según CHOPIN, citado por **MELA (1942)**, la facultad que posee la masa; es decir de aumentar el volúmen y esponjarse, formando miga, es denominado valor panadero; malas lenguas dicen que es la propiedad de absorber agua sin límite y poder vender ésta muy cara, al precio de pan.

El gluten es el único que goza de la propiedad de unirse al ser amasado con el agua, lo cual no ocurre con otros cereales. Los gases producidos durante la fermentación son retenidos en gran parte por la elasticidad de la masa, que aumenta de volumen, dando lugar a un pan esponjoso; mientras que el centeno, la cebada y el maíz no gozan de ésta propiedad y sólo se puede usar como mezcla (MELA, 1942).

d. Peso Hectolítrico

Las diferencias de los pesos hectolítricos en las entradas y variedades se debe a la diferencia en riqueza de gluten, también están influenciados por el espesor y tamaño de grano de cada variedad, deducido del peso de mil granos; es decir, los de mayor peso están conformados por variedades que mostraron mayor rigurosidad y granos chupados por el efecto del ataque de enfermedades y las condiciones climáticas y ambientales en la zona (VILLANUEVA, 1968).

e. Fertilización

Varios autores afirman que el nitrógeno es un factor de rendimiento de los cereales, pero al mismo tiempo, los órganos vegetativos, es decir la paja, aprovechan mejor que el grano la aportación de nitrógeno, por lo que la aportación debe ser moderada, porque no siempre se traducen en la rentabilidad máxima de la cosecha. Parecen influir más la cantidad total de nitrógeno apartados que un escalonamiento en su aplicación lo que motiva más un enriquecimiento del grano en nitrógeno que un aumento en los rendimientos. En cambio, el fósforo tiene efectos opuestos al del nitrógeno, su acción sobre la productividad del grano es más marcada, que sobre el peso de los órganos vegetativos (DIEHL y MATEO, 1919; y PRATS y CLEMMENT, 1960).

Dentro de los cereales, el nitrógeno genera vigoroso crecimiento vegetativo, con un intenso color verde, aumenta la producción de los granos y las proteínas en los mismos. El fósforo por su parte estimula el crecimiento de las raíces, la floración, ayuda en la formación y maduración de las semillas y se asocia con una mayor solidez de la paja. En cambio, el potasio estimula el crecimiento de los entrenudos y fortalece los tallos, aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a las enfermedades, reduce el acame, reduce el consumo de agua, participa en la formación y transferencia de los almidones de los azúcares y aceites; de él depende el llenado de las semillas (**TISDALE, 1961**).

ARATA (1963), dice que la fertilización nitrogenada produce mayor macollaje, mayor rendimiento en grano, más cantidad de residuo (paja), mayor contenido de proteínas en el grano, mayor calidad panadera del grano, mayor contenido de nitrógeno en los tallos, vainas y limbos en la época del espigado.

JUSSIAUX (1965), indica que el exceso de abono nitrogenado aumenta la propensión al encamado, porque favorece el desarrollo vegetativo y los tallos crezcan más fuertes, bien aireados y soleados.

CHAPMAN (1976), señala que la aplicación de 50 a 100 Kg N.ha⁻¹, generalmente incrementa los rendimientos del trigo y dosis mayores son comunes donde el entorno favorece altos rendimientos.

VAVILOV (1951), explica que la fertilización en diferentes variedades está determinada por las características biológicas de cada variedad debido a la diferencia de los sistemas radiculares de éstos.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

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; que 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

En la campaña anterior se realizó la siembra de col con fines comerciales, habiéndose utilizado bajos niveles de NPK.

Se desconoce el porcentaje de NPK que utilizaron, ya que la aplicación se realizó sin criterio técnico.

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 submuestras 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; los resultados se muestran en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1: Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán (2750 msnm) – Ayacucho. 2009.

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpolación según Ibáñez y Aguirre
pH		7.42	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O.	(%)	0.83	Walkley Black	Bajo
N-Total	(%)	0.04	Kjeldahl	Bajo
P-Disp	(ppm)	17.25	Bray-kurtz	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetria	Alto
Arena	(%)	43.6	Hidrómetro	
Limo	(%)	20.9		
Arcilla	(%)	35.5		
Clase Textual		Franco – Arcilloso		

En base a los resultados obtenidos se interpreta que el pH de 7.42, 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 pobre. Así mismo el contenido de nitrógeno total es pobre. 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 24.92, 8.79 y 16.85 °C, respectivamente y la precipitación total anual fue de 496.70 mm.

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fenológicas del cultivo, cuyo rango en promedio osciló entre 17.35 y 18.70 °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 diciembre del 2008 a abril del 2009 y déficit en los demás meses, por lo que se complementó con 2 riegos en el mes de abril

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura en seco es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por la **ONERN (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.

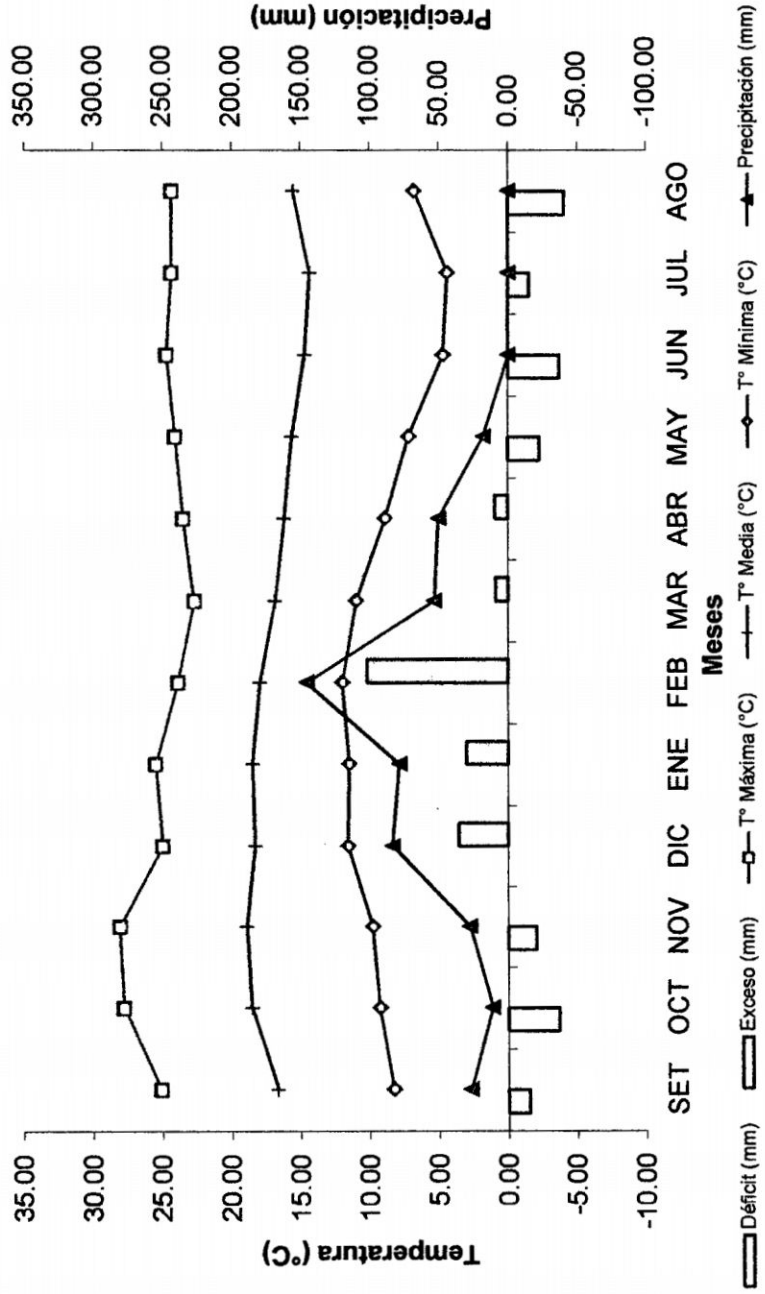
Cuadro 2.2: Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual; precipitación y balance hídrico. Campaña Agrícola 2008 - 2009. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho

Distrito : San Juan Bautista
 Provincia : Huamanga
 Dpto. : Ayacucho

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

AÑO	2008												2009			
	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL	PROM		
T° Máxima (°C)	25.10	27.80	28.10	25.00	25.50	23.90	22.70	23.50	24.08	24.70	24.30	24.30		24.92		
T° Mínima (°C)	8.30	9.30	9.80	11.60	11.50	12.00	11.00	8.90	7.20	4.70	4.40	6.80		8.79		
T° Media (°C)	16.70	18.55	18.95	18.30	18.50	17.95	16.85	16.20	15.64	14.70	14.35	15.55		16.85		
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.64	4.96	4.80	4.96	4.80	1.96	4.96				
ETP(mm)	80.16	92.01	90.96	90.77	91.76	83.29	83.58	77.76	77.57	70.56	28.13	77.13	943.67	0.5264		
Precipitación (mm)	27.20	11.60	28.00	83.80	78.60	145.80	53.20	50.39	18.17	0.00	0.00	0.00	496.76			
ETP Ajust. (mm)	42.20	48.43	47.88	47.78	48.30	43.84	44.00	40.93	40.84	37.14	14.81	40.60				
H del suelo (mm)	-15.00	-36.83	-19.88	36.02	30.30	101.96	9.20	9.46	-22.67	-37.14	-14.81	-40.60				
Déficit (mm)	-15.00	-36.83	-19.88						-22.67	-37.14	-14.81	-40.60				
Exceso (mm)				36.02	30.30	101.96	9.20	9.46								

Figura 2.1: Diagrama Ombrotérmico: Temperaturas, precipitación y balance hídrico. Período 2008 -2009. Estación Meteorológica Pampa del Arco, Ayacucho.



2.5 Material experimental

Como material experimental se utilizaron cinco variedades de trigo, cuyas características generales se detallan a continuación:

a. Variedad San Isidro

Origen

Cruza realizada en el CIMMIYT, 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

Adaptación

El rango de adaptación de la variedad está entre los 2600 a 3800 msnm.

Rendimiento

Hasta 4820 kg.ha⁻¹.

Período vegetativo

- Macollamiento : Regular
- Densidad de espiga : Intermedia
- N° de semillas por espigas : 48
- Altura de planta : 96 cm
- Días hasta madurez : 160

Fuente: Ficha técnica

b. Variedad Andino

Origen

Cruza realizada en el CIMMIYT-MEXICO y seleccionada en Cusco y Huánuco. Los progenitores de la variedad "ANDINO-INIA" son los MONCHO "S" y el IMURIS179.

Pedigree: MON "S" /IMUCM61942-4Y-2M-2Y-OM.

Adaptación

Se desarrolla muy bien en altitudes de 2000 a 3600 msnm

Rendimiento

Hasta 7000 kg.ha⁻¹.

Período vegetativo

- Macollamiento : Buena
- Densidad de espiga : Intermedia
- Tamaño de semilla : Mediana
- N° de semillas por espiga. : 30 - 68
- Altura de planta : 95 – 105 cm
- Días hasta espigado : 60
- Días hasta madurez : 120 a 160 (semiprecoz)

Fuente: Ficha técnica

c. Variedad Centenario

Origen

Cruza realizada en la UNIVERSIDAD AGRARIA LA MOLINA, Programa de Cereales y Granos Nativos. Los progenitores de la variedad "Centenario" son JUP/ZP//COC/3PVN/4GEN y CH93697-11M-10Y-7AN-20AN-OAN.

Adaptación

Se adapta desde los 0 hasta los 3200 msnm

Rendimiento

Hasta 5500 kg.ha⁻¹.

Periodo vegetativo

- Macollamiento : Buena
- Densidad de espiga : 16 - 18
- Tamaño de semilla : Intermedia
- N° de semillas por espigas : 30 - 68
- Altura de planta : 95 cm
- Días hasta espigado : 80
- Días hasta madurez : 140 (precoz)

Fuente: Ficha técnica

d. Variedad El Nazareno**Origen**

Cruza realizada en el CIMMIYT, 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.

Adaptación

Se adapta desde los 2800 hasta los 3500 msnm.

Rendimiento

Hasta 3951 kg.ha⁻¹.

Periodo vegetativo

- Macollamiento : Regular
- Densidad de espiga : Intermedia
- N° de semillas por espigas : 48
- Altura de planta : 85 cm
- Días hasta espigado : 77
- Días hasta madurez : 160

Fuente: Ficha técnica

e. Variedad Gavilán

Origen

Variedad trabajada en el Cetro experimental Cajamarca, considerado semilla semi-precoz

Adaptación

Se adapta desde los 2000 hasta los 3500 msnm.

Rendimiento

Hasta 3568 kg.ha⁻¹.

Periodo vegetativo

- Longitud de espiga : 7 cm
- N° de semillas por espigas : 40
- Altura de planta : 88 cm
- Peso de 1000 semillas : 46 gr
- Período vegetativo : 114 días

Fuente: Ficha técnica

2.6 Factores en estudio y tratamientos

Los factores en estudio utilizados en el presente trabajo fueron:

a. Variedad de trigo (V)

v_1 = Variedad SAN ISIDRO

v_2 = Variedad ANDINO

v_3 = Variedad CENTENARIO

v_4 = Variedad NAZARENO

v_5 = Variedad GAVILAN

b. Densidad de siembra (D)

d_1 = 160 kg.ha⁻¹

d_2 = 140 kg.ha⁻¹

d_3 = 120 kg.ha⁻¹

De las combinaciones de los factores en estudio, se tienen los siguientes tratamientos:

TRATAMIENTO	CODIGO	DESCRIPCION
T ₁	$v_1 * d_1$	Variedad San Isidro con una densidad de siembra de 160 kg.ha ⁻¹
T ₂	$v_1 * d_2$	Variedad San Isidro con una densidad de siembra de 140 kg.ha ⁻¹
T ₃	$v_1 * d_3$	Variedad San Isidro con una densidad de siembra de 120 kg.ha ⁻¹
T ₄	$v_2 * d_1$	Variedad Andino con una densidad de siembra de 160 kg.ha ⁻¹
T ₅	$v_2 * d_2$	Variedad Andino con una densidad de siembra de 140 kg.ha ⁻¹
T ₆	$v_2 * d_3$	Variedad Andino con una densidad de siembra de 120 kg.ha ⁻¹
T ₇	$v_3 * d_1$	Variedad Centenario con una densidad de siembra de 160 kg.ha ⁻¹
T ₈	$v_3 * d_2$	Variedad Centenario con una densidad de siembra de 140 kg.ha ⁻¹
T ₉	$v_3 * d_3$	Variedad Centenario con una densidad de siembra de 120 kg.ha ⁻¹

T ₁₀	v ₄ * d ₁	Variedad Nazareno con una densidad de siembra de 160 kg.ha ⁻¹
T ₁₁	v ₄ * d ₂	Variedad Nazareno con una densidad de siembra de 140 kg.ha ⁻¹
T ₁₂	v ₄ * d ₃	Variedad Nazareno con una densidad de siembra de 120 kg.ha ⁻¹
T ₁₃	v ₅ * d ₁	Variedad Gavilán con una densidad de siembra de 160 kg.ha ⁻¹
T ₁₄	v ₅ * d ₂	Variedad Gavilán con una densidad de siembra de 140 kg.ha ⁻¹
T ₁₅	v ₅ * d ₃	Variedad Gavilán con una densidad de siembra de 120 kg.ha ⁻¹

2.7 Diseño experimental

El experimento se condujo bajo el Diseño Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 5 variedades de trigo x 3 densidades de siembra, con 4 repeticiones, con lo que se tiene 15 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 basara en los análisis de variancia del modelo utilizado.

2.8 Modelo aditivo lineal

El modelo aditivo lineal (MAL) del diseño estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \zeta_{ij} + \theta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta de la i-esima variedad de trigo en la j-esima densidad de siembra en el k-esimo bloque.

μ = Medio general.

α_i = Efecto de la i-esima variedad de trigo.

β_j = Efecto de la j-esima densidad de siembra.

ζ_{ij} = Efecto de la interacción de la i-ésima variedad de trigo en la j-esima densidad de siembra.

θ_k = Efecto del k-ésimo bloque.

ε_{ijk} = Error experimental

2.9 Características del campo experimental

Bloques

Número de bloques	:	4
Largo de bloques	:	60 m.
Ancho de bloques	:	5 m.
Área de bloque	:	300 m ²

Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloques	:	15
Número total de parcelas	:	60
Largo de parcelas	:	5 m.
Ancho de parcela	:	4 m.
Área de la parcela	:	20 m²
Largo de parcela a evaluar	:	3 m.
Ancho de parcela a evaluar	:	2 m.
Área de parcela a evaluar	:	6 m ²
Número de surcos	:	19
Distancia entre surcos	:	0.20 m (ver la distribución de surcos).

Calles

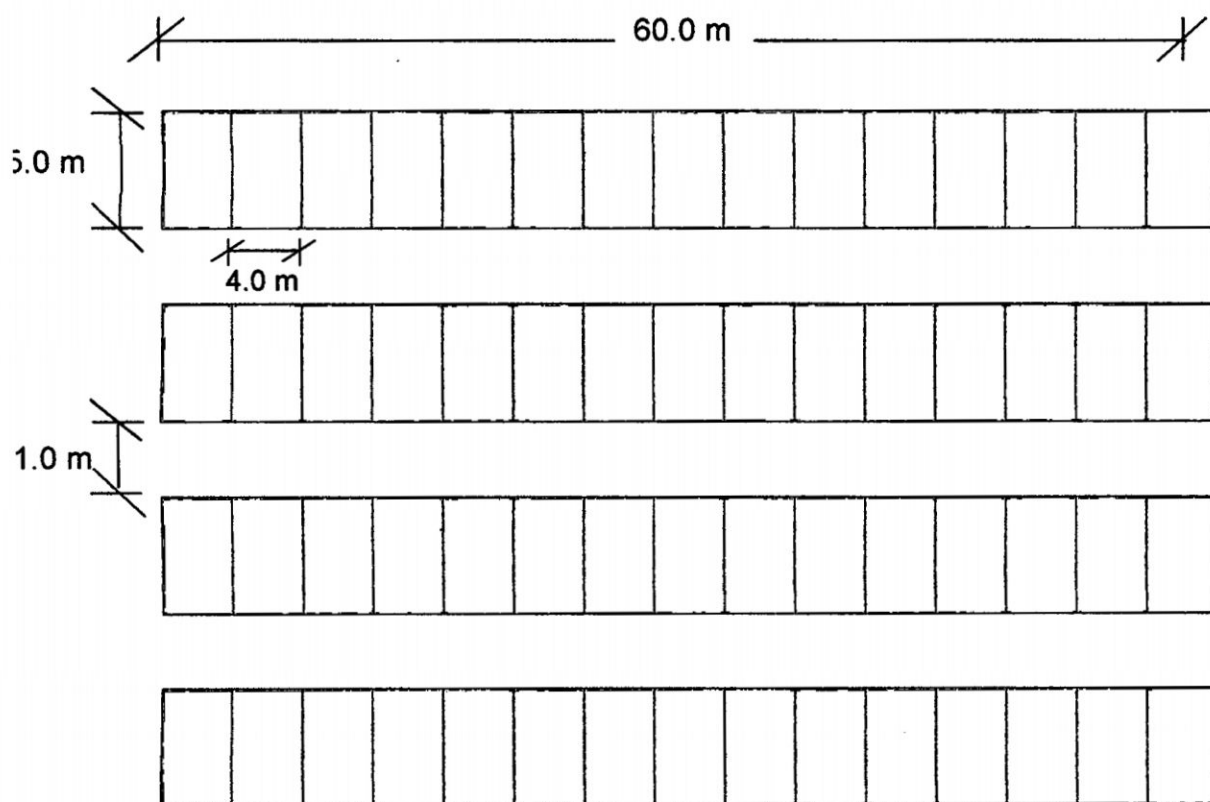
Largo de calle : 60 m.

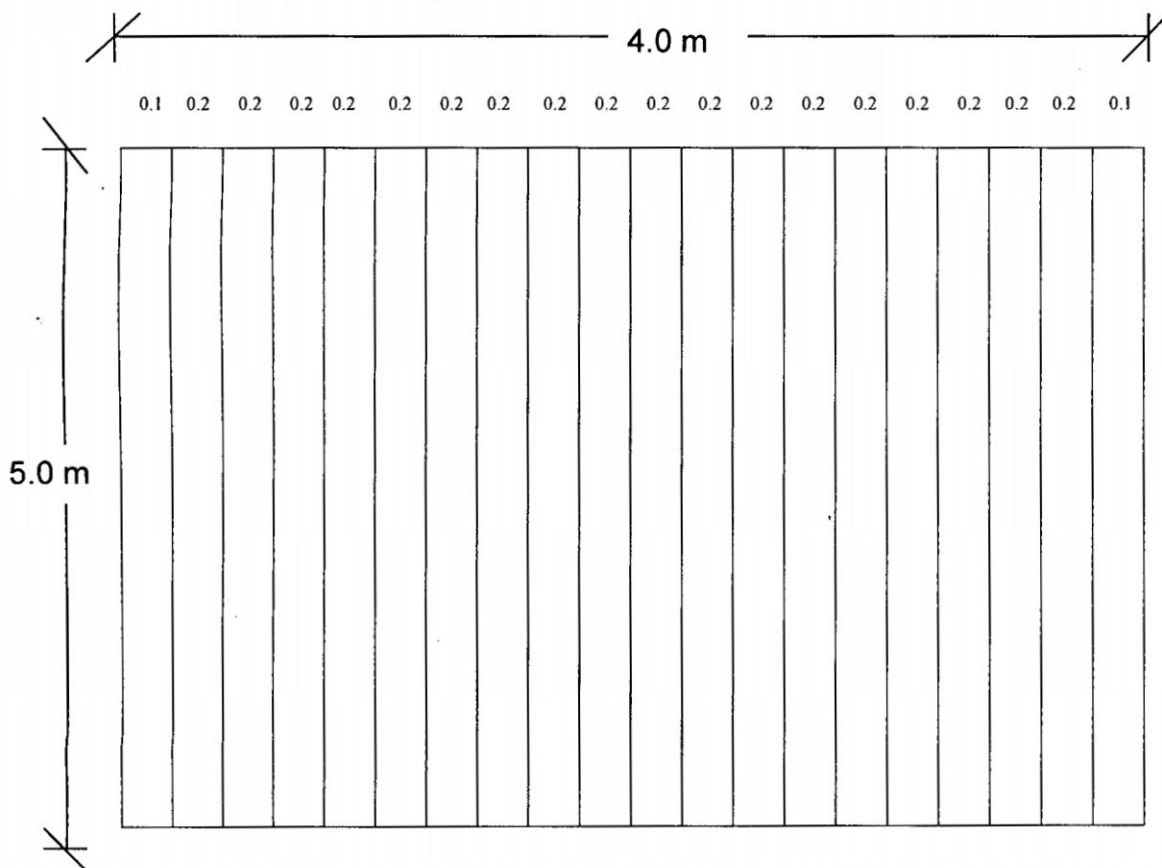
Ancho de calle : 1 m.

Área total de calles : 60 m²

Total experimento : 1500 m²

CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL





2.10 Conducción del experimento

En la conducción del experimento se realizaron las siguientes actividades:

a) Preparación del terreno

Se realizó el 13 de diciembre del 2008. Para el barbecho, mullido y nivelación se empleó un tractor agrícola (una pasada de arado de disco a una profundidad de 30 cm y otra de rastra) 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 realizó el 27 de diciembre del 2008. Para el estacado se emplearon wincha y estacas de madera; y la demarcación con yeso.

c) Surcado

El surcado se realizó manualmente al día 28 de diciembre, con picos, cordel, estacas. Los surcos se hicieron con pico a un distanciamiento de 20 cm.

d) Abonamiento

Para el abonamiento se utilizó un nivel de 150-100-100 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 macollaje y la tercera a la formación del segundo nudo (el segundo nudo se encuentra sobre la superficie del suelo, el que sería el primer nudo visible). La fertilización PK se realizó al momento de la siembra. Como fuentes de fertilizantes se utilizaron: Urea (45% N), Superfosfato Triple de Calcio (46% P_2O_5), y Cloruro de potasio (60% K_2O).

e) Siembra

La siembra se realizó en surcos distanciados a 20 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 acuerdo al factor en estudio; el tapado de semilla se hizo manualmente utilizando picos. Este procedimiento se efectuó el 29 de diciembre del 2008.

f) Riegos

Los riegos se efectuaron de acuerdo a los requerimientos del cultivo, hubo escasez de lluvia en el mes de abril y mayo, tal como se observa en el **Cuadro 2.3** y la **Figura 2.1**. El experimento se condujo bajo el régimen de lluvias, sin embargo se aplicaron riegos, debido a la escasa precipitación.

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 (31 de enero al 1 de febrero del 2009).

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.

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 128 a 132 días después de la siembra (8 y 13 de Mayo del 2009). La variedad Nazareno es la que se cosechó en último lugar.

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.

2.11 Parámetros de evaluación del cultivo

A. Características 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, esta evaluación se realizó en cada parcela experimental.

- **Días al macollamiento**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de las plantas hayan presentado macollos, se evaluó en cada parcela experimental.

- **Días al inicio de 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, presencia de buche, se evaluó en cada parcela experimental.

- **Días al llenado de granos**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de los granos presentaron un estado lechoso, se evaluó en cada parcela experimental.

- **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, se evaluó cada parcela experimental.

- **Días a la madurez de cosecha**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de los frutos presentaban las semillas con características típicas de la variedad, tales como: tamaño, color, forma, dureza, humedad, etcétera. Las cuales se evaluó en cada parcela experimental.

B. Características de rendimiento

- **Numero de macollos por planta**

Se tomaron muestras de los surcos centrales de cada tratamiento, realizando el conteo de los macollos de cada planta.

- **Número de espigas/m²**

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

- **Número de granos/espiga**

Se contó el número de granos promedio por espiga después de separar, trillar y ventear manualmente las 40 plantas seleccionadas de los surcos centrales de cada uno de los tratamientos.

- **Longitud del tallo (cm)**

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

- **Longitud de espiga (cm)**

Se midió la longitud de espiga promedio por planta con la ayuda de una wincha desde la base de la espiga hasta la parte terminal de esta, sin considerar las aristas.

- **Peso de 1000 granos**

Se realizó utilizando un contador óptico, luego se llevó a pesar las mil semillas en una balanza analítica, del lote de semilla venteada, limpia y escogida de cada tratamiento, este proceso se realizó y peso en tres submuestras.

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

El rendimiento se determinó cosechando toda la parcela experimental, durante la madurez de cosecha, luego se realizó la trilla y el venteado. Identificado cada tratamiento dentro de un costal, los granos se pesaron y cuyos resultados sirvieron para estimar el rendimiento en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

C. Características de calidad

- **Influencia de los granos con defectos e impurezas en el peso.**

La separación de impurezas se realizó teniendo en cuenta las especificaciones indicadas por el **Reglamento Peruano de Certificación de Trigo (1977) e ITINTEC (1979)**. Se consideró grano defectuoso a todo aquel dañado por el calor o frío, por insectos, los granos germinados y chupados. Las impurezas o material extraño es aquel material diferente al producto en sí, como piedras, paja, material orgánico, tierra y otras semillas.

- **Humedad**

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

- **Peso Hectolítrico (PH)**

Se determinó en la balanza tipo Schopper, llenando con los granos un volumen de $\frac{1}{4}$ lt, el cual luego de ser pesado fue llevado a la tabla donde se lee directamente el peso en kg./hL ò kg.hL^{-1} , según el método recomendado por el **ITINTEC (1979)**.

- **Dureza de grano**

El procedimiento seguido fue el recomendado por el manual técnico del perlador de trigo marca DAYTON - Modelo 1k144. (**BRAGADO, 2000**).

Se estandarizo el equipo de perlador con cuarenta pesos de 50gr. 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)**.

- **Molienda experimental**

La molienda, se realizó por el método recomendado por el **CIMMYT (1985)**, para lo cual se pesó 200 gr. de trigo limpio, fueron molidos en el molino Quadrumat Junior, las muestras de trigo fueron previamente acondicionadas a humedad de 14 -15% y dejadas en reposo 24 horas antes de la molienda experimental, obteniendo después de esta, harina y salvado.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Variables de precocidad

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 es en un momento exacto sino que es de una manera escalonada.

**Cuadro 3.1: Etapas fenológicas de cinco variedades de trigo (ndds).
Canaán 2750 msnm. Ayacucho.**

Variedades	Inicio-Pleno Macollamiento	Inicio-Plena Espigación	Formación de grano	Madurez Fisiológica	Madurez de cosecha
San Isidro	25 – 35	66 – 75	85-98	100 – 120	128
Andino	25 – 35	66 – 75	85-98	100 – 120	128
Centenario	25 – 35	66 – 75	85-98	100 – 120	128
Nazareno	28 – 40	68 – 80	90-100	105 – 125	132
Gavilán	25 – 35	66 – 75	85-98	100 – 120	128

En las diferentes etapas fenológicas no se observó influencia de las densidades de siembra, pero se notó más el efecto varietal de los genotipos. 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 7 y 9 días, esta acción se inició 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 la variedad Nazareno que se dio entre los 28 y 40 días después de la siembra. Se puede indicar también que la variedad Gavilán tiene un buen macollaje, llegando a tener entre 5 a 8 macollos.

c. Inicio y pleno espigamiento

El inicio y la pleno espigamiento ocurrió entre los 66 a 75 días después de la siembra, a excepción de la variedad Nazareno que el pleno espigamiento se dio a los 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 100 ndds. La variedad Nazareno se comporta como una variedad semi precoz, inicio a los 90 días y finaliza a los 105 días.

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 en todas las variedades a excepción de la variedad Nazareno, que inicia a los 115 días después de la siembra. La madurez fisiológica finaliza a los 120 días y a los 125 días para la variedad Nazareno.

f. Días a la madurez de cosecha

La madurez de cosecha se presentó para todas las variedades a los 128 días después de la siembra, a excepción de la variedad Nazareno que se cosechó a los 132 días, considerándolo como una variedad semi precoz.

DE LA CRUZ (1992), en un trabajo relacionado a densidades de siembra y fórmulas de abonamiento en dos cultivares de trigo, realizado en Canaán 2750 – Ayacucho, reporta que en el análisis de variancia de componentes de precocidad para el parámetro hinchamiento de vaina o embuche encontró diferencia altamente significativa para las fuentes de variación de variedad y la aplicación de fórmulas de abonamiento, obteniendo valores de 68 a 75 días después de la siembra para el embuche, valores similares a los hallados en el presente trabajo; por lo que podría indicar que esta característica está ligado al factor genético.

CONTRERAS (2004), en la evaluación comparativa de cinco variedades de trigo harinero en Canaan, 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 y a la misma época de siembra de nuestro experimento que ocurrió en el mes de diciembre.

3.2 Variables de rendimiento

3.2.1 Longitud de tallo

En el Cuadro 3.2 se muestra el análisis de variancia de la longitud del tallo, en cual se encontró alta significación estadística para bloques y variedades en estudio, y no así entre las densidades de siembra y la interacción. Este efecto principal se analizará más detenidamente al realizar la prueba de Tukey. El coeficiente de variación (6.82) indica que es un experimento de buena precisión y que la variación existente se debe mayormente al efecto de los genotipos evaluados.

Cuadro 3.2: Análisis de variancia de la longitud de tallo de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.

F. de V.	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	327.79	109.26	5.06	0.004 **
Variedad (v)	4	399.96	99.99	4.63	0.004 **
Densidad (d)	2	45.35	22.67	1.05	0.359 ns
Inter V x D	8	214.62	26.82	1.24	0.299 ns
Error	42	906.92	21.59		
Total	59	1894.65			

C.V = 6.82 %

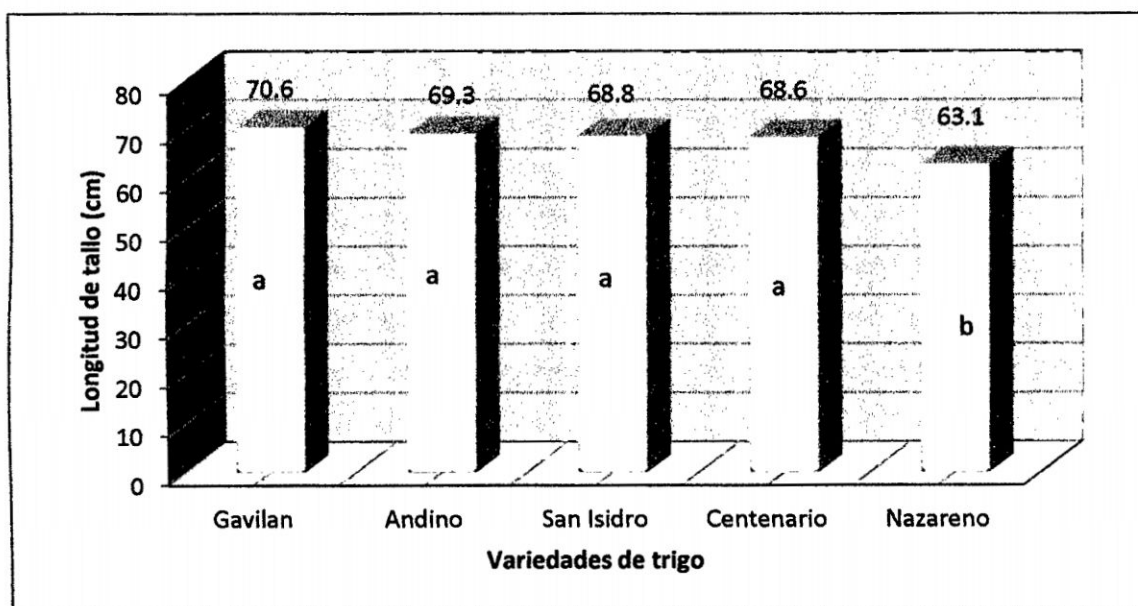


Gráfico 3.1: Prueba de Tukey de la longitud de tallo de cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm). Ayacucho.

La prueba de Tukey de la longitud de tallo de trigo (**Gráfico 3.1**) muestra que las variedades evaluadas no muestran diferencia estadística entre ellas, a excepción de la variedad nazareno que tiene una menor longitud de tallo. Esta variable es de importancia por la formación de biomasa fotosintética, pero también para soportar mayores niveles de abonamiento nitrogenado. En general se puede mencionar que estos trigos son de tamaño mediano, cuyos valores varían de 70.6 a 63.1 cm.

SOLIER (2009), menciona que los cultivares Gavilán y Chil/ALD/PVN (LH-196) son las que muestran mayor longitud de tallo. Sin embargo, en la práctica no es tan grande esta diferencia y los tres genotipos se pueden considerar como trigos de porte bajo aptos para recibir altas dosis de fertilización básicamente el nitrogenado, por tener entrenudos cortos y fuertes. Estos resultados comparados con el presente trabajo,

reafirman que el factor genotipo influye significativamente en el parámetro longitud de tallo.

CONTRERAS (2004), en un comparativo de cinco variedades de trigo harinero en Canaán (2750 msnm), reporta que la variedad Gavilán alcanzó una altura de 0.82 m. y la línea INIA una altura de 0.75 m, la diferencia de alturas encontradas con el presente trabajo se puede atribuir a factores ambientales, ya que ambos genotipos fueron sembrados en épocas diferentes.

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 longitud de tallo es menor, esto es debido fundamentalmente al lugar donde se condujo el experimento que está asociado a la diferencia en la altitud.

Condori, citado por **CONTRERAS (2004)**, reporta una variación en la altura de planta de 85 a 61 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 concuerda con los valores obtenidos, las pequeñas

diferencias encontradas se debe mayormente a los diferentes genotipos evaluados.

3.2.2 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 y densidades de siembra, más no en la interacción de éstas, este resultado indica la independencia de estos dos factores. Su análisis se muestra bajo la prueba de contraste de Tukey. El coeficiente de variación (10.37) indica una regular precisión en los resultados, se puede explicar que se debe a la fuerte interacción del ambiente con las variedades y densidades de siembra. Esta variable está asociada fuertemente a la productividad del trigo.

Cuadro 3.3: Análisis de variancia del número de espigas/m² de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.

F. de V.	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	9268.33	3089.44	1.52	0.22 ns
Variedad (v)	4	99523.50	24880.87	12.23	<.0001 **
Densidad (d)	2	32240.93	16120.46	7.92	0.0012 **
Inter V x D	8	15833.40	1979.17	0.97	0.470 ns
Error	42	85468.16	2034.95		
Total	59	242334.33			

C.V. = 10.37 %

En la prueba de Tukey que se muestra en el **Grafico 3.2**, se determinó que los mayores valores obtenidos del número de espigas/m² corresponden a las variedades Gavilán, Centenario, San Isidro y Andino sin mostrar diferencias estadísticas entre ellos. Este resultado es el reflejo del potencial productivo de cada una de estas variedades, 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. En forma independiente también se puede observar que no existe diferencia estadística entre ellas, las mejores densidades de siembra con buena productividad en el número de espigas/m² son las que corresponde a 160 y 140 kg.ha⁻¹ de trigo.

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 abstenidos con la variedad Nazareno no coinciden con los valores obtenidos en el presente trabajo, esto debido fundamentalmente a los niveles y forma de fertilización nitrogenada.

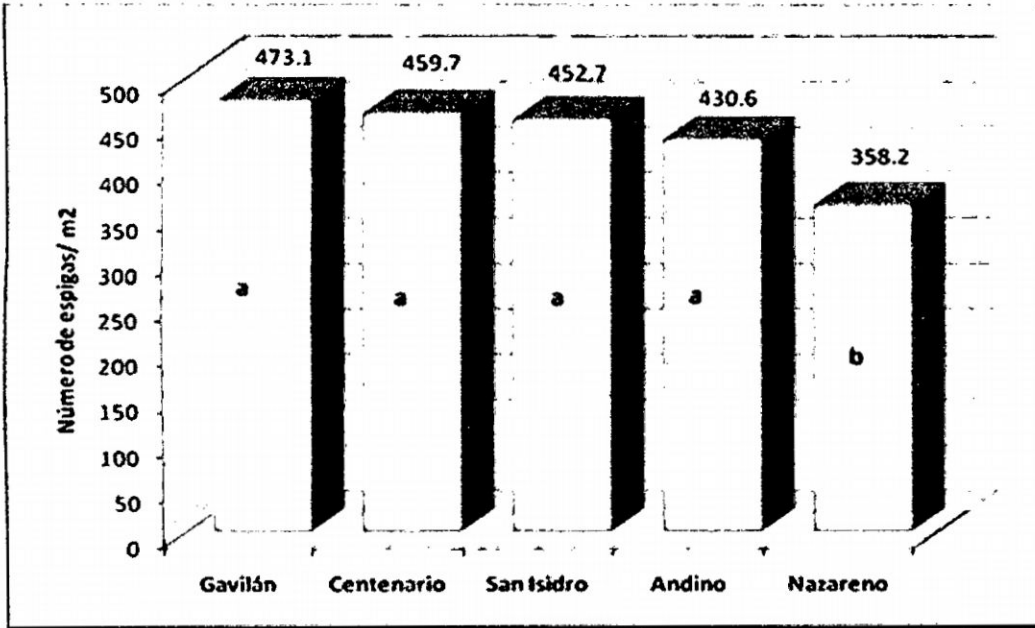


Grafico 3.2: Prueba de Tukey del número de espigas/m² de cinco variedades de trigo en promedio de las densidades de siembra. Canaan (2750 msnm).

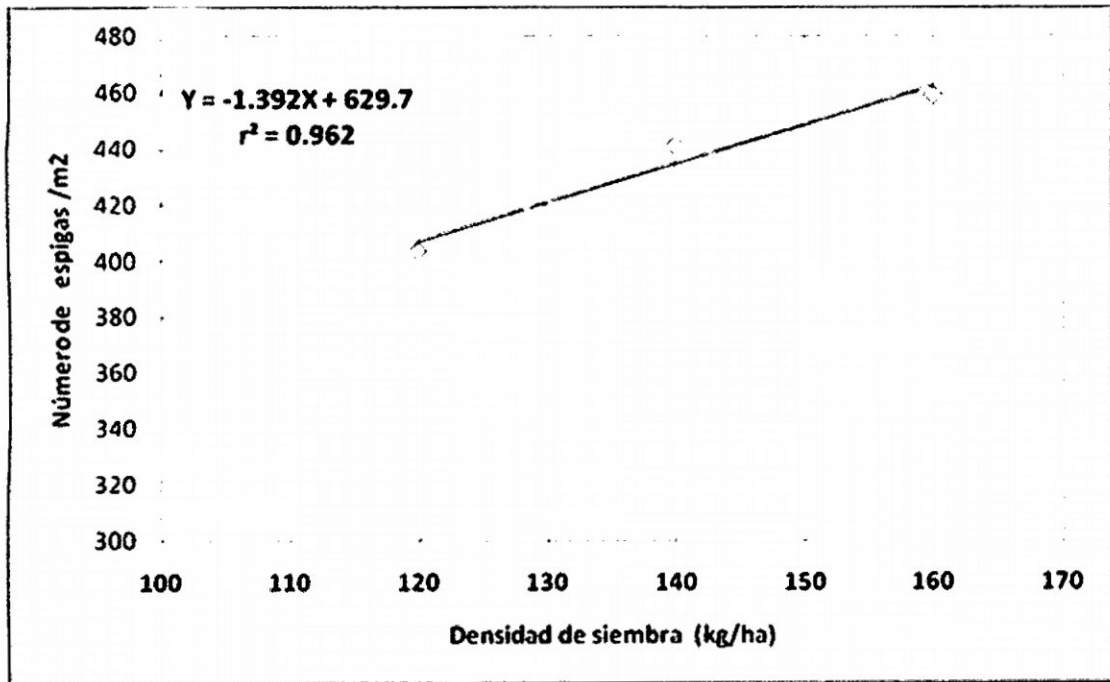


Grafico 3.3: Regresion del número de espigas/m² en función de la densidad de siembra en promedio de las cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm).

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 de 410 espigas/m² abonamiento químico 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⁻¹, 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**).

3.2.3 Longitud de espiga

En el **Cuadro 3.4** del análisis de variancia de la longitud de espigas se muestra alta significación estadística para el efecto principal de la característica varietal. El coeficiente de variación (3.94), muestra un valor de buena precisión que nos proporciona gran confianza a los resultados obtenidos.

Cuadro 3.4.: Análisis de variancia de la longitud de espiga de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.

F. de V.	G.L	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	0.938	0.312	2.97	0.04 *
Variedad (v)	4	3.382	0.845	8.02	<.0001 **
Densidad (d)	2	0.390	0.195	1.85	0.169 ns
Inter V x D	8	0.983	0.122	1.17	0.342 ns
Error	42	4.426	0.105		
Total	59	10.120			

C.V = 3.94 %

El **Grafico 3.4** de la prueba de Tukey muestra que la variedad Nazareno tiene una mayor longitud de espiga (8.65 cm.), sin diferenciarse estadísticamente de la variedad Gavilán. Se conoce que los componentes del rendimiento son longitud de espiga, número de granos/espiga y el peso de granos, es por ello de gran importancia el estudio de esta variable.

SOLIER (2009) menciona que la longitud de espiga es la variable que está asociado con el rendimiento, indica también que la variancia genética está demostrada por el efecto varietal; e indica que la línea Chil//ALD/PVN muestra la mayor longitud de espiga (10.29 cm.), superando estadísticamente a las variedades INIA y Gavilán (9.04 y 9.07 cm., respectivamente). En el presente trabajo se ha encontrado una longitud de espiga de 8.29 cm. para la variedad Gavilán, esta diferencia se debe básicamente a la fecha de siembra y a la conducción del experimento que fue bajo el sistema de riego.

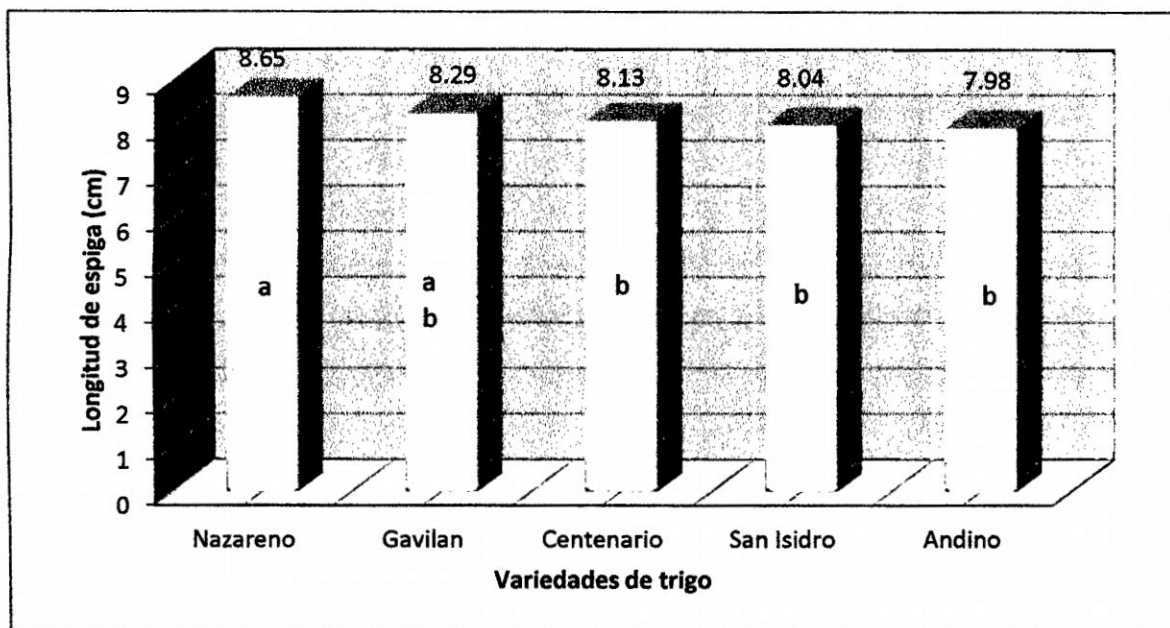


Grafico 3.4: Prueba de Tukey de la longitud de espiga de cinco variedades de trigo. Canaan (2750 msnm).

OGOSI (2004), en un estudio de 5 líneas de trigo en Canaan, reportó que la Línea Rinia y la variedad Gavilán, tienen la mayor longitud de espiga, con 10.33 cm. y 8.90 cm., respectivamente. Este resultado le confiere las características de variedades de altos rendimientos.

DE LA CRUZ (1992), encontró diferencia estadística altamente significativa para las fórmulas de abonamiento y la interacción de primer orden de la variedad por la densidad. De la prueba de Tukey para los niveles de fertilización concluye que la fertilización y la densidad de siembra influyen significativamente sobre la longitud de espiga.

3.2.4 Rendimiento de grano

El rendimiento es la variable de mayor importancia en el trigo y en todos los cultivos. El Cuadro 3.5 del análisis de variancia muestra significación estadística para los bloques y alta significación estadística para las variedades y densidades de siembra en forma independiente, esto nos permite estudiar la mejor variedad en el rendimiento de grano, además la mejor densidad de siembra. El coeficiente de variación (11.82), nos muestra una regular precisión, esto explicada por el efecto de la interacción ambiente y genotipo. Esta precisión es aceptable obtenido gracias a la buena preparación del suelo, la fertilización y la buena distribución de la precipitación, además buena dotación de riego a finales de la madurez fisiológica proporcionando una adecuada humedad al suelo.

Cuadro 3.5: Análisis de variancia del rendimiento de grano de cinco variedades de trigo en tres densidades de siembra. Canaán (2750 msnm). Ayacucho.

F. de V.	G.L	SC	CM	Fc	Pr>F
Bloque	3	15338.16	511272.31	2.61	0.06 ns
Variedad (v)	4	7754075.10	1938518.77	9.91	<.0001 **
Densidad (d)	2	2025018.63	1012509.31	5.18	0.0098 **
Inter V x D	8	1522082.20	190260.27	0.97	0.470 ns
Error	42	8212818.07	195543.29		
Total	59	21047810.93			

C.V. = 11.82 %

El **Grafico 3.5** de la prueba de Tukey muestra que las variedades Gavilan, San Isidro, Centenario y Andino, sin diferenciarse estadísticamente muestran los más altos rendimientos (4138, 4028.3, 3715.8 y 3704.9 kg.ha⁻¹, respectivamente), superando a la variedad Nazareno. Que obtuvo un rendimiento de 3105 kg.ha⁻¹. La variedad Gavilan y San Isidro numéricamente tiene los mejores rendimientos de grano, de este modo nos indica su buena adaptación al medio.

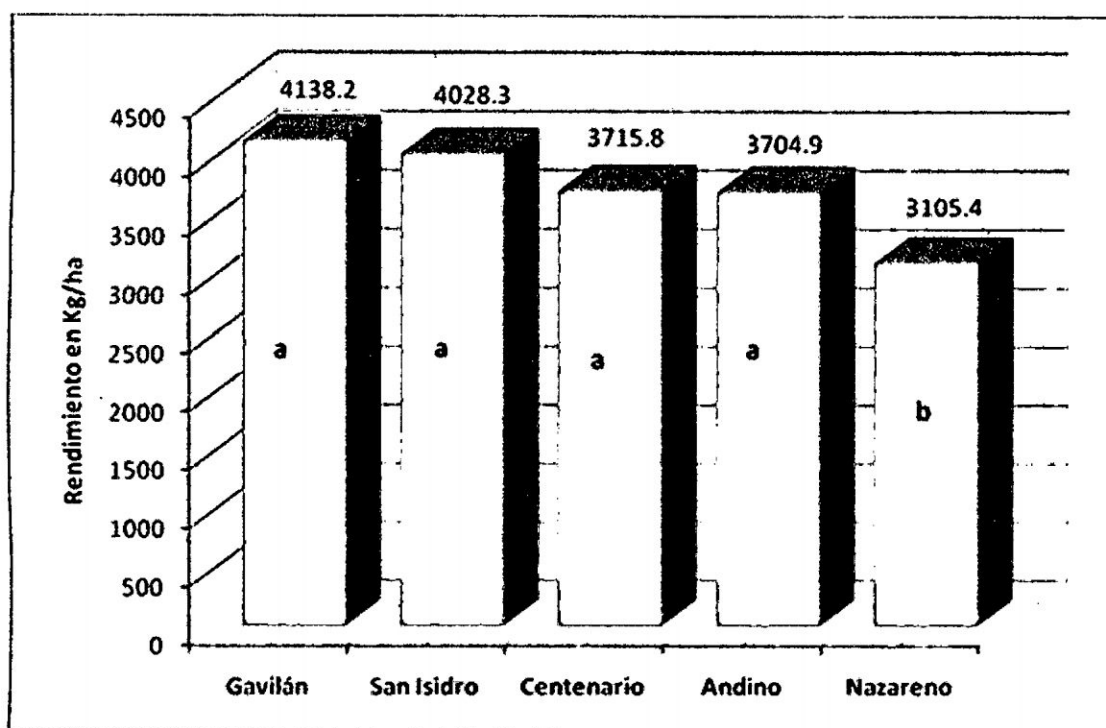


Grafico 3.5: Prueba de Tukey del rendimiento de granos en las variedades evaluadas en promedio de las densidades de siembra. Canaan 2750 msnm.

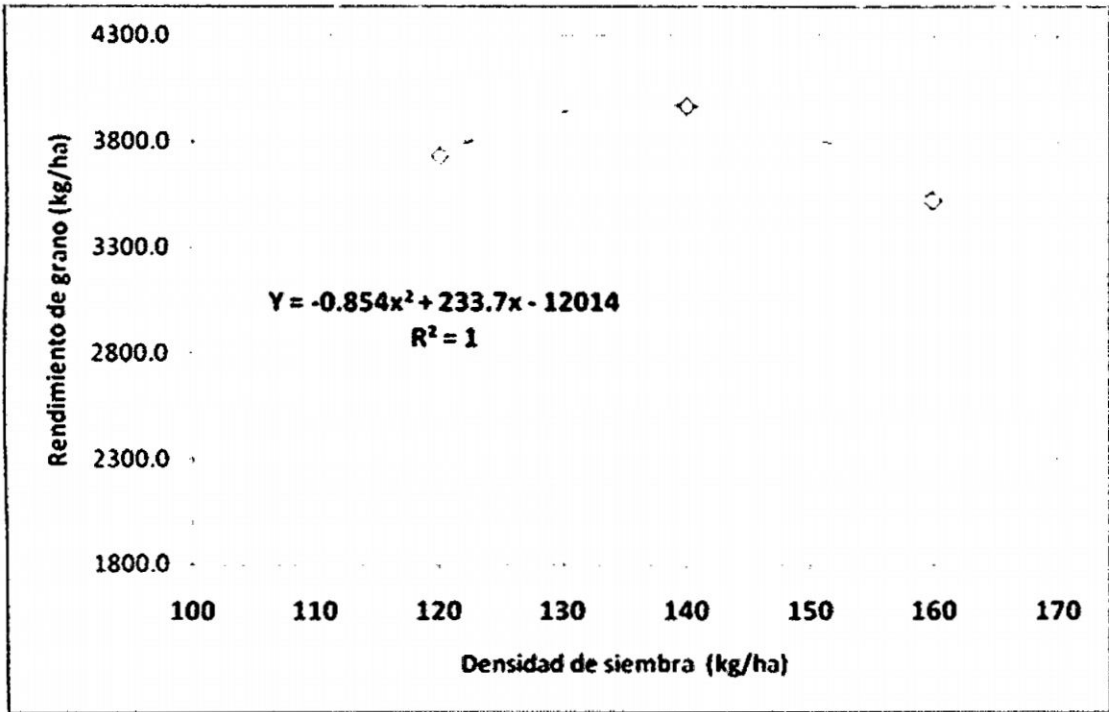


Gráfico 3.6: Regresión del rendimiento de grano de trigo en promedio de las variedades en función de las densidades de siembra. Canaan 2750 msnm.

MARTINEZ (2011) en un experimento 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⁻¹, 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**).

La densidad de siembra apropiada para un buen rendimiento se ubica entre 140 a 120 kg.ha⁻¹; una mayor densidad de siembra (160 kg.ha⁻¹) incrementa el número de espigas/m², pero la longitud de tallo disminuye por lo tanto el rendimiento decrece (**ROBLES, 2005**).

CONTRERAS (2004), reporta un rendimiento de 3693.80 y 3219.80 kg.ha⁻¹ para las variedades Gavilán y la Línea INIA, respectivamente. Así también reporta que estas variedades han mostrado resistencia a las enfermedades, especialmente al ataque de la roya. Esto se confirmó en el presente trabajo, ya que no se produjo presencia de roya en las parcelas experimentales. Comparando los resultados obtenidos con el presente trabajo, se puede afirmar que los rendimientos son superiores, demostrándonos que el rendimiento de grano está influenciado fuertemente por la época de siembra y los factores climáticos.

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⁻¹. Estos resultados

son similares a los obtenidos con las variedades San Isidro y Gavilán, mostrándonos de este modo su gran adaptación en comparación a la variedad Nazareno que ocupó el quinto lugar.

SOLIER (2009) reporta que la variedad Gavilán y la variedad INIA, pero sin diferencia estadística entre ellos, con la fertilización media (140-150-120 de NPK) produce un rendimiento de 3705.5 y 3213.8 kg.ha⁻¹, respectivamente. Además estas variedades muestran una estabilidad en la producción con el incremento de la fertilización. Los valores obtenidos en el presente trabajo superan estos rendimientos con la variedad Gavilán, esto demostrado básicamente por el manejo del cultivo.

3.2.5 Análisis comparativo

En el **Cuadro 3.6** se presenta el análisis comparativo del número de granos/espiga y el peso de granos/espiga de las variedades en estudio, en la que se observa a las variedades San Isidro y Gavilán como los genotipos con mayor valor y también con un coeficiente de variación más alto que las demás variedades, estos resultados indican que minimizando la presión del medio ambiente con buen manejo agronómico se puede incrementar su rendimiento y de este modo hacer competitivo la producción de trigo frente a otros cultivos.

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}).

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

Variedades	Nº de granos/espiga	Peso de granos/espiga (g)
San Isidro		
Promedio	42.20	2.01
Desv. Est	11.4	0.6
C.V.	27%	29.8 %
Rango	20 – 62	0.97– 3.09
Gavilan		
Promedio	40.20	1.80
Desv. Est	11.5	0.65
C.V.	28.6%	36.1%
Rango	18 – 64	0.98–2.98
Andino		
Promedio	37.20	1.75
Desv. Est	7.8	0.5
C.V.	20.9%	28.5%
Rango	22-49	0.48-2.26
Centenario		
Promedio	39.40	1.70
Desv. Est	9.4	0.3
C.V.	24%	21%
Rango	25-51	0.97 - 2.39
Nazareno		
Promedio	40.80	1.80
Desv. Est	8.8	0.45
C.V.	21.5%	25.0%
Rango	18-55	0.85 - 2.45

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 $9440 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, este rendimiento es factible de obtener siempre y cuando minimicemos la presión del medio ambiente. Este cálculo resulta de estimar un valor de 5000000 de espigas promedio por hectárea.

3.3 Variables de calidad

3.3.1 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 3.7** indican que las variedades en estudio no muestran diferencia, los valores varían entre 76 a $77 \text{ kg}\cdot\text{hl}^{-1}$, los cuales corresponde a trigos harineros.

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 está asociado con 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 en 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.

3.3.2 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 Nazareno y Gavilán presentan en promedio el mayor peso de 1000 semillas (entre 40.8 y 41.7 g.). En la práctica la diferencia mostrada es mínima y estos valores son reportados para trigos harineros.

NORIEGA (1995), reporta que el peso de 1000 granos para las variedades Andino- INIAA y Gavilán fueron de 43.33 y 40.00 g. respectivamente, frente a los datos obtenidos en el presente trabajo muestran similar valor.

3.3.3 Contenido de proteína del grano y peso de la harina

El contenido de proteína de los granos de trigo evaluados, varían de 10.6 a 11.8 %, mientras que el peso de la harina en promedio varían de 26.9 a 33.4 g. (**Cuadro 3.7**), valores que muestran poca variación dentro de las variedades en estudio.

3.3.4 Peso del gluten seco y húmedo

El peso del gluten húmedo, que se presenta en el **Cuadro 3.7**, varía de 1.15 a 1.32 g. en promedio, que corresponden a las variedades San Isidro y Nazareno, respectivamente, observándose que la diferencia encontrada es del orden 0.17 g., debido posiblemente a la constitución genética de la variedad. El peso del gluten seco esta en relación directa al peso del gluten húmedo.

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 a 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.

Cuadro 3.7: Datos descriptivos de las variables de calidad de cinco variedades de trigo. Canaán (2750 msnm)

Tratamientos		Peso Hectolítrico en 750 gr. de muestra		Peso de 1000 semillas (gr)	% de dureza en 50 gr. de muestra	% de proteína del grano en 50 gr. de muestra	% de humedad del grano en 50 gr. de muestra	Peso de harina en 250 gr. de muestra	% de humedad de la harina en 50 gr. de muestra	Peso del gluten en 5 gr. de muestra	
Variedad	Densidad Kg.ha ⁻¹	Grano sin limpiar	Grano limpio							Gluten húmedo (gr)	Gluten Seco (gr)
San Isidro	120	73.95	77.25	39.600	38.50	10.7	12.48	26.9	12.53	1.03	0.37
San Isidro	140	77.45	77.45	40.200	39.50	11.0	12.46	29.7	12.90	1.23	0.41
San Isidro	160	75.35	77.85	39.900	39.50	10.6	12.35	33.4	13.16	1.19	0.40
Andino	120	72.25	76.25	39.400	40.00	11.4	12.11	30.5	12.70	1.32	0.44
Andino	140	74.15	76.25	39.300	37.50	11.3	12.78	31.5	12.53	1.38	0.46
Andino	160	74.75	76.85	38.800	39.00	11.8	12.26	33.1	12.33	1.22	0.48
Centenario	120	74.15	77.25	38.800	35.50	11.2	12.40	29.8	12.57	1.31	0.54
Centenario	140	74.45	77.25	40.100	34.00	10.8	12.64	29.6	13.07	1.22	0.43
Centenario	160	75.85	77.45	39.562	34.50	10.6	12.84	32.9	13.47	1.15	0.39
Nazareno	120	70.45	76.25	41.000	37.50	11.2	12.72	28.1	12.56	1.28	0.43
Nazareno	140	71.15	77.44	41.300	37.50	11.4	12.23	27.9	12.70	1.32	0.43
Nazareno	160	71.15	76.45	40.800	39.50	11.8	12.73	32.7	13.13	1.35	0.44
Gavilán	120	75.35	77.05	40.400	37.00	10.9	12.28	29.7	12.58	1.14	0.51
Gavilán	140	74.15	77.65	41.200	36.50	11.1	12.78	29.7	13.77	1.19	0.41
Gavilán	160	75.05	77.85	41.700	39.50	11.2	12.71	32.2	12.83	1.38	0.46

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo y a su correspondiente discusión, se dan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

4.1 Conclusiones

- a. Las variedades utilizadas en el ensayo muestran una precocidad, llegando a la madurez fisiológica entre los 100 a 120 días después de la siembra, a excepción de la variedad Nazareno que llegó a esta etapa entre los 105 a 125 días.
- b. Las variedades introducidas muestran una arquitectura de plantas de tallo corto, adaptadas para soportar fuerte dosis de abonamiento nitrogenado; las variedades Gavilán, Andino y San Isidro presentaron una longitud de tallo de 70.6, 69.3 y 68.8 cm., respectivamente.

- c. Las variedades Gavilán, Centenario y San Isidro muestran un buen número de espigas/m², con valores de 473.1, 459.7 y 452.7, que les confiere un buen potencial de rendimiento.
- d. Las variedades que tienen mayor longitud de espigas son: Nazareno, Gavilán, Centenario y San Isidro, que llegan a tener 8.65, 8.29, 8.13 y 8.04 cm., respectivamente.
- e. El rendimiento mostrado por las variedades Gavilán, San Isidro, Centenario y Andino, con valores de 4138.2, 4028.3, 3715.8 y 3704.9 kg.ha⁻¹ respectivamente, hacen que estas sean las de mejor adaptación a las condiciones de Canaan.
- f. Las variedades San Isidro y Gavilán tienen los mayores números de granos/espiga y también los mayores pesos de granos/espiga; así mismo estas variedades muestran una mayor amplitud a estas variables.
- g. La mejor densidad de siembra se obtiene con 120 y 140 hg.ha⁻¹, no existe mayor respuesta del rendimiento al incremento de la densidad de siembra.
- h. En las variables de calidad, como el peso de 1000 granos, peso hectolítrico, humedad de la semilla y porcentaje de proteína, no existe mayor diferencia entre las variables utilizadas, así como también por las densidades de siembra utilizadas.

4.2 Recomendaciones

- a. Difundir el uso de las variedades San Isidro y Gavilán, por su buena adaptación relacionada al rendimiento en grano.
- b. Recomendar las variedades mencionadas por su precocidad, buen peso Hectolítrico y calidad que los hace apreciables al consumo directo del poblador andino.
- c. La siembra de estas variedades deben realizarse bajo condiciones de buena fertilización mineral y un adecuado manejo del cultivo.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ABBATE, P.; LAZARA, L. y DE PABLO, M. 2001.** Peso Hectolitrito y Limitación por Fuentes de Cultivos de Trigo de Alto Potencial de Rendimiento. Actas del V Congreso Nacional de Trigo. Villa Carlos Paz. Córdoba - Argentina.
2. **AACC (American Association of Cereal Chemists). 1995.** Approved Methods. 7 th. Ed. The Association: ST Paul Minn.
3. **ARATA, A.J. 1963.** Estudio de dos Niveles de Distintos Sistemas de Fraccionamiento del Fertilizante Nitrogenado en, la Zona de la Molina. Tesis UNA La Molina. Lima - Perú.
4. **AYKROYD, W. y DOUGHTRY, I. 1970.** El trigo en la Alimentación Humana. FAO Roma.
5. **BASURTO, B. 1990.** Evaluación de las Pruebas de Lavado de Gluten, Sedimentación zeleny, Sedimentación SDS y Pelshenke en el Estudio de la Calidad de 16 Genotipos de Trigo Invernal Procedente de Ancash y Puno. Tesis Ing. Industrias Alimentarias UNALM. Lima – Perú.
6. **BAZAN DE SEGURA, C. 1965.** Enfermedades de Cultivos Tropicales y Sub Tropicales. Edit. Jurídica S.A. Lima - Perú.
7. **BIBLIOTECA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA. 1998.** 2da Edic. Idea Books. Barcelona - España.
8. **BOHL C. 1970.** Factores que limitan la producción de Trigo en el Perú. Lima - Perú.

9. **BRAGACH, M. y MENDEZ, A. 2004.** Siembra de trigo con sembradora-abonadora. Proyecto Agricultura de Precisión. INTA MANFREDA. Córdoba – Argentina.
10. **BRAGADO, L. 2000.** Seedburo Equipment. Manual the Barley Pearlors. Washington C.D.
11. **CALLEJO, G. 2002.** Industria de Cereales y Derivados. Edic. AMV. Madrid - España.
12. **CARTER, P.; MORRIS, F, and JAMES, A. 1999.** Optimizing the SDS Sedimentation Test For End-Use Quality Selection in a Soft White and Club Wheat Breeding Program, Journal Cereal Chemistry.
13. **CHAPMAN, R. 1976.** Producción Agrícola. Principios y Prácticas. Edit. Acribia. Zaragoza-España.
14. **CRISPIN, A. 1976.** Variedades de Frijol con Amplio Rango de Adaptación. México.
15. **CIMMYT. 1985.** Reporte del Entrenamiento en la Evaluación del Trigo. México.
16. **CIMMYT. 1985.** Métodos Químicos para Determinar la Calidad Proteica en los Cereales. México.
17. **CIMMYT. 1983.** Manual de Metodología sobre Las Enfermedades de los Cereales. México.
18. **CIMMYT. 1981.** 20 Aniversario, Maíz y Trigo, para el Tercer Mundo, Avances de Rendimiento de Trigo y Maíz. Principales Corrientes de Investigación. México.

- 19. CIMMYT. 1980.** Acelerando el Mejoramiento Genético del Trigo, Cebada y Triticale. México.
- 20. CONTRERAS, J. 2004.** Comparativo de 5 Variedades de Trigo Harinero (*Triticum vulgare*) CANAÁN, 2750 m.s.n.m. Ayacucho - Perú. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- 21. CUNIBERTI, M. y RATTO, S. 2003.** Relaciones Entre Cenizas y Peso de 1000 Granos en las Principales Subregiones Trigueras Argentinas. Facultad de Agronomía-UBA. Argentina.
- 22. CUNIBERTI, M. y RUBERI, L. 2005.** Calidad de Trigo de la Región Central del País. Campaña 2004/05. Perú.
- 23. CURIE, D.; KRLOVIE, D.; TUSAK, D.; PETROVIE, B. and DUGUM, J. 2001.** Gluten as a Standard of Wheat Flour Quality. Journal Food Technology.
- 24. CHEFTEL, C., CUQ, L. y LORIEND, D. 1989.** Proteínas Alimentarias. Edit. Acribia. Zaragoza-España.
- 25. ESTADÍSTICA DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1988.** Instituto Nacional de Estadística. Oficina Sectorial de Estadística. Lima-Perú.
- 26. DE LA CRUZ, H. 1992.** Respuesta a Densidades de Siembra y Fórmulas de Abonamiento de dos Cultivares de Trigo (*Triticum aestivum*), en Canaán 2750 msnm. Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
- 27. DIEHL, I y MATEO, B. 1978.** (esta como 1919). Fitotecnia General. Edit. Mundi-Prensa. Madrid - España.

- 28. 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 espigación. Revista de la Facultad de Agronomía. La Plata – Argentina.
- 29. FAO 1991.** Producción de Trigo Primavera en el Perú. Ministerio de Agricultura. Lima – Perú.
- 30. GAMBAROTTA, L. 2005.** Características de las fracciones de Harina de Trigo Pan. Tesis de Licenciatura en Tecnología de Alimentación de la Universidad de Belgrano - Argentina.
- 31. GIROUX, M. y MORRIS, C. 1998.** Wheat grain hardness results from highly converged mutations in the friabilin components puroindolinea and b Proc. Natl. Academy Science. USA. Vol.95.
- 32. GOMEZ, P. L. 2004.** Cultivo de trigo en la Sierra peruana. Grafica Curisinche. Huancavelica – Perú.
- 33. GÓMEZ, L. 1983.** Curso de Cereales Menores y Quenopodiáceas UNA. La Molina. Lima-Perú.
- 34. GONZALES, E. 1979.** Estudio Comparativo de Rendimiento de 20 Variedades y Líneas de Trigo en Parabamba (Ancash). Tesis Ing. Agrónomo. UNA La Molina. Lima-Perú.
- 35. GRUPO OCEANO. 1999.** Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería. Editorial Océano.
- 36. HERNA, J. 1977.** Comparativo de Variedades de Trigo. Arequipa-Perú.

- 37. IBAÑEZ, A. y AGUIRRE, Y. (1983).** Manual de prácticas de fertilidad de suelos, Programa Académico de Agronomía. UNSCH. Ayacucho-Peru.
- 38. ICARDA – International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. 1988.** Grup Quality Evaluation methods And Guidelines. Syria.
- 39. INIA-CUSCO. 2006.** Remite Semilla de Trigo para trabajos de investigación. Oficina N° 169-2005-INIA-DIA-CA/CN. Lima-Perú.
- 40. ITINTEC 1979.** Normas técnicas Nacionales para Trigo y Harina de trigo. Lima - Perú.
- 41. JARA, V. J. 1993.** Cultivo del trigo en la sierra del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Lima – Perú.
- 42. JUSSIAUX, P. 1965.** El trigo. Editorial Tecnos S.A. Madrid – España.
- 43. KENT, N. 1987.** Tecnología de los Cereales. Edit. Agribas. Zaragoza - España.
- 44. KENNETH, D, y HELLEVANG, P. 1995.** Grain moisture content effects and management. Extension Agriculture Engineer.
- 45. LARRAÑAGA, L., CARBALLO, J., RODRIGUEZ, M. y FERNANDEZ, J. 1999.** Control e Higiene de los Alimentos. Editorial Nueva Esperanza. Madrid – España.
- 46. MARTINEZ L. 2011.** Rendimiento de seis variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum* L). Chiara 2850 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.

- 47. MELA, M. 1960.** Cultivos de Trigo en el Perú. Boletín N° 23, Ministerio de Agricultura.
- 48. Ministerio de Agricultura (MINAG) 2006.** Dirección General de Información Agraria (DGIA). Estadística Agraria Mensual, Mayo. Lima - Perú.
- 49. MONCADA, L. 2007.** Calidad de Grano de Trigos Provenientes de la Sierra del Perú (campaña 2003 – 2005) Lima – Perú. Tesis Maestría. UNALM. Lima – Perú.
- 50. NORIEGA, K.G. 1 995.** Evaluación del rendimiento y otras características de 25 líneas en trigo harinero en la Costa Central. Tesis. Ing. Agrónomo. La Molina.
- 51. ONERN. 1979.** Clasificación Ecológica y Mapa Ecológico del Perú.
- 52. OGOSI, C. 2004.** Factores que Correlacionan con el Rendimiento de 5 Líneas de Trigo (*Triticum vulgare* L.), Canaán, 2750 msnm. – Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
- 53. PARODI, P. y ROMERO, L. 1991.** Producción de trigo primaveral en el Perú. Manual Técnico. FAO – Lima.
- 54. PEÑA, M. 1990.** Comparativo de Rendimiento de 15 Entradas y 3 Variedades de Trigo en Walyllapampa a 2500 m.s.n.m. Tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- 55. POEHLMAN, J. 1974.** Mejoramiento Genético de las Cosechas. Limusa Noriega editores. México.

- 56. POEHLMAN, J. M. 2003.** Mejoramiento Genético de las Cosechas.
Edit. Limusa. México
- 57. PRATS, J. y CLEMMENT, M. 1960.** Los Cereales. Edit. Mundi Prensa.
Madrid - España.
- 58. RECLAMAMENTO PERUANO DE CERTIFICACION DE CALIDAD DE TRIGO, 1977.** Resolución Directoral N° 0051-77 DGC-AL. Lima-Perú.
- 59. 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.
- 60. ROMERO, L, M. 1970.** Investigación del Trigo en el Perú; Sus Problemas y Soluciones En; I Convención Nacional del Trigo: 16 a 19 de febrero de 1970. Anales de la convención. Universidad Nacional Agraria La Molina y Ministerio de Agricultura. Lima - Perú.
- 61. RODRIGUEZ C. y DI CIOCCO A. 1996.** Influencia de la Inoculación con *Azospirillum brasilensis* en trigo cultivado en suelos de la Provincia de la Pampa Argentina. Ciencia del suelo 14.
- 62. SANDER, W. 1983.** Producción Mundial del Trigo, Frente a la Producción Nacional. Huancayo - Perú.
- 63. SENASA, 2006.** Lista de Cultivares Registrados. Lima - Perú.
- 64. SERNA, S, R. 1996.** Química, Almacenamiento e industrialización de los Cereales. Edit. A.G.T. S.A. México D.F.
- 65. SOLIER, J. 2009.** Efecto del abonamiento en la calidad harinera de tres cultivares de trigo harinero (*triticum aestivum* L.) en Canaán a 2720

- msnm. Ayacucho. Tesis. Ing. Agrónomo. Ayacucho – Perú.
- 66. SHEWRY, P.; TAHAM, B.; FORDE, M. and MIFFLIN, B. 1986.** The Classification and nomenclature of wheat gluten proteins; A reassessment, Journal Cereal Science.
- 67. 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.
- 68. TONKIN, R. 2004.** The influence of Seeding Density and Environmental Factors on Grain Quality of Main Stems and Tillers of Wheat in South Australia (With Special Reference to Prime Hard Quality Wheat). A Thesis submitted the degree of Doctor of Philosophy. School of Earth and Environmental Sciences, The University of Adelaide. Australia.
- 69. TISDALE, W. 1979.** Fertilidad del suelo y Fertilizantes. Edit. Montener y Simón S.A. Barcelona - España.
- 70. VILLANUEVA, R. 1985.** Cultivos de Trigo en el Perú. N° 85. Lima -Perú.
- 71. VILLANUEVA, R. 1968.** Resultados de la Experimentación de Cereales en Apurímac. Ministerio de Agricultura. Lima - Perú.
- 72. VILLANUEVA, R. 1964.** Germoplasma. Utilización en el Perú para Rendimiento y Calidad Panadera del Trigo. Lima - Perú.
- 73. VAVILOV, N. 1951.** The Origin Variation In nuty and Breeding Of Cultivated. Planta the Chronica Eritanica Co. Wathman, Mas. USA.

WEB SITES VISITADOS

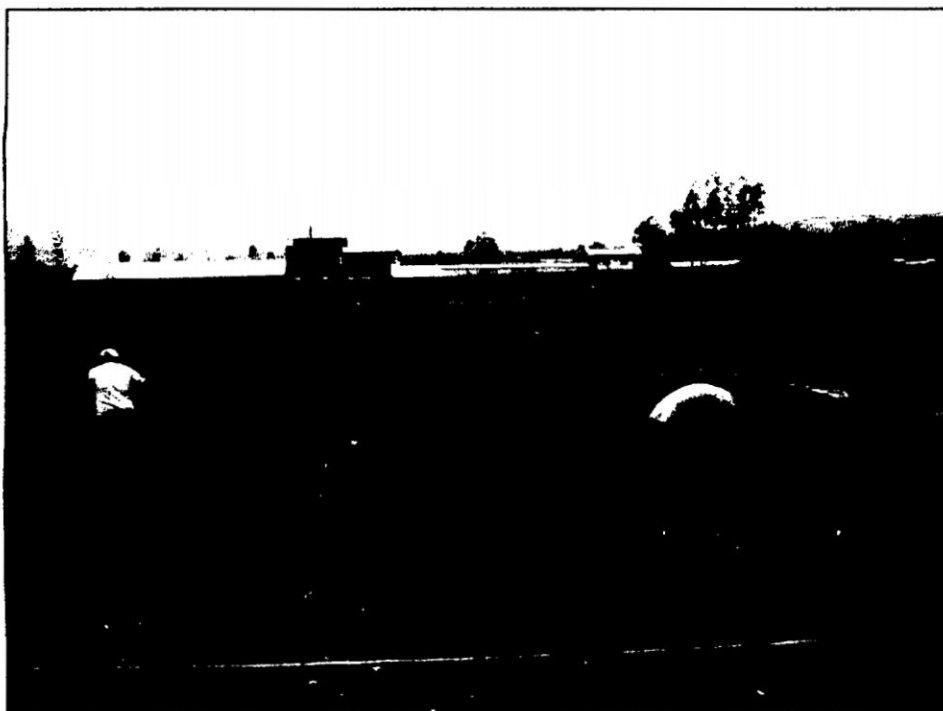
1. <http://www.inei.gob.pe>, 2012.
2. <http://www.agri-nova.com>, 2007.
3. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>,2006.
4. <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo3.htm>.
5. <http://www.infoagro.com>.

VI. ANEXOS

Anexo A: Fotografías de la instalación del campo de investigación



Preparación de terreno



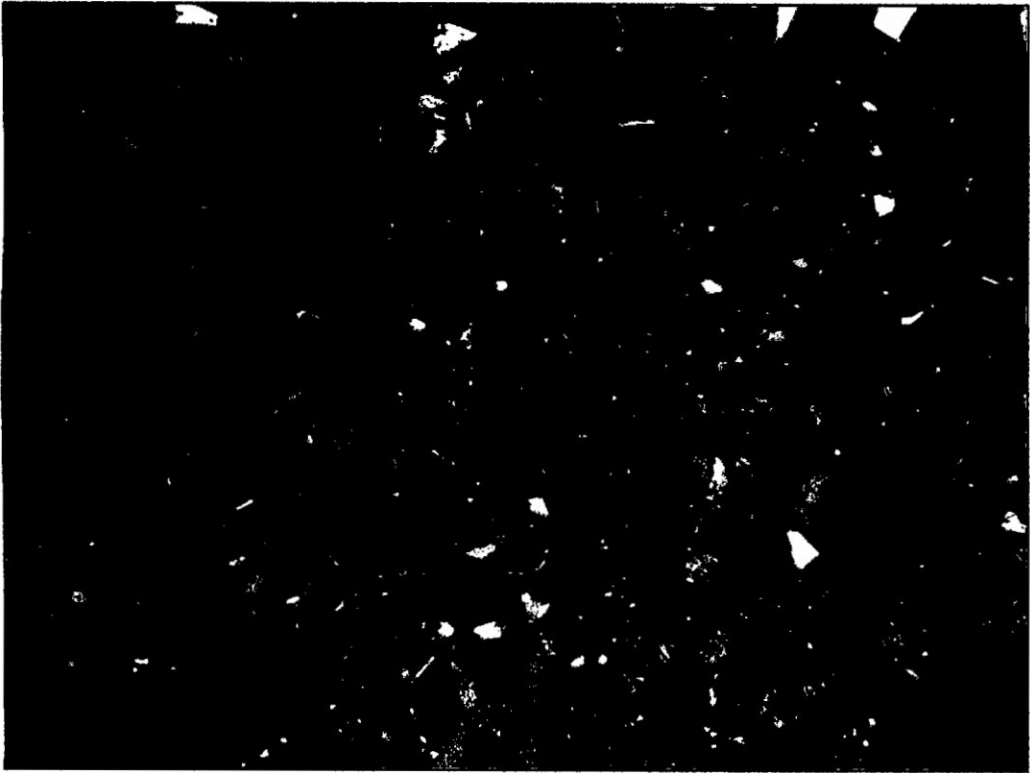
Trazo de parcela experimental



Apertura de surcas para la siembra



Siembra de trigo en las unidades experimentales



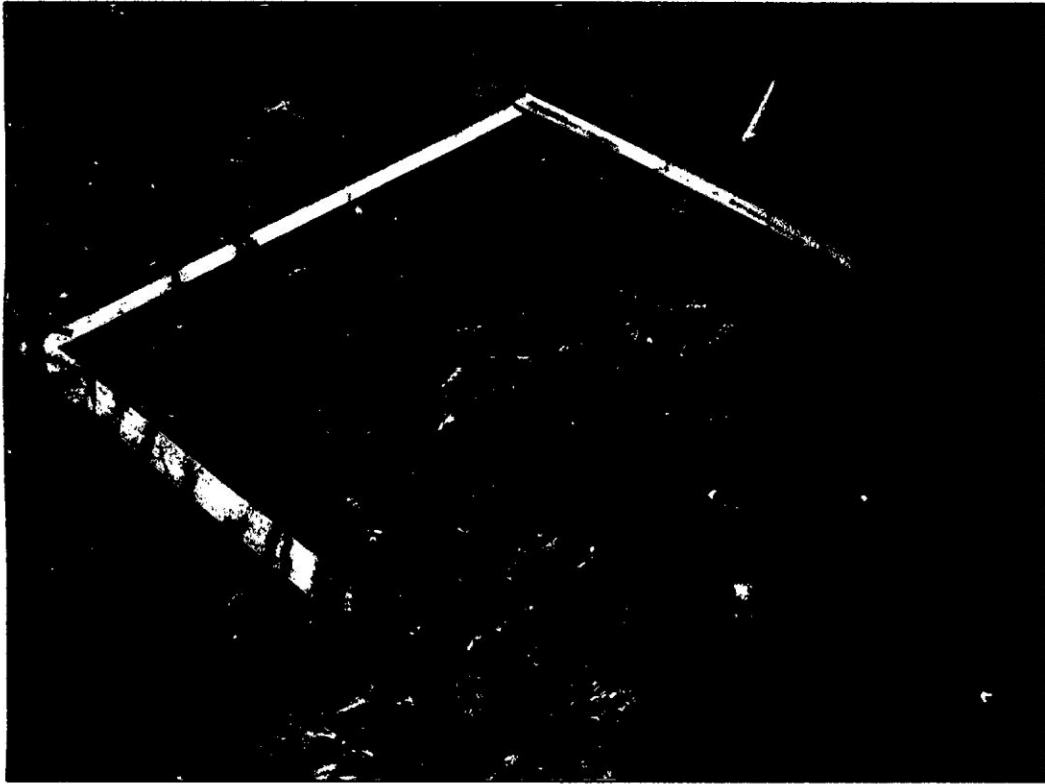
Germinación del trigo





Cosecha del trigo de cada unidad experimental

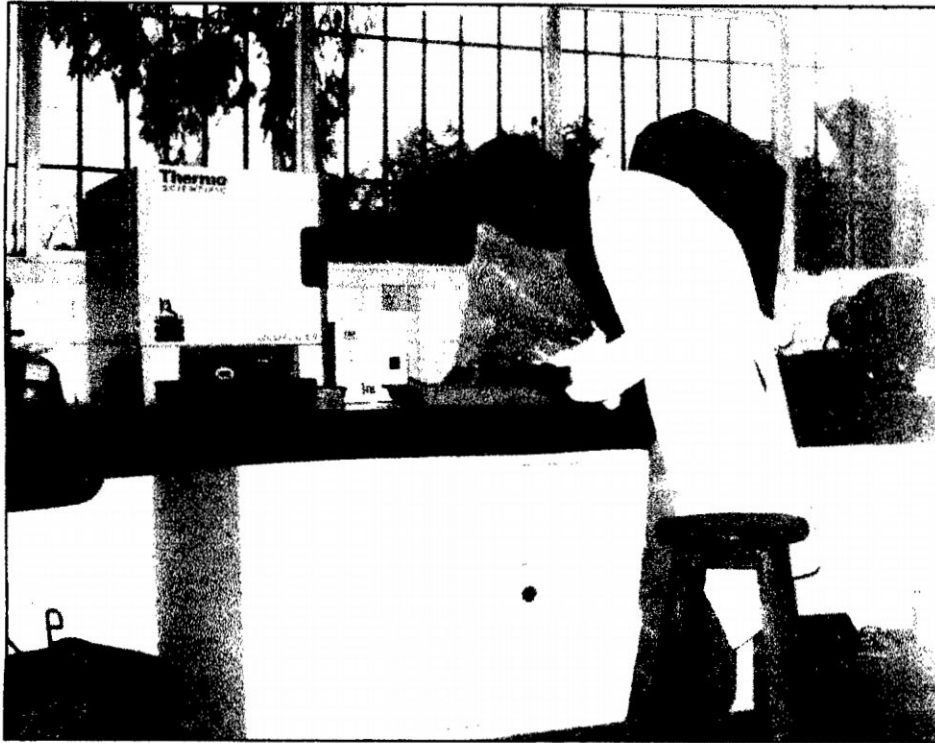




Evaluación en cada unidad experimental



Anexo B: Fotografías de la evaluación de calidad total del grano de trigo en los laboratorios de la “UNALM”

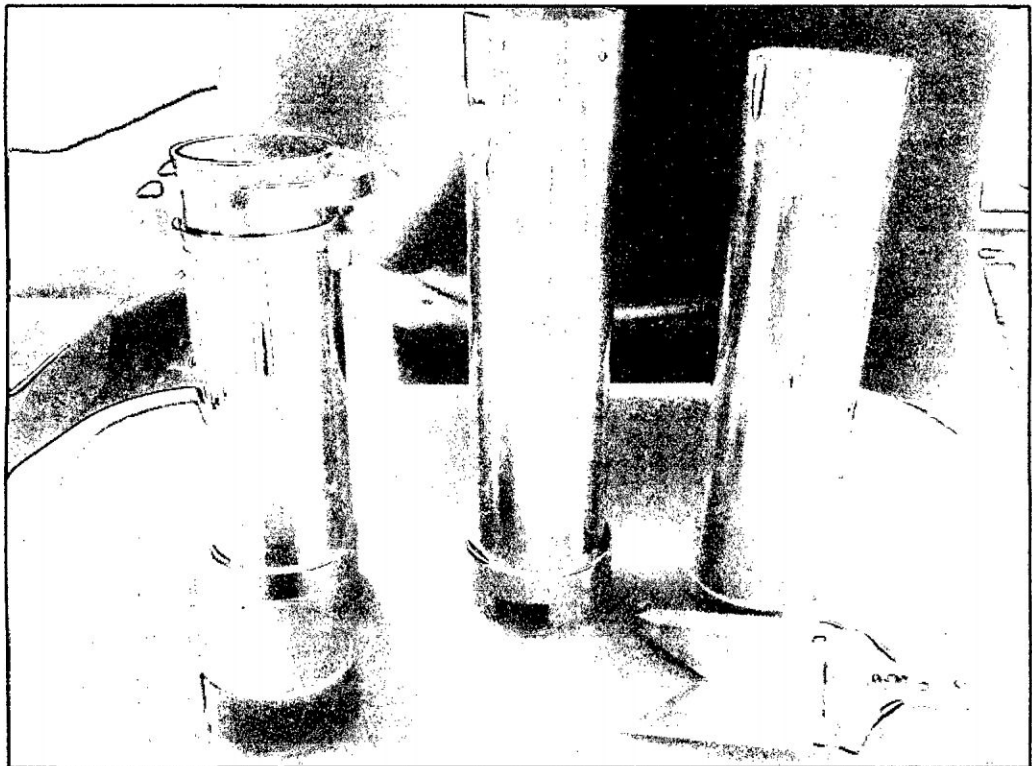


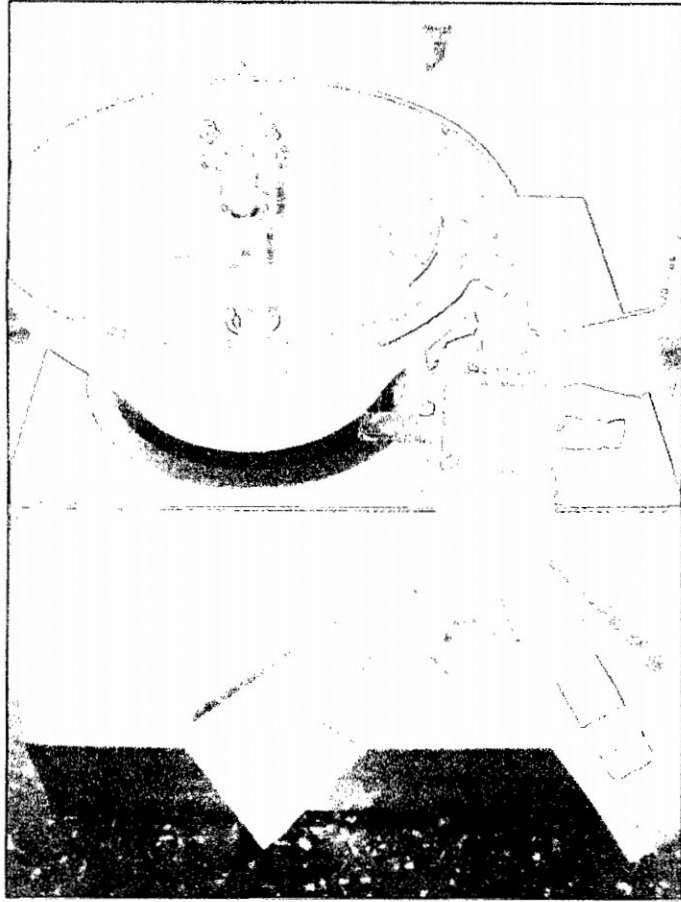
Determinando la pureza física del trigo



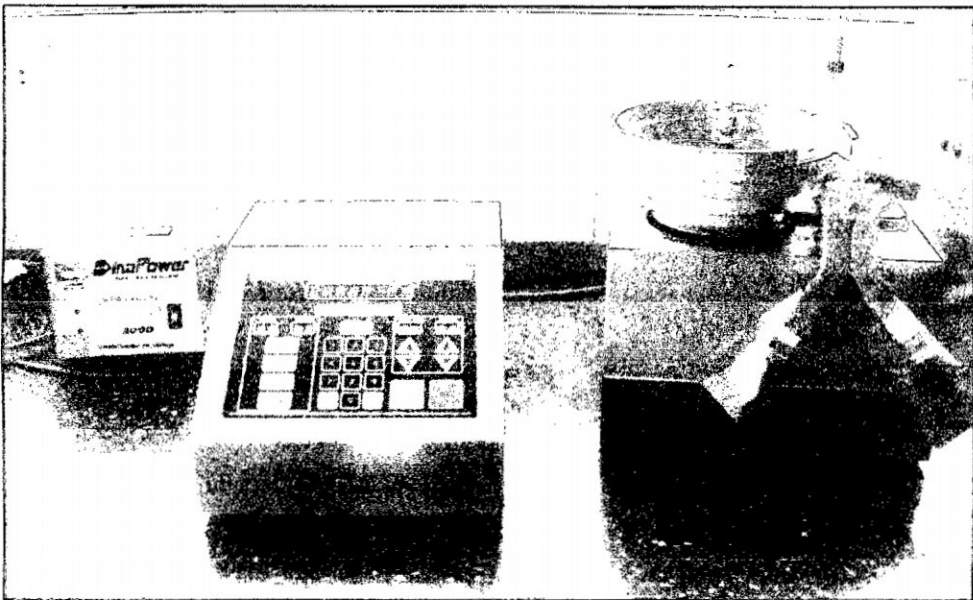


Determinando el peso Hectolítrico del grano de trigo



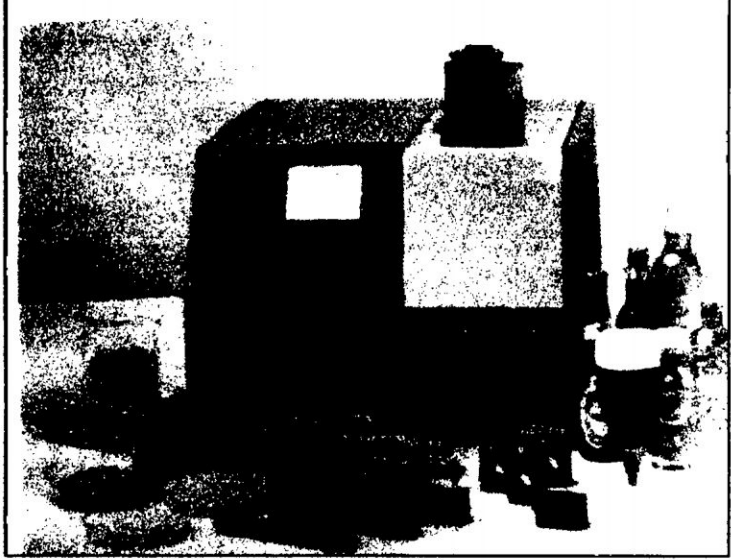


Determinando el peso de mil granos de trigo con el lector óptico

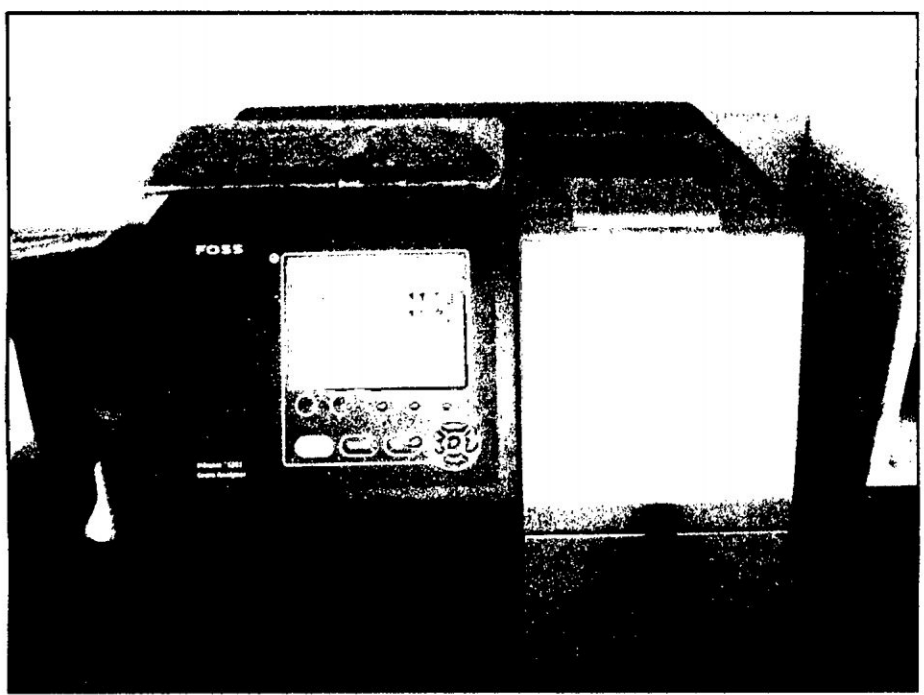


El revolucionario Infratec cumple 20 años

El renombrado analizador Infratec 1241 cumple 20 años. A lo largo de su historia, una de las características revolucionarias que lo ha distinguido ha sido la habilidad de analizar los contenidos de proteínas y de hidratos de carbono de granos rápidos y fáciles de usar.

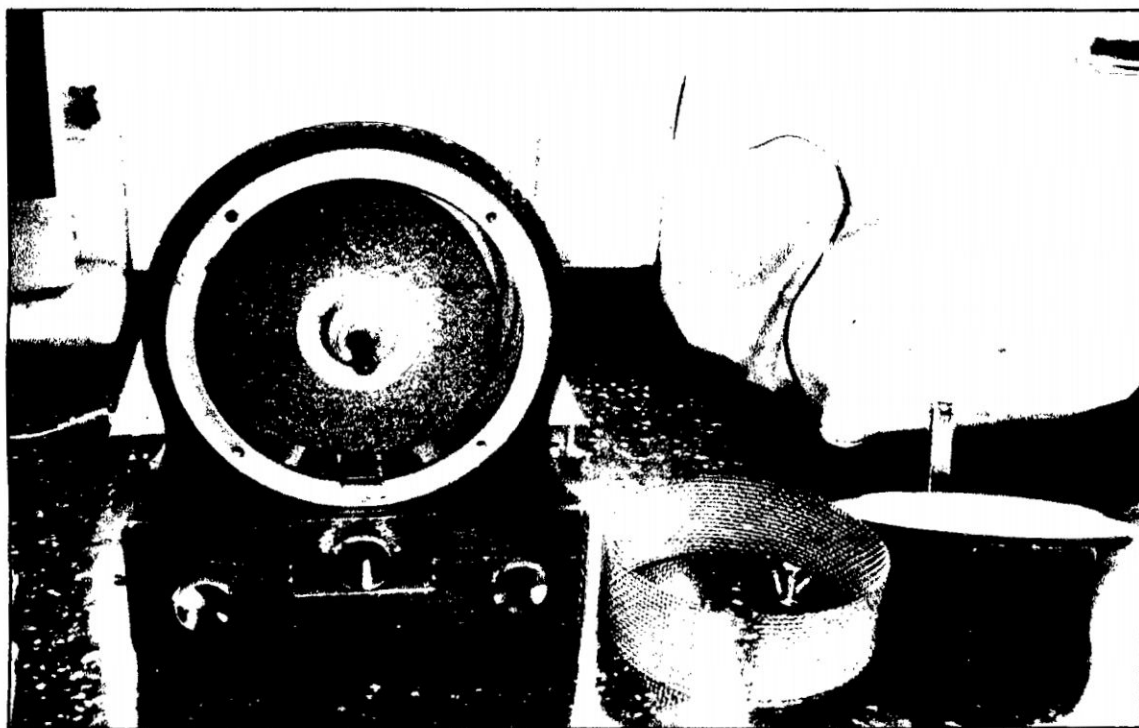


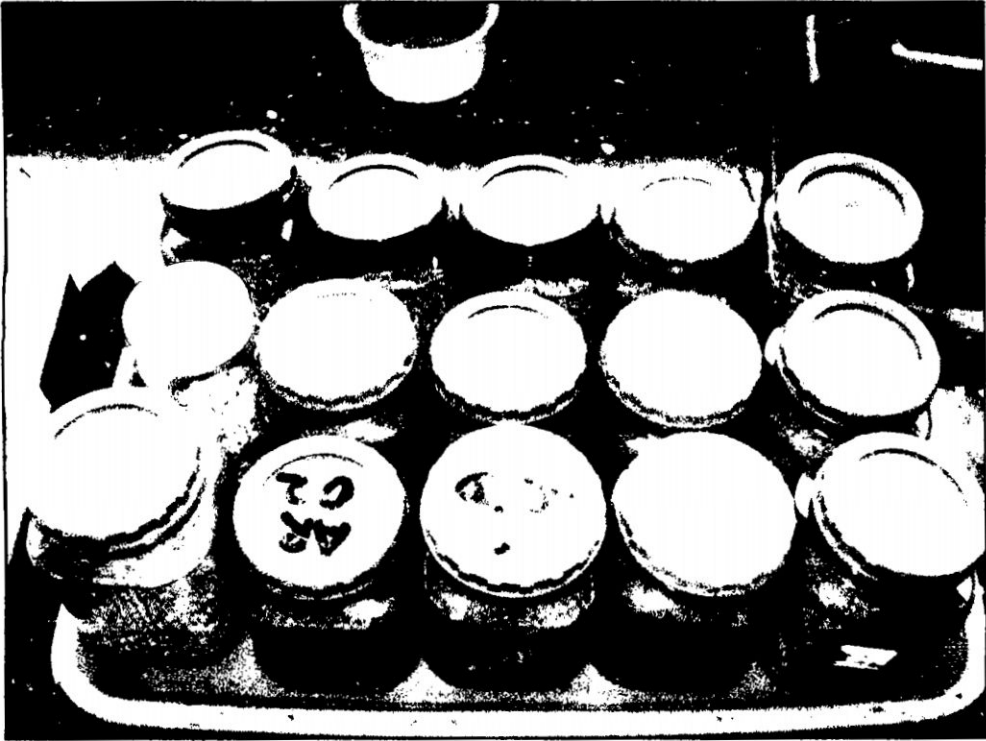
Determinando la cantidad de proteína y humedad del grano de trigo





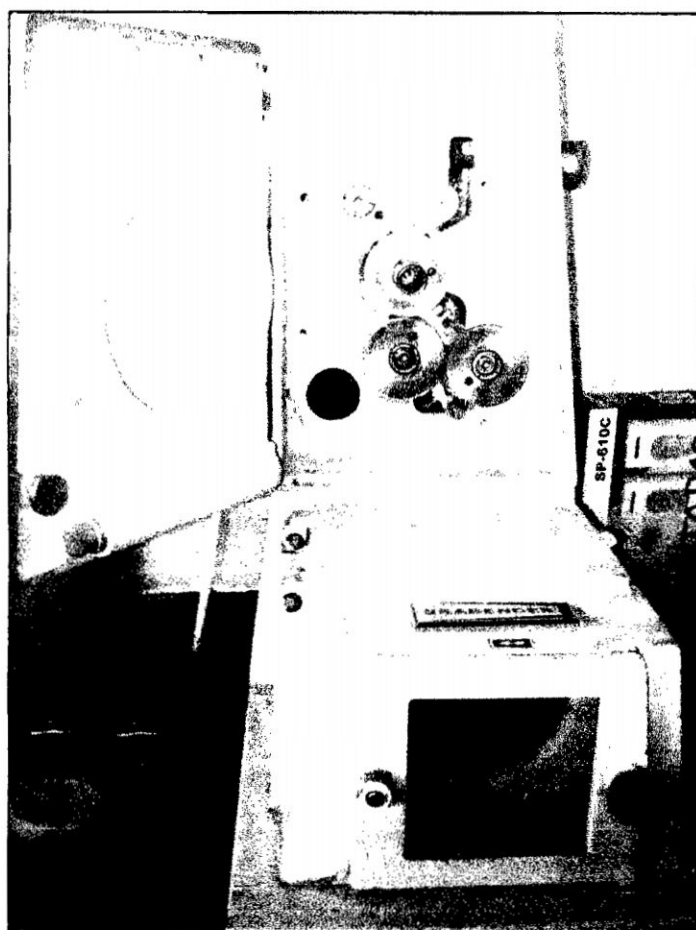
Determinando la dureza del grano de trigo con el equipo perlador



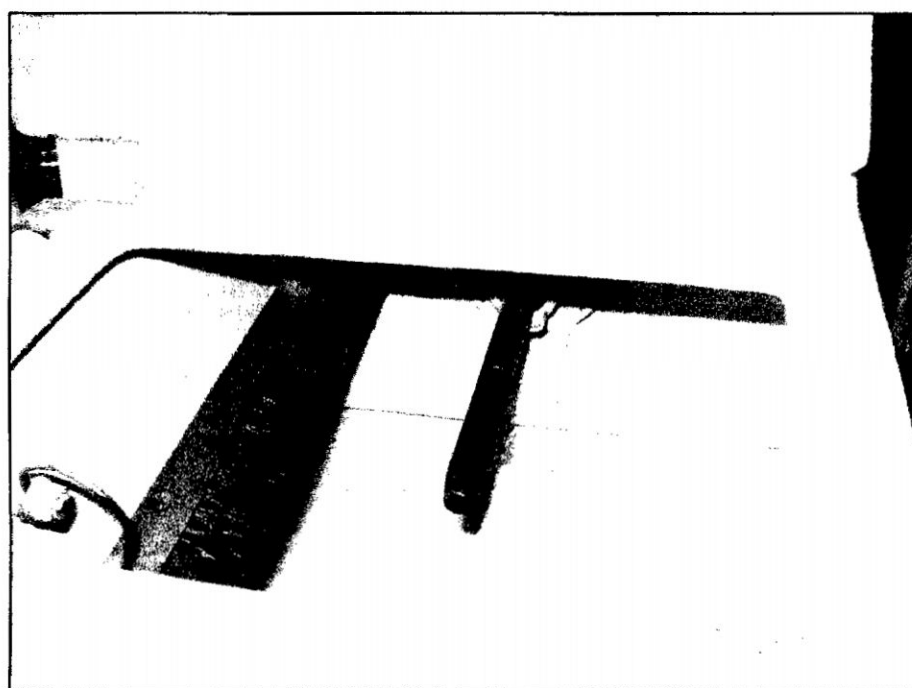


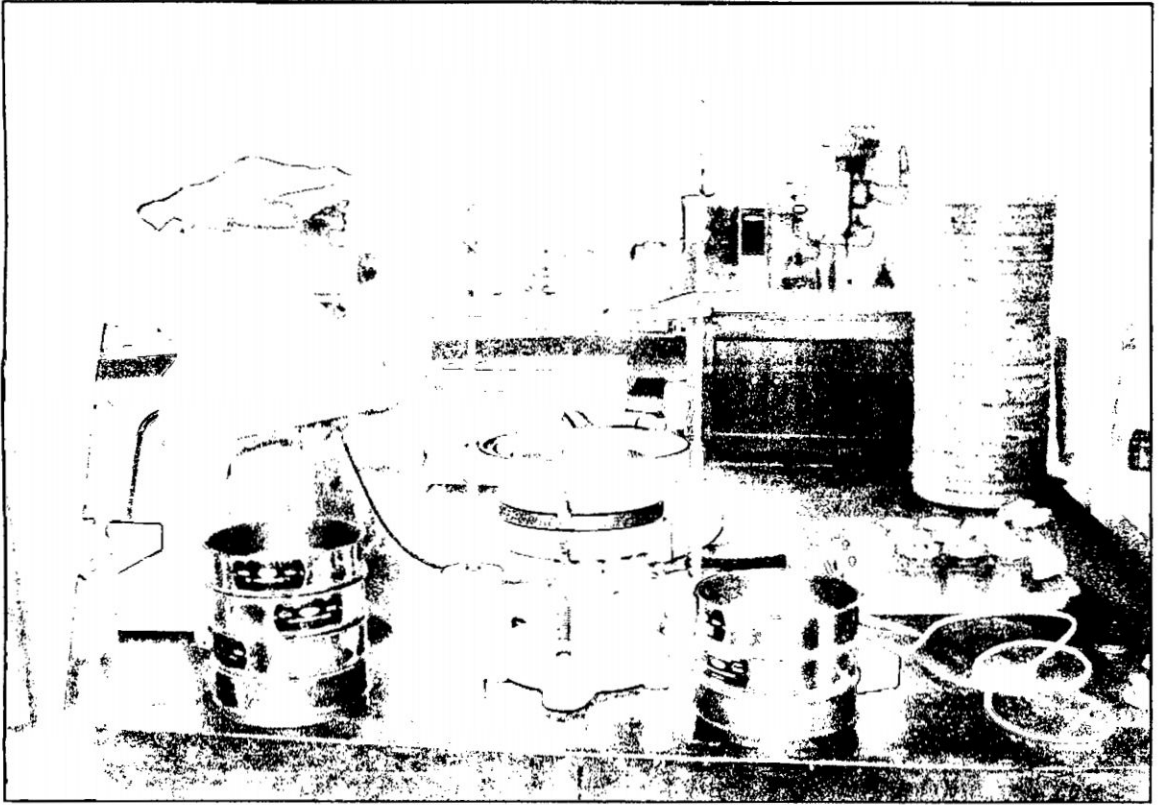
Acondicionamiento de los granos del trigo, ajustando la humedad para la molienda experimental





Molienda experimental del grano de trigo





Tamizado de la molienda experimental para realizar el separado del salvado y la harina



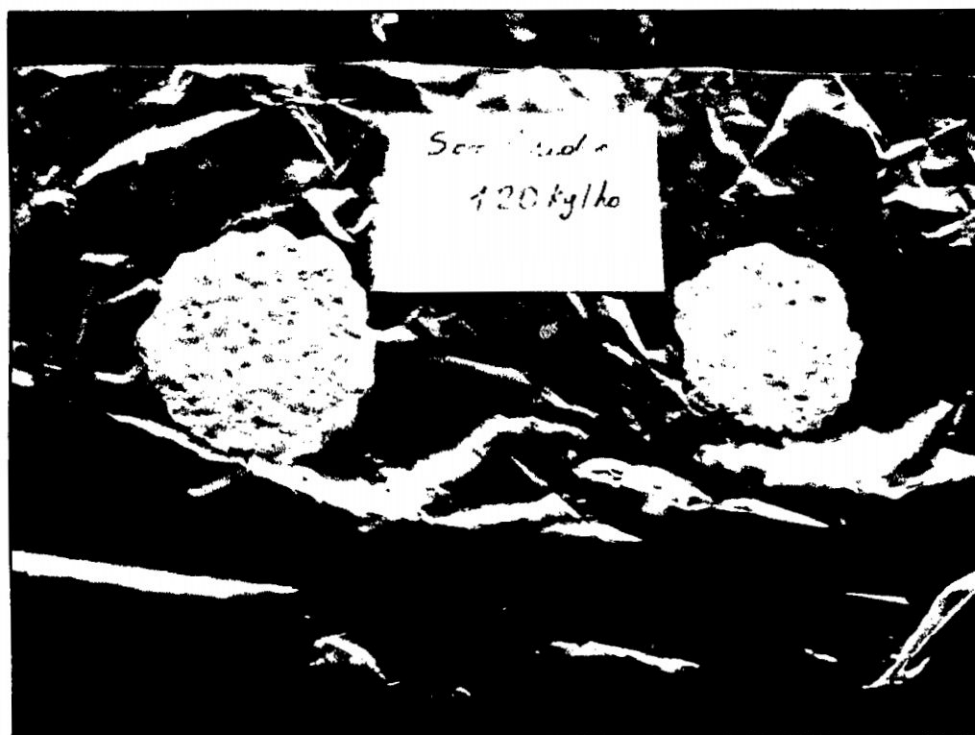


Obteniendo el gluten húmedo de la harina





Obteniendo el gluten seco a partir del gluten húmedo



Anexo C: Costos de producción de la siembra de trigo

1. Variedad San Isidro								
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT. (120kg/ha)	CANT. (140kg/ha)	CANT. (160kg/ha)	C. UNITARIO	COSTO TOTAL (120kg/ha)	COSTO TOTAL (140kg/ha)	COSTO TOTAL (160kg/ha)
Preparación de terreno								
Tractor	HM	6	6	6	75.00	450.00	450.00	450.00
Nivelado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Apertura de surcos								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Siembra								
Semilla	kg	120	140	160	9.00	1080.00	1260.00	1440.00
Tapado de semilla	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Urea	kg	150	150	150	1.90	285.00	285.00	285.00
Fosfato	kg	100	100	100	1.28	128.00	128.00	128.00
Cloruro de potasio	kg	100	100	100	1.02	102.00	102.00	102.00
Riego								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Cosecha								
Peón	Jornal	8	8	8	30.00	240.00	240.00	240.00
Trillado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Venteadado								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Total						3725.00	3905.00	4085.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se utilizó semilla que poseen características de calidad como un 99 % de germinación y 95 % de pureza los que fueron comprobados, también mencionar que los abonos comprados no poseían el peso exacto lo que hizo que aumentara el costo de producción.

2. Variedad Centenario

DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT. (120kg/ha)	CANT. (140kg/ha)	CANT. (160kg/ha)	C. UNITARIO	COSTO TOTAL (120kg/ha)	COSTO TOTAL (140kg/ha)	COSTO TOTAL (160kg/ha)
Preparación de terreno								
Tractor	HM	6	6	6	75.00	450.00	450.00	450.00
Nivelado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Apertura de surcos								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Siembra								
Semilla	kg	120	140	160	9.00	1080.00	1260.00	1440.00
Tapado de semilla	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Urea	kg	150	150	150	1.90	285.00	285.00	285.00
Fosfato	kg	100	100	100	1.28	128.00	128.00	128.00
Cloruro de potasio	kg	100	100	100	1.02	102.00	102.00	102.00
Riego								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Cosecha								
Peón	Jornal	8	8	8	30.00	240.00	240.00	240.00
Trillado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Venteado								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Total						3725.00	3905.00	4085.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se utilizó semilla que poseen características de calidad como un 99 % de germinación y 95 % de pureza los que fueron comprobados, también mencionar que los abonos comprados no poseían el peso exacto lo que hizo que aumentara el costo de producción.

3. Variedad Gavilán								
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT. (120kg/ha)	CANT. (140kg/ha)	CANT. (160kg/ha)	C. UNITARIO	COSTO TOTAL (120kg/ha)	COSTO TOTAL (140kg/ha)	COSTO TOTAL (160kg/ha)
Preparación de terreno								
Tractor	HM	6	6	6	75.00	450.00	450.00	450.00
Nivelado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Apertura de surcos								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Siembra								
Semilla	kg	120	140	160	9.00	1080.00	1260.00	1440.00
Tapado de semilla	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Urea	kg	150	150	150	1.90	285.00	285.00	285.00
Fosfato	kg	100	100	100	1.28	128.00	128.00	128.00
Cloruro de potasio	kg	100	100	100	1.02	102.00	102.00	102.00
Riego								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Cosecha								
Peón	Jornal	8	8	8	30.00	240.00	240.00	240.00
Trillado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Venteadado								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Total						3725.00	3905.00	4085.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se utilizó semilla que poseen características de calidad como un 99 % de germinación y 95 % de pureza los que fueron comprobados, también mencionar que los abonos comprados no poseían el peso exacto lo que hizo que aumentara el costo de producción.

4. Variedad Andino								
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT. (120kg/ha)	CANT. (140kg/ha)	CANT. (160kg/ha)	C. UNITARIO	COSTO TOTAL (120kg/ha)	COSTO TOTAL (140kg/ha)	COSTO TOTAL (160kg/ha)
Preparación de terreno								
Tractor	HM	6	6	6	75.00	450.00	450.00	450.00
Nivelado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Apertura de surcos								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Siembra								
Semilla	kg	120	140	160	9.00	1080.00	1260.00	1440.00
Tapado de semilla	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Urea	kg	150	150	150	1.90	285.00	285.00	285.00
Fosfato	kg	100	100	100	1.28	128.00	128.00	128.00
Cloruro de potasio	kg	100	100	100	1.02	102.00	102.00	102.00
Riego								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Cosecha								
Peón	Jornal	8	8	8	30.00	240.00	240.00	240.00
Trillado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Venteadado								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Total						3725.00	3905.00	4085.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se utilizó semilla que poseen características de calidad como un 99 % de germinación y 95 % de pureza los que fueron comprobados, también mencionar que los abonos comprados no poseían el peso exacto lo que hizo que aumentara el costo de producción.

5. Variedad Nazareno								
DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT. (120kg/ha)	CANT. (140kg/ha)	CANT. (160kg/ha)	C. UNITARIO	COSTO TOTAL (120kg/ha)	COSTO TOTAL (140kg/ha)	COSTO TOTAL (160kg/ha)
Preparación de terreno								
Tractor	HM	6	6	6	75.00	450.00	450.00	450.00
Nivelado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Apertura de surcos								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Siembra								
Semilla	kg	120	140	160	9.00	1080.00	1260.00	1440.00
Tapado de semilla	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Urea	kg	150	150	150	1.90	285.00	285.00	285.00
Fosfato	kg	100	100	100	1.28	128.00	128.00	128.00
Cloruro de potasio	kg	100	100	100	1.02	102.00	102.00	102.00
Riego								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Deshierbo								
Peón	Jornal	12	12	12	30.00	360.00	360.00	360.00
Cosecha								
Peón	Jornal	8	8	8	30.00	240.00	240.00	240.00
Trillado								
Peón	Jornal	6	6	6	30.00	180.00	180.00	180.00
Venteadado								
Peón	Jornal	4	4	4	30.00	120.00	120.00	120.00
Total						3725.00	3905.00	4085.00

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se utilizó semilla que poseen características de calidad como un 99 % de germinación y 95 % de pureza los que fueron comprobados, también mencionar que los abonos comprados no poseían el peso exacto lo que hizo que aumentara el costo de producción.

Anexo D: Normas técnicas nacionales para el análisis de calidad de cereales y menestras

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - IITITEC - LIMA-PERU

PERU
 INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS - IITITEC - LIMA-PERU
 DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS TÉCNICAS

1. OBJETIVO

La presente Norma Técnica Nacional, es el resultado de la revisión del proyecto de Norma Técnica 209.007 Gramos y menestras sobre la base de determinar la masa de 1.000 granos.

En el presente documento se ha cambiado la denominación del término "masa" por el término "masa seca" que el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad de la "masa" es el kilogramo. Si se utilizara el término "masa seca", deberá utilizarse la unidad "kilogramo", con su símbolo "kg" y el Newton.

La unidad de masa utilizada por el organismo internacional de estandarización (ISO) y la Comisión Interamericana de Normas Técnicas (CINTEC), son adoptados en esta norma.

2. REFERENCIAS

IITITEC 209.004 Gramos y menestras sobre la base de determinar la masa de 1.000 granos.

IITITEC 209.005 Gramos y menestras sobre la base de determinar la masa de 1.000 granos.

3. DEFINICIONES

3.1 Masa de 1.000 granos sobre la base húmeda - Es la masa de 1.000 granos, incluyendo su contenido de humedad en el momento de la determinación.

3.2 Masa de 1.000 granos sobre la base seca - Es la masa de 1.000 granos, menos la masa correspondiente a su contenido de humedad en el momento de la determinación.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

4.1 Se cuenta una cantidad de granos y luego se determina su masa.

R.D. Nº 208-90-IITITEC-007 del 14 de Agosto de 1990 3 páginas
 C.D.U. 639.1x20.1

5. REQUISITOS

5.1 Aperto apropiado para contar granos (por ejemplo, un contador fotoeléctrico). Si no se cuenta con un aperto apropiado, los granos pueden ser contados a mano.

5.2 Balanza analítica, con precisión igual o superior a 0,01 g.

6. PROCEDIMIENTO

6.1 La muestra para laboratorio se prepara según la Norma ITHTC 205.001 Carelos y Alenstras. Extracción de Alenstras.

6.2 Determinación de la masa de 1 000 granos sobre base húmeda

6.2.1 Se toma el azar de la muestra para laboratorio, 500 granos enteros y se determina su masa con aproximación de 0,01 g.

6.2.2 La determinación debe ser hecha por triplicado.

6.3 Determinación de la masa de 1 000 granos sobre base seca

6.3.1 Se determina la masa de 1 000 granos sobre base húmeda según se indica en 6.2.

6.3.2 Sobre otra porción de muestra, se determina el contenido de humedad de los granos enteros, libres de impurezas, según la Norma ITHTC 205.002 Determinación del contenido de humedad. Método usual.

6.4 Si la muestra contiene una mezcla de granos vestidos y desnudos, los dos clases deben ser tratados y contados separadamente.

7. EXPRESION DE RESULTADOS

7.1 La masa de 1 000 granos sobre base húmeda, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M_h = 2 M$$

Dónde:

M_h = masa de 1 000 granos sobre base húmeda, en gramos.

M_o = masa procedente de 500 granos enteros, en gramos.

7.2. La masa de 1 000 granos sobre base seca, calculé mediante la siguiente fórmula:

$$M_s = \frac{M_h (100 - H)}{100}$$

Dónde:

M_s = masa de 1 000 granos sobre base seca, en gramos.

M_h = masa de 1 000 granos sobre base húmeda, en gramos.

H = contenido de humedad de los granos, expresado en porcentaje de la muestra original.

8. INFORME

8.1 En el informe debe indicarse:

8.1.1 El número de la muestra y cualquier otra indicación.

8.1.2 Los resultados obtenidos y el método aplicado.

8.1.3 Los detalles operativos distintos a los previstos en este Norma.

INSTITUTO DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA INDUSTRIAL Y DE NORMAS TÉCNICAS-ITINTEC - LIMA-PERU

PERU NORMA TÉCNICA NACIONAL	CEREALES Y MENESTRAS Análisis físicos	ITINTEC 205.029 Febrero, 1987
-----------------------------------	--	-------------------------------------

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 205.001	CEREALES. Extracción de muestras.
ITINTEC 205.040	MENESTRAS. Extracción de muestras.
ITINTEC 205.007	CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la masa de 1 000 gramos.
ITINTEC 205.013	CEREALES Y MENESTRAS. Determinación de la masa hectolítrica.
ITINTEC 205.026	CEREALES Y MENESTRAS. Planchas perforadas para tamices de granos.
ITINTEC 350.001	Tamices de ensayo.

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece los métodos a seguir para la determinación de los análisis físicos en los cereales y menestras.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Grado.- Valor que se le asigna a un conjunto de granos. Se obtiene evaluando los requisitos que definen la calidad del conjunto que se especifican en la Tabla de requisitos de la Norma respectiva.
- 3.2 Grano dañado.- Grano o pedazo de grano que aparece evidentemente alterado en su color, olor, apariencia o estructura como consecuencia del secamiento inadecuado, exceso de humedad, innaduroz, ataques de insectos, hongos, germinación o cualquier otra causa.
 - 3.2.1 Grano dañado por calor.- Grano o pedazo de grano que ha cambiado notoriamente de color, como consecuencia de auto calentamiento o secamiento inadecuado.
 - 3.2.2 Grano infestado.- Aquel que presenta insectos vivos, muertos u otras plagas dañinas al grano en cualquiera de los estados biológicos (huevo, larva, pupa o adulto).
 - 3.2.3 Grano infectado.- Aquel grano o pedazo de grano que muestra parcial o totalmente la presencia de hongos (mohos o lavaduras).
- 3.3 Grano partido.- Cada fragmento o pedazo de grano sano que pasa a través de un determinado tamiz.
- 3.4 Materia extraña.- Comprende todo material diferente al grano del cereal o menestra, como arena, piedras, pedazos de tallo, hojas, panojas y malezas en general.

3.5. Varietas.- Conjunto de granos que perteneciendo a la misma especie botánica tienen características definidas y similares.

3.6. Varietas contrastantes.- Granos de cereales o manestros que por su aspecto, color, tamaño, forma, sabor y olor difieren de la variedad que se considera.

4. APARATOS

4.1. Mesa de trabajo.- La superficie ancha y cubierta de la mesa deben adaptarse a cada analizador. Comúnmente se emplea una mesa de madera cubierta (lo necesario) con papel bond sin brillo, blanco o azul pálido, que resista al desgaste causado por el constante movimiento de las pinzas y que no se empuje.

4.2. Recipiente de semillas.- Los recipientes deben ser lo suficientemente grandes para no tanto que resulten incómodos para su manejo.

4.3. Balanzas.- Deben colocarse en mesas bien niveladas y fijas. Debe comprobarse el equilibrio y la precisión de las balanzas cada cierto tiempo. Es indispensable un buen cuidado de las balanzas; los platillos deben bajarse siempre con suavidad a la posición de pesada, saltándolos con movimientos suaves.

Es necesario contar con una balanza de una aproximación al centígramo y conviene que sea de funcionamiento rápido.

4.4. Lupas de mano.- Se debe contar con un juego de lupas que cumpla 5, 6 y 7 diámetros. El analizador debe acostumbrarse a tener abiertos ambos ojos cuando se usa la lupa y a emplear cualquiera de ellas.

4.5. Pinzas.- Las pinzas son indispensables para separar semillas, materias extrañas, granos partidos, dañados, variedades contrastantes y otros.

Nota.- Para los efectos de los análisis es necesario contar con luz natural de preferencia o sino con luz de neón con el objeto de que se efectúen los ensayos en la mejor forma posible.

5. METODOS DE ENSAYO

5.1. Los análisis físicos que se deben realizar son:

5.1.1. Determinación de insectos vivos.

5.1.2. Determinación de los granos partidos pequeños y chupados.

5.1.3. Determinación de las materias extrañas.

5.1.4. Determinación de los granos dañados.

5.1.5. Determinación de las variedades contrastantes.

5.1.6. Determinación del grado.

6. INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

6.1 Las muestras se extraerán según la Norma ITINTEC 205.001 CEREALES. Extracción de muestras y según la Norma ITINTEC 205.048 MENES - TRAS. Extracción de muestras, para los casos en que se analicen cereales y menas respectivamente.

7. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

7.1 La muestra para laboratorio se mezcla y se divide por medio de un divisor de muestra o por cueteo manual y de esta manera se obtiene la muestra para análisis que debe ser como mínimo 500 g, y sobre la que inmediatamente se efectúan los ensayos.

8. PROCEDIMIENTO

Los análisis descritos en la presente Norma, se efectúan en el siguiente orden:

8.1 Determinación de los insectos vivos

Se toma un mínimo de 250 g de la muestra preparada y se la somete a tamizado manual con zarzados, utilizando un tamiz de orificios triangulares con una abertura nominal (lado del triángulo equilátero) de 1,90 mm (5/64"). Luego se cuentan los insectos que han pasado a través del tamiz o la bandeja de fondo, y con ayuda de lupos se determina los insectos que pudieran haber quedado retenidos en el tamiz. Finalmente, se expresa el resultado en número de insectos vivos por kilogramos de muestra.

8.2 Determinación de los granos partidos pequeños y chupados y de las materias extrañas.

Se toma un mínimo de 250 g de la muestra preparada (la del análisis anterior), y se la somete a tamizado manual o mecánico, realizando un promedio de 30 movimientos circulares. Luego en el material que ha pasado por el tamiz (o tamices) y reposa sobre una bandeja de fondo, se separa en primera instancia los granos partidos, pequeños y chupados debiendo quedar en dicha bandeja la materia extraña. Esta operación se realiza en forma manual con la ayuda de lupos. Finalmente, se determina el porcentaje en masa tanto de los granos partidos pequeños y chupados como el de las materias extrañas.

Nota.- Si parte de la materia extraña quedara retenida en el tamiz o tamices empleados, se la separa cuidadosamente en forma manual y se adiciona esta cantidad a la encontrada en la bandeja de fondo a fin de determinar el porcentaje total de materias extrañas.

8.2.1 Uso de tamices

Para este ensayo se utilizan tamices de diversos tamaños de abertura y forma de acuerdo al tamaño y forma de los granos a analizar.

Los tamices a utilizar deben cumplir con lo especificado en las Normas ITINTEC 205.026 Cereales y Menas

tras. Planchas perforadas para tamices de granos.

A continuación se dan pautas a seguir, como referencia, con respecto al uso de tamices en los principales granos.

8.2.1.1 Arvejas

a) Arvejas grandes. - Se utiliza un tamiz con orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 4,76 mm (12/64").

b) Arvejas pequeñas. - Se utiliza un tamiz de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 3,57 mm (9/64").

8.2.1.2 Avena

Se utiliza un tamiz de orificios oblongos con una abertura nominal (eje menor por eje mayor) de 1,59 mm x 6,35 mm (1/16" x 1/4")

8.2.1.3 Cebada

Se utiliza un tamiz de orificios rectangulares con una abertura nominal de 19,05 mm x 1,90 mm (3/4" x 5/64")

8.2.1.4 Frijol

Dado los diversos tamaños y formas que se presentan en el frijol, se utilizan tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde 3,18 mm (8/64") a 4,76 mm (12/64").

8.2.1.5 Garbanzos

Dado los diversos tamaños que tiene el garbanzo, se utilizan tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde 4,76 mm (12/64") a 8,93 mm (22,5/64").

8.2.1.6 Lentejas

Dado los diversos tamaños que tiene la lenteja se utilizan tamices de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) que va desde los 3,57 mm (9/64") a 7,34 mm (18,5/64").

8.2.1.7 Maíz

Se utiliza un tamiz de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 4,76 mm (12/64").

8.2.1.8 Sorgo

Se utiliza un tamiz cuyos orificios sean triángulos equiláteros insertos en círculos de 1,98 mm (5/64") de diámetro.

8.2.1.9 Soy:

Se utiliza un tamiz de orificios circulares con una abertura nominal (diámetro) de 3,18 mm (1/16").

8.2.1.10 Trigo

Se utiliza un tamiz de orificios oblongos con una abertura nominal (ojo menor por ojo mayor) de 1,525 mm x 9,525 mm (0,061" x 3/8").

8.3 Determinación de los granos dañados

Se toma la muestra que ha quedado después de determinar los insectos vivos, los granos partidos, pequeños y chupados y las materias extrañas, y con ayuda de los lupos se procede a clasificar en forma manual los granos dañados por culer y geminados, infestados e infectados. Luego se determinan los porcentajes de cada uno con respecto a la masa inicial de la muestra empleada para los análisis y finalmente se suman estos porcentajes parciales para obtener el total de granos dañados.

8.3.1 Determinación de los granos infectados

Se puede realizar también con una lámpara de luz ultravioleta.

8.3.2 Determinación de la infestación oculta de insectos

En este caso, la determinación se puede realizar, mediante análisis por rayos X, con el instrumental apropiado y siguiendo las indicaciones del fabricante. Este análisis permite determinar los granos infestados y todos los estados biológicos de un insecto (huevo, larva, pupa o adulto).

8.4 Determinación de las variedades contrastantes

Se toma la muestra remanente después de realizados los análisis anteriores y se separa en forma manual las variedades contrastantes. Luego se determina el porcentaje de éstas con respecto a la masa inicial de la muestra empleada para los análisis.

8.5 Determinación del grado

Se determina tomando en cuenta el valor del componente cuyo porcentaje corresponde a la mayor tolerancia de la Tabla de requisitos de la Norma respectiva y después de haber realizado todos los análisis anteriores.

8.6 Otros análisis físicos

8.6.1 Determinación de la masa hectolítrica. Se efectúa de acuerdo a lo especificado en la Norma ITINTEC 205.013.

8.6.2 Determinación de la masa de 1 000 granos. Se efectúa de acuerdo a lo especificado en la Norma ITINTEC 205.007.

9. INFORME DEL ENSAYO

En el informe se debe indicar:

- 9.1 El número de la muestra y cualquier otra indicación que la caracterice.
- 9.2 La masa hectolítrica en kg/hl.
- 9.3 El contenido de insectos vivos por kilogramos de muestra.
- 9.4 El contenido de los granos partidos, paquanos y chupados en porcentaje.
- 9.5 El contenido de materias extrañas en porcentaje.
- 9.6 El contenido de granos dañados en porcentaje.
- 9.7 El contenido de variedades contrastantes en porcentaje.
- 9.8 El grado determinado.
- 9.9 Las condiciones operativas distintas de las previstas en esta Norma Técnica Nacional.
- 9.10 Cualquier otro dato analítico contemplado en las Normas correspondientes de cada grano.
