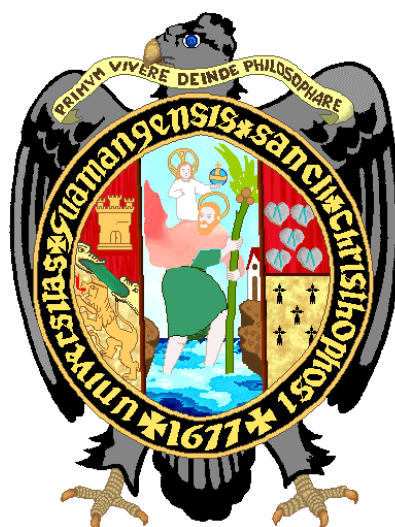


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Rendimiento de cuatro variedades de trigo harinero
(*Triticum aestivum* L). Canaán 2750 msnm, Ayacucho**

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

**PRESENTADO POR:
David Muñoz Huamán**

Ayacucho - Perú

2018

Este trabajo dedico a Dios por ser la luz que ha iluminado mi diario caminar, a mis padres Abilio Muñoz Carbajal, Cirila Huamán Marquina, por darme todo el amor, esfuerzo y apoyo incondicional para mi formación profesional.

A mis hermanos: Fredy Muñoz Huamán y a todos mis familiares por su aliento inagotable durante mis años de estudio, por brindarme una sonrisa de alegría.

A mis amigos inolvidables de la universidad quienes fueron mi compañía y apoyo durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional, y a la Facultad de Ciencias Agrarias, por acogerme en sus aulas

De manera especial a la Escuela Profesional de Agronomía y a los señores Docentes del Departamentos Académicos de Agronomía, por haber impartido sus conocimientos para mi formación profesional.

Al Ing. Eduardo Robles García, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo profesional como asesor del presente trabajo.

A mis amigos entrañables y a todas aquellas personas que han contribuido con sus consejos y apoyo para la culminación de mi Práctica Profesional.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice general	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de anexos	vii
Resumen	1
Introducción	3

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Centro de origen y distribución	5
1.2 Clasificación taxonómica del trigo	6
1.3 Clasificación comercial	6
1.4 Clasificación con base en el número de cromosomas	6
1.5 Tipos y cultivares y variedades.....	6
1.6 Descripción botánica del trigo	9
1.7 Requerimientos edafoclimáticos.....	11
1.8 Manejo del cultivo	14
1.9 Composición química	25
1.10 Calidad del grano	26
1.11 Calidad de gluten	28
1.12 Plagas y enfermedades.....	30

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Ubicación.....	33
2.2 Antecedentes del campo experimental	33
2.3 Análisis del suelo	33
2.4 Condiciones climáticas	35
2.5 Organización del experimento.....	38
2.6 Diseño experimental	41

2.7	Manejo agronómico del cultivo	41
2.8	Variables de evaluación	43
2.9	Rentabilidad económica.....	46

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Variables de precocidad.....	47
3.2	Variables de rendimiento	49
3.3	Regresiones.....	62
3.4	Merito económico de los tratamientos.....	66
Conclusiones		67
Recomendaciones.....		69
Referencia bibliográfica		70
Anexo		75

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Composición química de las diferentes partes del grano de cereal (expresado en % sobre peso seco).....	26
Tabla 1.2 Clasificación del trigo, en función a las características del gluten del endospermo.....	29
Tabla 2.1 Características físicas y químicas del suelo. Estación Experimental Canaán 2750 msnm – Ayacucho. 2013.....	34
Tabla 2.2 Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual; precipitación y balance hídrico. Campaña Agrícola 2014. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho.....	36
Tabla 3.1 Variables de precocidad en ndds de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm.....	47
Tabla 3.2 Análisis de variancia de número de espigas por m ² de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm.....	49
Tabla 3.3 Análisis de variancia de índice de cosecha de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm.....	50
Tabla 3.4 Análisis de variancia de peso hectolitrico de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm.....	52
Tabla 3.5 Análisis de variancia de longitud de grano de las variedades evaluadas. Canaan 2750 msnm.....	54
Tabla 3.6 Análisis de variancia de peso de 1000 semillas de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm.....	56
Tabla 3.7 Análisis de variancia de rendimiento de las variedades evaluadas. Canaan 2750 msnm.....	58
Tabla 3.8 Datos biométricos descriptivos promedio (), rango (R), Desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variancia (C.V.) de las variables de rendimiento de las variedades de trigo. Canaan 2750 msnm.....	61
Tabla 3.9 Merito económico de los tratamientos, costo de producción, rendimiento por hectárea y rentabilidad.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 2.1	Balance ombrotérmico, temperatura y precipitación.....	37
Figura 3.1	Prueba de Tukey de número de espigas por m ² en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm.....	49
Figura 3.2	Prueba de Tukey de índice de cosecha en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm.....	51
Figura 3.3	Prueba de Tukey de peso hectolitrico en las diferentes variedades de trigo. Laboratorio de semillas del PICAL, 2750 msnm.....	53
Figura 3.4	Prueba de Tukey de longitud de grano en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm.....	55
Figura 3.5	Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas en las diferentes variedades de trigo. Canaán 2750 msnm.....	57
Figura 3.6	Prueba de Tukey de rendimiento en las diferentes variedades de trigo. Canaán 2750 msnm.....	59
Figura 3.7	Regresión simple del peso de grano/ espiga (Y _i) en función del número de granos por espiga (X ₁) en la variedad Andino. Canaan 2750 msnm.....	62
Figura 3.8	Regresión lineal simple del peso de grano/ espiga (Y _i) en función del número de granos/ espiga(X ₁) en la variedad Nazareno. Canaan 2750 msnm.....	63
Figura 3.9	Regresión lineal simple del peso de grano/espiga (Y _i) en función de numero de granos/ espiga(X ₁) en la variedad San Isidro. Canaan 2750 msnm.....	64
Figura 3.10	Regresión lineal simple de rendimiento de grano/espiga (Y _i) en función de número de granos por espiga(X ₁) en la variedad centenario. Canaan 2750 msnm.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Costo de producción de una hectárea de trigo.....	76
Anexo 2 Panel fotográfico.....	77

RESUMEN

El experimento se condujo cumpliendo los siguientes objetivos: a) Determinar la productividad de cuatro variedades de trigo harinero, b) Evaluar la calidad agronómica de las variedades de trigo y c) Determinar la relación funcional de las variables de rendimiento con la productividad del grano. El experimento se llevó a cabo en el Diseño Bloque Completo Randomizado con cuatro variedades de trigo harinero y cuatro repeticiones, las variables de mayor importancia para cumplir con los objetivos fue determinar la adaptación en el rendimiento de las cuatro variedades. La evaluación se realizó en el laboratorio de la E. F. P. Agronomía – UNSCH. y se llegó a las siguientes conclusiones.

La madurez fisiológica se inicia y finaliza entre los 98 a 115 días después de la siembra. La cosecha se efectuó a los 130 días después de la siembra. Las variedades Nazareno y Andino muestra mayor número de espigas / m², con valores de 457.5 y 447.00, superando a las variedades centenario y san isidro demostrando un buen potencial de rendimiento. Los cultivares Nazareno y Andino numéricamente muestran mayor índice de cosecha, con valores de 39.0%, y 37.5% superando a las demás variedades. El cultivar, Nazareno y Andino muestran un mayor peso hectolitrica con valores de 79.00 y 78.30 kg.ha⁻¹, a las variedades Centenario y san isidro que obtuvieron un valor inferior de 77.80 y 76.50 kg.ha⁻¹. Las variedades Andino y Nazareno muestran una mayor longitud de grano con valores de 7.6 y 7.4 mm, superando a las variedades Centenario y San Isidro, que obtuvieron un valor inferior de 6.5 y 6.5 cm. En el peso de 1000 semillas la variedad Nazareno es la que presenta el mayor valor con un valor de 49.9 g, clasificando como grano “grande”. Las variedades Nazareno y Andino son los genotipos con mayor rendimiento con valores de 4501.8 y 4209.9 kg.ha⁻¹, esto hace que sean de mejor adaptación a las condiciones de Canaán. Las variedades Nazareno, Andino, Centenario y San Isidro muestran una arquitectura de plantas de tallo corto con valores de 73.5, 69.9, 66.05 y 67.20 cm. En lo concerniente a las regresiones se demuestra que el número de granos/espiga con alta correlación con el peso de grano/espiga son los que estiman el rendimiento de grano. En lo referente al mérito económico, es con la variedad Nazareno se obtiene la mayor rentabilidad con un valor de 172.8 %

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) tiene gran importancia en la alimentación humana, radica en que es una de las pocas especies vegetales en que la semilla tiene propiedades importantes y valiosas para el consumo humano, principalmente por su elevada proporción de carbohidratos, minerales y vitaminas, mayor que cualquier otro producto vegetal, además de su gran demanda en el mercado nacional y regional, para la elaboración de panes y otros derivados que son para el consumo, y además los tallos y restos vegetales del trigo sirven como forraje para el ganado. Es un alimento estratégico en vista que se puede almacenar, transportar, obtener altos rendimientos, cubierta protectora de la semilla y es un cultivo ecológico. (Gómez, 2014)

Este cultivo se utiliza en la región andina en la alimentación del poblador en: morón, machca, hojuelas, panes regionales, harinas y uso industrial. El sistema del cultivo del trigo en el departamento de Ayacucho y en la mayoría de la Sierra Peruana es en forma tradicional e intermedia, en áreas pequeñas, en la cual no existe uso de tecnologías, además de una topografía muy accidentada. Los agricultores lo siembran para su consumo, el excedente es ofertado a los mercados obteniendo ingresos para su economía con el que obtienen algunos insumos.

Por la baja producción en las zonas alto andinas de nuestro país, por la pobreza extrema se pretende realizar este trabajo de investigación y tener al alcance semilla de calidad de variedades productivas y de buen rendimiento en grano adicionando una tecnología media, sembrando como cultivo de rotación después de la papa o alguna leguminosa como la arveja.

El incremento del rendimiento por unidad de superficie y el aumento de área dedicada al cultivo del trigo son metas alcanzables en nuestra región, pues para ello se intensifica las investigaciones que conllevan a obtener altos rendimientos y de calidad mejorada; y su aprobación a través de muchas pruebas: como las evaluaciones de los componentes de rendimiento en variedades promisorias que al final será de provecho para los agricultores de la zona, ya que se busca la adaptación de las variedades introducidas en la producción de alimentos para una población que crece explosivamente.

Bajo las consideraciones expuestas en el presente trabajo experimental tiene los siguientes objetivos:

1. Determinar la productividad de cuatro variedades de trigo harinero
2. Evaluar la calidad agronómica de las variedades de trigo
3. Determinar la relación funcional de la variable de rendimiento con la productividad del grano

CAPITULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 CENTRO DE ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería (1999) afirma que el trigo es uno de los cultivos más antiguos que se conocen y su historia se confunde con la agricultura. Se le cree originario de las zonas próximas a los ríos Tigris y Éufrates, en Asia occidental. De hecho, actualmente la mayor diversidad genética en trigos se encuentra en Irán, Israel y zonas limítrofes. En cuanto a su panificación, Egipto fue el primer lugar donde se practicó este procedimiento.

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

FAO (1991) menciona que fue aparentemente cultivado en el medio oriente 10,000 a 15,000 años antes de Cristo; mencionado en escritos 550 años a.C. Muchas de las características de las plantas eran bien conocidas 2,000 años atrás, cuando ya era evidentemente cultivado como alimento. Se remonta a la más primaria existencia humana. Si el hombre no domesticó el trigo en los Valles del Tigris y el Éufrates, entonces ahí ya existía el trigo, permitiéndole subsistir y progresar, desarrollar el arte y la ciencia. El hecho es que el trigo se generalizó en el consumo casi en todas las regiones del planeta.

El trigo es el cereal cultivado más importante del mundo. Su importancia se deriva de las propiedades físicas y químicas del gluten, que permiten la producción de una hogaza de pan de buen volumen.

1.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL TRIGO

CRONQUIST (1987) clasifica al trigo de la siguiente manera.

Clase	: Angiosperma
Sub clase	: Monocotiledónea
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Sub Familia	: Festuccoidae
Tribu	: Triticeae
Género	: Triticum
Especie	: <i>Triticum aestivum</i> <i>Triticum durum</i> <i>Triticum Compactum</i>

JARA (1993) menciona que el trigo se puede clasificar bajo las formas.

1.3 CLASIFICACIÓN COMERCIAL

Textura del grano	: duro, suave
Color de grano	: rojo, blanco
Hábito vegetativo	: primaveral, invernal

1.4 CLASIFICACIÓN CON BASE EN EL NÚMERO DE CROMOSOMAS

SAKAMURA (1988) citado por JARA (1993) clasificó al trigo con base en el número cromosómico, estableciendo tres grupos. El grupo diploide con 14 cromosomas; tetraploide con 28 cromosomas; y hexaploide con 42 cromosomas.

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

1.5 TIPOS Y CULTIVARES Y VARIEDADES

1.5.1 Trigo INIA 418 – Nazareno

Según INIA (2007) la variedad, INIA 418 - EL NAZARENO, se originó de la línea KEA/TOW/LIRA con Pedigrí: CM90450-1Y-0M-0Y-3M-0Y del Centro

Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), sus progenitores fueron:

- Progenitores masculinos : KEA/TOW
- Progenitor femenino : LIRA
- Adaptación : Para condiciones de sierra del Perú entre los 2800 y 3500 de altitud.

Descripción del cultivo

Macollamiento	: Regular
Color del grano	: Amarillo ámbar
Nº de granos/espiga	: 48
Peso hectolitrico	: 78 kg/hl
Peso de mil semillas	: 41.90 gr
Altura de planta	: 85 cm
Días a espigado	: 77 dds
Días a la madurez	: 160 dds
Rendimiento	: 4.0 ha ⁻¹

Fuente: Ficha técnica del área de transferencia de tecnología INIA – AYACUCHO.

1.5.2 Trigo INIA 405 – San Isidro

Según INIA (2007) la variedad, INIA 405 – SAN ISIDRO proviene del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMIT), evaluado en las EEA Andenes, Santa Ana, Baños del Inca y Canaán, cuyos progenitores son:

Progenitor masculino	: F12.71/COC
Progenitor femenino	: BAU/3/BAU
Pedigrí	: CM96251-M-0Y-0M-0Y-7M-ORES
Adaptación	: El rango de adaptación está entre 2600 a 3800 msnm.

Descripción del cultivo

Macollamiento	: Regular
Color del grano	: Claro
Nº de granos/espiga	: 48
Peso hectolitrico	: 76.66 kg/hl

Peso de mil semillas	: 42.68 gr
Altura de planta	: 96 cm
Días a la madurez	: 160 dds
Rendimiento	: 4.82 ha ⁻¹

Fuente: Ficha técnica proporcionada por el área de transferencia de tecnología de INIA – AYACUCHO.

Según INIA (2007)

1.5.3 Trigo andino – INIA

Cruza realizada en el CIMMIT – MEXICO y seleccionada en Cusco y Huánuco, cuyos progenitores son:

Progenitor masculino	: MONCHO “S”
Progenitor femenino	: IMURIS 179.
Pedigrí	: MON “S”/IMU/CM61942-4Y-2M-2Y-2M-2Y-OM.
Adaptación	: El rango de adaptación está entre 2000 a 3600 msnm.

Descripción del cultivo

Macollamiento	: Bueno
Color del grano	: Blanco ámbar
Nº de granos/espiga	: 30 - 68
Peso hectolitrico	: 80.5 kg/hl
Altura de planta	: 95 - 160 cm
Días al espigado	: 60 dds
Días a la madurez	: 120 a 160 dds
Rendimiento	: 7.0 ha ⁻¹

Fuente: Ficha técnica proporcionada por el área de transferencia de tecnología de INIA – AYACUCHO.

1.5.4 Trigo Centenario

Cruza realizada en UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Programa de Cereales y Granos Nativos, cuyos progenitores son:

Progenitor masculino	: JUP/ZP//COC/3/PVN/4/GEN
Progenitor femenino	: CH93697-11M-10Y-7AN-20AN-OAN
Adaptación	: El rango de adaptación está desde el nivel de mar hasta 3200 msnm

Descripción del cultivo

Macollamiento	: Bueno
Color del grano	: Cremoso
Peso hectolitrico	: 72.84 kg/hl
Altura de planta	: 95 cm
Días ha espigado	: 80 dds
Días a la madurez	: 140 dds
Rendimiento	: 5.5 a 7.5 ha ⁻¹

Fuente: Ficha técnica proporcionada por el área de transferencia de tecnología de INIA.

1.6 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TRIGO

a. Raíz

GISPERT (1984) Indica que el tipo de raíz es fasciculada, consta de raíces seminales y adventicias o secundarias, las primeras en número de 3 a 8 siendo de origen embrionario, finas, ramificadas y ricas en pelos radicales. Las raíces secundarias surgen posteriormente a las seminales a partir del momento en que la planta ha formado su tercera o cuarta hoja. Las raíces adventicias son más gruesas y robustas, numerosas y desarrolladas, constituyendo la gran masa del sistema radical de la planta. La profundidad que puede alcanzar las raíces depende del estado nutritivo de la planta y de la naturaleza del suelo.

b. Tallo

GISPERT (1984) El tallo del trigo es una caña, formada por nudos y entrenudos, provisto de hojas y de una inflorescencia en su extremidad superior.

c. Hoja

GISPERT (1984) las hojas se originan en los entrenudos y se disponen en dos ringleras a lo largo de la caña: son dísticas. Cada hoja se compone de una vaina, que abraza el tallo, seguida de una larga y angosta lámina. En la línea de unión de la vaina y la lámina foliar se halla una membrana, blanca, denominada lígula.

d. Flores - Inflorescencia

GRUPO OCÉANO (1999) indica que la inflorescencia del trigo consiste en una espiga formada por un eje central, llamada raquis, en el que se insertan

alternadamente las espiguillas. Cada espiguilla se compone de un número variable de flores fértiles, de 2 – 5. Este número es una característica varietal, aunque también depende de las condiciones del cultivo. La fecundación de las flores se produce antes de que se abra, por eso el trigo se clasifica como especie autogama, es decir aquella en que cada flor se fecunda con su propio polen. Ello permite utilizar semillas de años anteriores sin que las características de la planta se vean alteradas.

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

e. Fruto

GISPERT (1984) señala que el grano de trigo es un cariósipide (fruto seco) e indehisciente y cuya única semilla está adherida al pericarpio.

f. Semilla

GRUPO OCÉANO (1999) menciona que en semilla se encuentra un esbozo de tallo embrionario (plúmula), que en los primeros estadios de germinación crece hacia arriba, protegido por una envoltura a modo de vaina que se denomina coleóptilo. Cuando el coleóptilo llega a la superficie del suelo, se rasga y aparece la primera hoja, que va alargándose poco a poco; al llegar a la mitad de su desarrollo empieza a aparecer más abajo la segunda hoja. Cuando surge la tercera hoja, empieza a notarse en la base del tallo un abultamiento que da origen a un nudo (nudo de ahijamiento) que a su vez, engrosa y da origen a nuevos nudos de los que saldrán nuevos tallos. Este proceso se conoce con el nombre de ahijamiento o macollamiento. Al principio los tallos son macizos, pero, en la mayoría de las especies, a medida que crecen, se van ahuecando los entrenudos, mientras que los nudos continúan siendo macizos durante toda la vida de la planta. La capacidad depende del cultivar, del número de plantas por metro cuadrado, la fertilidad del suelo, la temperatura y fecha de siembra. La característica de ahijamiento confiere al trigo gran capacidad de producción (de un solo grano salen tantas espigas como tallos) y de adaptación a las diferentes densidades de siembra.

1.7 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

1.7.1 Clima

a. Temperatura

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

b. Germinación

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

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

c. Macollamiento y encañado.

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

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

A medida que asciende la temperatura en primavera, llega un momento en que los nudos pierden su facultad de emitir hijos. A partir de este momento empieza el

encañado, consistente en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos. Durante la fase de encañado comienza un periodo de gran variedad fisiológica. La extracción de elementos nutritivos del suelo empieza a ser grande, especialmente de materias nitrogenadas y aumentan las necesidades hídricas, es al final del encañado cuando la espiga esta próxima a salir.

d. Espigado y Maduración

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

e. Luz

JARA (1993) sostiene que bajo ciertas condiciones y dependiendo de la variedad, la intensidad y duración de la luz, puede afectar el normal desarrollo de la planta de trigo. En algunas variedades sensibles al fotoperiodo, el cambio de estado vegetativo al reproductivo depende de la luz. Sin embargo, sus efectos pueden ser modificados por diferencias de temperatura. Los días cortos incrementan el crecimiento vegetativo y los días largos aceleran la formación de la inflorescencia.

El trigo de primavera florece en cualquier longitud del día, desde menos de ocho horas de luz continua bajo temperaturas favorables. Estos trigos completan rápidamente su ciclo de vida con temperaturas de 21° C a más, y días largos. Cuando los días son cortos en el periodo de formación maduración, el ciclo vegetativo se prolonga.

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

GRUPO OCÉANO (1999) señala que el número horas luz y de oscuridad (fotoperiodo) influye en la capacidad ahijamiento, aunque los distintos cultivares tienen requerimiento diverso. En la actualidad se está intentando seleccionar cultivares indiferentes al fotoperiodo lo que permitiría ampliar las áreas de cultivo.

f. Agua

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

CAMPHELL (1974) sostiene que encontró dos momentos particulares importantes respecto a efectos del estrés hídrico sobre el rendimiento. Uno en encañazon, donde se determina cuantos macollos producirá efectivamente la espiga, y otro, en vaina engrosado (fin de encañazon), cuando queda determinado el número de potencial de granos por espiga.

JARA (1993) sostiene que la precipitación optima varia de 600 a 800 mm, distribuidos durante el ciclo del cultivo. Durante los dos últimos meses anteriores a la cosecha, se requiere de 80 a 150 mm de precipitación. El periodo de mayor consumo diario es en espigazón - cuaje, a partir de mediados de encañazón, con un máximo en espigazón floración. Durante el llenado de grano el consumo disminuye progresivamente, ya que disminuye el área foliar, a pesar que la demanda ambiental aún es elevada. La mayor demanda que no es satisfecha por el suelo desde el punto fisiológico es en meiosis del polen.

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

especialmente si hay temperaturas altas. El peso hectolítrico del grano y su apariencia puede verse afectado. Durante la cosecha, las lluvias tardías y en exceso pueden causar la germinación de los granos en las espigas. Esto afecta la calidad, el rendimiento y posterior almacenamiento.

Por otra parte, el déficit hídrico altera el normal funcionamiento de las plantas, influyendo de este modo sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo. Los procesos fisiológicos tienen distintos grados de sensibilidad frente al déficit de agua.

g. Suelo

PARSONS (1989) menciona que se puede cultivar el trigo en una gran variedad de condiciones y tipos de suelo. Sin embargo, para obtener una buena cosecha, es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características:

- Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento de agua en el suelo.
- Un perfil de tierra cultivable de hasta unos 30cm de profundidad, para un buen enraizamiento.
- Que tenga suficiente materia orgánica.

Los mejores resultados se obtienen con un pH de alrededor de 7, y se pueden cultivar con un pH de hasta 8. Los cereales requieren un suelo que no presente problemas de salinidad.

JARA (1993) menciona que, dada la escasez de tierras de cultivo, en la sierra es usual destinar al trigo suelos marginales, de fuertes pendientes (15 a 50%), sujetos a la erosión. esto sumado a otros factores adversos, como heladas, granizadas y sequias, merman los rendimientos en forma considerable.

1.8 MANEJO DEL CULTIVO

1.8.1 Preparación del suelo

GRUPO OCÉANO (1999) menciona que para obtener buena germinación y una maduración uniforme es necesario nivelar la tierra antes de iniciar la labranza que

incluye el arado. La aradura para el cultivo de trigo depende de las condiciones del suelo.

También menciona que el cultivo de trigo requiere de nutrientes como el nitrógeno que es necesario para mantener el follaje verde, el fósforo que estimula el crecimiento de las raíces y acelera la maduración de los granos; y el potasio que fortalece los tallos. Estos elementos se obtienen de los abonos sintéticos o de abonos orgánicos. Los abonos orgánicos son el estiércol, guano de isla, gallinaza, etc. Mientras que los fertilizantes sintéticos son obtenidos en laboratorio.

1.8.2 Abonamiento

FERNANDEZ, J. (2000) indica que las cantidades medias de nutrientes extraídos por las plantas de trigo son, aproximadamente, 3 kg de nitrógeno (N), 1 kg de fosfatos (P_2O_5) y 2 kg de potasa (K_2O) por cada 100 kg de grano producido.

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

1.8.3 Papel de los fertilizantes

A Nitrógeno

BIDWELL (1983) menciona que el Nitrógeno les da el color verde a las plantas, favorece el crecimiento rápido y aumenta la producción.

A mayores cantidades de nitrógeno existe una mayor producción de clorofila y un crecimiento indeterminado de la planta debido a mayor multiplicación de células meristemáticas.

B. Fósforo

IBAÑEZ, R. Y AGUIRRE, G. (1983) menciona el núcleo de cada célula de la planta contiene P por lo que la división y crecimiento celular son dependientes de adecuadas cantidades de P las mismas que activan el crecimiento de las raíces y el tallo.

El P se almacena en la semilla como sustancias de reserva, las plantas lo absorben sobre todo durante el periodo de crecimiento activo. El fósforo estimula la formación y crecimiento temprano de las raíces, favoreciendo un arranque vigoroso y rápido de la planta. Estimula la floración acelera la madurez y ayuda a la formación de semilla, mejora la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

C. Potasio

IBAÑEZ, R. Y AGUIRRE, G. (1983) menciona que el potasio se considera como un activador enzimático muy importante, aumenta el vigor de las plantas y su resistencia a las enfermedades, mejora el llenado de los granos y semillas, mantiene el desarrollo de las raíces y los tubérculos, reduce el acame es esencial para la formación y transferencia de almidones, azúcares y aceites, regula el consumo de agua en las plantas, se trata de un nutriente osmorregulador.

1.8.4 Siembra

INTA (2002) menciona que se propaga a través de semilla, mediante siembra directa. El periodo vegetativo es de 4.5 a 6 meses. Se puede sembrar a chorro continuo o al voleo. La profundidad de siembra varía de 3 a 5 cm. La siembra de trigo se hace a mano, maquinaria, cuando el terreno presenta menos pendiente. Las variedades e híbridos producidos por las estaciones experimentales, para la costa y sierra se siembran en invierno. Algunas variedades e híbridos de invierno para las altiplanicies entre 3500 y 3800 msnm, que se siembran en otoño, y soportan frío, heladas y granizadas del invierno, crecen y florecen en primavera, produciendo 1.5 a 4 tn/ha en el verano.

INTA (2002) afirma que la semilla es sembrada a mano en la costa, se deposita en el fondo del surco a chorro continuo y se tapa a lampa, a una densidad de 100 kilogramos por hectárea. En la sierra se bolea 100 a 120 kilogramos de semilla por hectárea y se tapa con azadón. La preparación de terreno previa a la siembra comprende la aradura en número de 1 o 2 según las condiciones del terreno y dos rastras cruzadas. El distanciamiento entre línea es de 30cm a una profundidad de 30 cm. El deshierbo es manual o químico, en este último caso se aplica un herbicida a los 30 y 45 días después de la siembra, es decir cuando el trigo tiene 5 hojas y se encuentra en la fase fenológica de macollamiento y no debe haber encañado para controlar las malezas de hoja ancha.

1.8.5 Deshierbo

GALDOS (2007) señala que las malezas no solo representan una molestia, sino también suprime la producción de los cultivos, su control tiene altos costos económicos anualmente. El daño más costoso y directo es la disminución de las cosechas, si junto con los cultivos alimenticios se cosecha malezas su presencia disminuirá marcadamente la calidad del cultivo y además las malezas pueden servir de huéspedes alternativos.

Caritas del Perú (2007) afirma el cultivo debe estar libre de malezas, particularmente durante los primeros 45 días después de la siembra. Los campos sucios permiten que las plagas se alojen en las malezas presentes, además que hay mayor incidencia de enfermedades y menor calidad de las vainas.

1.8.6 Riego

MANUAL PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA (1987) afirma que las semillas requieren un suelo húmedo para una buena germinación. Al principio el cultivo necesita un riego de auxilio de una lámina de aproximadamente 25 mm. Este riego se realiza una semana después de la siembra. Se le debe suministrar agua a la arveja durante el periodo crítico de desarrollo de la planta, estos periodos son: Al inicio de la floración y cuando las vainas empiezan a llenarse.

Delgado (2000) menciona que se debe aplicar al cultivo riegos frecuentes y ligeros, el primer riego se realiza cuando las plantas tienen sus hojas verdaderas, alternando según las necesidades del cultivo.

FAIGUENBAUM (1990) afirma que cómo épocas importantes, en cuanto a las necesidades hídricas, hay que considerar la época de floración y cuando las vainas están a medio engrosar.

1.8.7 Aporque

BIBLIOTECA AGRÍCOLA (1998) indica que el aporcado consiste en amontonar tierra en el cuello o base de la planta con fines diversos según el cultivo en cuestión. En general el aporcado contribuye a la estabilidad mecánica de la planta y aumenta la absorción de agua. Sirve, además, como soporte a la base de las plantas en caso de arvejas, judías y guisantes.

1.8.8 Características del llenado del grano

GRUPO OCÉANO (1999) el rendimiento de trigo es el resultado del número de granos por unidad de superficie y del peso alcanzado por los mismos. Varios autores han destacado la mayor importancia relativa al componente número de granos por unidad de superficie en la producción de trigo en la Argentina. Sin embargo, la extensa región triguera argentina tiene ambientes de producción que permiten una distinta expresión del llenado de grano.

FRASCHIA Y FORMICA (2006) indica el peso final del grano es la consecuencia de una tasa de acumulación de materia seca y de la duración total del periodo de llenado. La bibliografía referida al tema menciona los efectos del ambiente sobre esta etapa y con menor frecuencia se refiere a diferencias entre variedades. El período de crecimiento del grano de trigo se inicia con la fecundación del óvulo antes de la anthesis y finaliza cuando cesa la acumulación de materia seca (madurez fisiológica), que ocurre alrededor de un contenido de humedad en el grano del 35%. A partir de ese momento, el peso del grano decrece por pérdida de humedad hasta alcanzar un valor que permita su cosecha. En los programas de mejoramiento de trigo se aprecia germoplasma de distintos orígenes que potencialmente podrían ser de utilidad en la

generación de ideotipos adaptados a distintas secuencias de cultivo. Para obtener una caracterización del crecimiento de grano en variedades de trigo de conocida adaptación, se realizaron ensayos utilizando un modelo que permite describir de manera adecuada la diferencia entre genotipos y su respuesta al ambiente. En esta presentación se muestra parte de los resultados obtenidos.

La uniformidad en la maduración y la presencia de malezas en el lote son factores importantes a la hora de decidir el método de cosecha del cultivo de trigo.

En caso de utilizar desecantes o corte e hilerado previo a la cosecha, es importante identificar correctamente el momento en que se ha alcanzado la madurez fisiológica del cultivo. La correcta regulación de la cosechadora es fundamental para reducir las pérdidas de cosecha.

La tolerancia de recibo del grano en cuanto al porcentaje de humedad es otro de los factores que nos permite decidir la humedad necesaria para comenzar la cosecha. Muchas veces el costo de secado del grano es ampliamente superado por el costo de las pérdidas ocasionadas por cosechar el cultivo demasiado seco.

1.8.9 Madurez fisiológica en los cereales

INTA (2002) menciona que, en la maduración, los frutos sufren una sucesión de importantes cambios bioquímicos y fisiológicos que conducen al logro de las características sensoriales óptimas para el consumo.

Pueden dividirse en dos etapas: la madurez fisiológica y la madurez organoléptica; cada una con características propias.

Se define como madurez fisiológica al estado en el cual luego de ser cosechado continúa madurando hasta lograr el sabor, aroma y otras características propias. En cambio, se considera que adquiere madurez organoléptica, cuando ya ha alcanzado su máximo sabor y aroma que lo hacen apto para el consumo. Para que lo logre, debe ser cosechado a partir de su madurez fisiológica.

Al momento de evaluar el estado de madurez se consideran distintos parámetros como el tamaño del fruto, la forma, el color de la superficie, color de fondo, la firmeza, el contenido de sólidos solubles, la acidez titulable, la relación sólidos solubles/acidez titulable y la degradación de almidón. Dependiendo de la especie serán más importantes unos parámetros que otros y dependiendo de la variedad cambiarán los valores óptimos propios para cada uno. Se debe considerar el destino que tendrá la fruta para definir los valores óptimos de cosecha. En el caso específico de los cereales que son frutos (cariósides) estos no muestran la madurez organoléptica sino más bien una madurez de cosecha.

1.8.10 Cosecha

VILLANUEVA (1978) el trigo llega a su madurez fisiológica, cuando la planta cambia su color verde por el blanquecino o amarillento. La madurez empieza por el cuello de la planta y a medida que avanza hacia arriba, los materiales que ésta ha almacenado en el tallo y en las hojas, migran en dirección a la espiga, para depositarse en los granos. El grano ha llegado a la madurez cuando no se deja cortar transversalmente con la uña.

En la actualidad para la cosecha de trigo la tendencia es utilizar una máquina automotriz. Esto permite una operación rápida y económica, disminuyendo además las pérdidas por desgrane. En predios pequeños, aún se usa el método manual, el que se describe a continuación.

a. Cosecha manual

PARODI Y ROMERO (1991) indica que la "siega" o corte del trigo a mano, se hace con echona (hoz), es una operación que sólo debería emplearse en superficies pequeñas o terrenos accidentados donde no es posible la entrada de la máquina como colinas o terrenos con mucha pendiente, en todo caso, esta faena debe hacerse en el menor tiempo posible para evitar pérdidas de desgrane, por daño de pájaros y por inclemencias climáticas. A medida que se va segando el trigo, se van haciendo atados o "gavillas" que van quedando paradas en el terreno mismo. Antiguamente, esta faena se hacía aplastando las gavillas extendidas en la "era" con caballos. Operación que aún se practica en pequeños predios.

b. Cosecha Mecanizada

FUERTES (2006) indica que para tal efecto se usa una máquina automotriz. El porcentaje de humedad del trigo, en el momento de la cosecha puede fluctuar del 13 al 17% evitándose así, problemas de daños al grano. Un método práctico para saber cuál es el momento exacto para la cosecha, consiste en tomar varias espigas al azar y refregarlas entre las manos. Si el desgrane se produce en forma relativamente fácil, está en el momento exacto de la cosecha. Esta no debería tomar más de cinco días por los peligros de incendio, lluvia o desgrane que es aprovechado por los pájaros. Es necesario tener en cuenta el tiempo que demorará la faena, tomando en consideración que una máquina de tamaño medio cosecha de 7 a 8 hectáreas al día. Cuando el cultivo está invadido por malezas, después de la cosecha, durante el almacenamiento, puede elevarse el contenido de humedad del grano y la temperatura hasta niveles peligrosos, con riesgo del deterioro de los granos, ataque de insectos y microorganismos lo cual disminuye su valor nutritivo.

c. Oportunidad de cosecha

El trigo llega a la madurez fisiológica con una humedad del 30%; lo aconsejable es comenzar a cosechar cuando el grano llega al 16-17% de humedad, debido a que es el punto en que se logra la mayor eficiencia de funcionamiento de la cosechadora y se producen las mínimas pérdidas por desgrane natural, vuelco, pájaros, infestación de malezas y adversidades climáticas.

Normalmente se demora hasta que el grano alcanza el 14%, (base de comercialización), ocasionando pérdidas de precosecha en cantidad y calidad. Además, con esta modalidad de cosecha se pierde capacidad operativa, llegando a todos los lotes en forma retardada y con altos riesgos de pérdida de calidad, un grano maduro y relativamente seco a la intemperie generalmente pierde calidad. (FRASCHIA Y FORMICA, 2006).

d. Ventajas de la cosecha directa en planta con 16-18 % de humedad en el grano

1. Evita el desgrane natural y vuelco.
2. Evita el riesgo de pérdida de calidad. .

3. Previene el enmalezamiento de fin de ciclo (sorgo de alepo, enredaderas, quinuas, etc.), las que en ciertos casos pueden causar pérdidas superiores al 20%.
4. Disminuye los riesgos de granizo y vuelco.
5. Disminuye las pérdidas por cabezal.

1.8.11 Secado y almacenaje del trigo

a. Situación actual

Actualmente en nuestro país, aproximadamente el 8 % del valor de la producción total, se pierde en la etapa de postcosecha; esto se debe a pérdidas de calidad, fallas en el transporte del grano, deficiencia de secado, insectos, hongos, entre otros. El valor de las pérdidas de postcosecha registradas en el cultivo de trigo asciende aproximadamente a 147 millones de dólares.

Por diversas causas el productor agropecuario tomó la decisión de guardar el cereal producido en su propio campo. Esto lo llevó a desarrollar por sí mismo una estrategia de almacenamiento y control de calidad de sus granos.

La capacidad de almacenamiento correspondiente a los silos chacra y a granel aumentó en la última década a razón de 2 millones de toneladas por año.

Se observa que ciertas normas, fundamentalmente referidas al manejo de postcosecha en chacra, aún son desconocidas o no se las aplica con regularidad para una mejor conservación del grano. Esto adquiere mayor relevancia si se tiene en cuenta la gran expansión que tiene el sistema de silo bolsa, una nueva tecnología sobre la cual aún se desconocen muchos aspectos de manejo.

b. Principios básicos de almacenamiento

El principio del almacenamiento es guardar los granos secos, sanos y limpios. Para esto, la consigna básica y válida para todo tipo de almacenamiento, es la de mantener los granos “vivos”, con el menor daño posible. Cuando los granos se guardan sin alteraciones físicas y fisiológicas, mantienen todos los sistemas propios de autodefensa y se conservan mejor durante el almacenamiento.

Sobre el desarrollo del almacenamiento influyen los factores genéticos, de cultivo y cosecha.

c. Respiración de los granos

Los granos, al igual que el resto de los organismos vivos respiran para mantenerse vivos. El agua y el calor, liberados durante la respiración, aceleran el deterioro disminuyendo el tiempo de conservación.

El deterioro de los granos se manifiesta en un comienzo con pérdidas no visibles por el productor, como son la pérdida de poder germinativo y disminución del peso hectolítrico. Cuando las pérdidas se hacen visibles, la merma del valor económico e industrial ya se produjo y es tarde para tomar medidas preventivas de control.

d. Factores que afectan a la respiración de los granos

La respiración se incrementa con la temperatura, la humedad de grano, presencia de granos dañados, ataques de insectos y hongos. De estas variables la humedad y la temperatura son las que más afectan la respiración de los granos y los demás organismos que viven en el granel. El productor no debe perder de vista que a mayor temperatura y humedad, mayor actividad y mayor degradación.

1.8.12 Características del grano

HOSENEY (1991) menciona que las características del grano del trigo son:

- Longitud promedio del grano: 8mm.
- Peso promedio: 35mg.
- Tamaño en función de la variedad y a la posición de la espiga.
- Forma: redondeados: la parte dorsal (lado del germen).
- Presencia de surco en la parte ventral (lado opuesto del germen), y abarca casi toda la longitud del grano. Este presenta una dificultad para que la harina separe el salvado del endospermo con buen rendimiento.
- Textura (dureza): en función de las fuerzas de cohesión en el endospermo.
- Color: en función al pigmento de la cubierta de la semilla hay: blanco, rojo y púrpura. Este pigmento puede manipularse genéticamente.

DENDY (2004) afirma que el grano de trigo puede ser dividido en tres partes morfológicamente diferentes: el endospermo, que representa la mayor parte del grano; la capa del salvado, que envuelve el grano; y el germen, que incluye el embrión y el escutelo. El endospermo contiene los gránulos del almidón en una matriz de proteína que son separados del salvado durante la molienda para obtener así harina blanca junto con la capa de aleurona, la cual constituye la parte más externa del endospermo. La composición química de las tres partes varía ampliamente, dependiendo de la zona anterior del grano, y también entre granos de diferentes variedades.

CONSEJO DE SEMILLEROS MEXICANOS (2008) menciona que el endospermo es cercano al 83% del grano. Es la fuente de la harina blanca, de la calidad nutritiva global, contiene: 70-75% de la proteína total, 43% del ácido pantotéico, 32% de la riboflavina, 12 % de la niacina, 6% de la piridoxina y 3% de la tiamina. Además, afirma que el salvado es cercano al 14.5% del grano, de la calidad nutritiva global, contiene: 85% de la niacina, 73% de la piridoxina, 50% del ácido pantotéico, 42% de la riboflavina, 33% de la tiamina y 19% de la proteína.

HOSENEY (1991) afirma que, en la molienda del trigo, se encuentra los siguientes compuestos:

- Salvado, está formado por: pericarpio, cubierta de la semilla, epidermis nuclear y capa de aleurona.
- Embrión, es cercano al 2.5% del grano. De la calidad nutritiva global, contiene: 54% de la tiamina, 26% de la riboflavina, 21% de la piridoxina, 8% de la proteína, 7% del ácido pantotéico y 2% de la niacina.
- Harina, es el producto de la molienda del grano de trigo, generalmente es blanco, sin impurezas; formado por el contenido celular y las paredes celulares de las células del endospermo; Es el producto más importante derivado de la molturación del trigo maduro.

INFOAGRO (2007) reporta que la panificación consiste en la obtención de pan a partir de harina, a la que se añade agua, sal y levadura. La gran variedad y tipos de pan que existen hacen que sea imposible conocer la composición de todos ellos. Está

en dependencia de los elementos que se añaden o de la forma como se fabrica. Los suplementos pueden ser azúcar, miel, leche, germen de trigo, gluten, pasas, higos, etc. El pan integral es el que se prepara con una harina cuya tasa de extracción es del 90-98%. Es más rico en vitaminas del grupo B.

La pastase obtiene a partir de trigo duro, tras realizar una serie de operaciones semejantes a las que se hace con el blando. Pueden ser sencillas o compuestas, si se le añaden otros alimentos, como verduras, huevo, etc. Se comercializa en forma de tallarines, macarrones.

HOSENEY (1991) menciona que la sémola es la trituración del grano de trigo, pero contenido en pequeñas cantidades de cascara se conoce como sémola.

1.9 COMPOSICIÓN QUÍMICA

HOSENEY (1991) precisa que el grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), Compuestos Nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), Lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoelico, oléico, linoléico), Sustancias minerales (Potasio, fosforo, azufre, cloro) y Agua junto con pequeñas cantidades de Vitaminas (Inositol, colina y del complejo B), Enzimas (B-Amilasa, celulosa, glucosidasa) y otras sustancias como Pigmentos.

HOSENEY (1991) afirma que estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón se encuentra presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda esta reducida, casi exclusivamente al Salvado y la Proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales se encuentra en el endospermo la quinta parte en el germen y el resto en el salvado, pero la aleurona es más rica que el pericarpio y testa.

Tabla 1.1 Composición química de las diferentes partes del grano de cereal (expresado en % sobre peso seco)

Composición	% del peso	Almidón	Proteína	Lípidos	Pentosanos	Minerales
Trigo completo	100	60 - 70	10 - 14	1.5 - 2.5	5 - 8	1.6 - 2.0
Endospermo	82 - 85	70 - 85	8 - 13	1 - 1.6	0.5 - 3.0	0.3 - 0.8
Salvado	15	0	7 - 8	1 - 5	30 - 40	3 - 10
Germen	3	20	35 - 40	15	20	5 - 6

Fuente: DENDY (2004)

1.10 CALIDAD DEL GRANO

a. Proteína

INFOAGRO (2007) menciona que las sustancias que valoran la calidad del trigo son las proteínas que se encuentran en el complejo insoluble denominado gluten. La calidad del gluten es más importante que la cantidad, pero esta calidad no es fácilmente medible. La riqueza de proteínas se mantiene constante en los últimos estados de maduración. En cambio, el incremento de glúcidos es continuo hasta la desecación del grano. La calidad es una condición de cada variedad, siendo comprobada experimentalmente cultivando un mismo grupo de variedades en distintas localidades. Está influenciado por el clima, pues la mejor calidad se obtiene en zonas áridas que en zonas húmedas.

DENDY (2004) menciona que el término “Calidad” es definido como la aptitud para el uso, o que se ajusta a los requerimientos para un proceso particular, por lo tanto, puede o no haber una definición absoluta de calidad, porque ésta varía de acuerdo a los requerimientos del proceso y en último término del producto. La calidad para la panificación viene determinada en gran medida por diferencias cuantitativas y composicionales en las proteínas que componen el gluten y estas proteínas son el principal determinante de las variaciones de calidad entre diferentes variedades de trigo.

b. Rendimiento harinero

GÓMEZ (2004) considera que los programas de mejoramiento de trigo, la calidad tiene dos aspectos:

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

El principal uso del trigo es para la elaboración del pan. Además, es usado para la elaboración de pastas, galletas dulces y el tipo “craker”, queques y productos especiales. Para estos múltiples propósitos, se requieren diferentes tipos de trigo. A pesar de que el material del grano de trigo es muy complicado en su estructura y composición, no más de cuatro características parecen gobernar los resultados de las pruebas designadas como: Fuerza, Dureza, Estabilidad y Consistencia.

El mismo autor afirma que está muy relacionada con el contenido de proteína y extensibilidad de la masa, así también con la calidad para panificación. Este factor está más influenciado por condiciones ambientales que por control genético.

ASOCIACIÓN ARGENTINA PROTRIGO (2008) define como la capacidad de la misma para producir un pan de buen aspecto, voluminoso y de buena textura y en general las condiciones que debe reunir la harina para que el pan resulte con las características mencionadas, deben ser:

- Contener azúcares en cantidad suficiente y una buena actividad diastásica, adecuada para producir durante la fermentación una reserva de azúcares que aseguren una buena producción y continua de gas, a fin de que la masa se distienda completamente.
- Las proteínas de las masas deben ser suficientes en cantidad y calidad como para lograr la máxima retención del CO₂ producido por las levaduras.
- La masa debe estar en su punto de maduración en el momento del horneado y la cocción debe practicarse en condiciones de temperatura y humedad adecuada.

A la segunda condición la podemos considerar como la determinante de la fuerza de la harina, aunque las otras 2 condiciones influyen físicamente en el volumen y la calidad del pan.

c. Dureza

GÓMEZ (2004) menciona que la dureza es producida por la fuerza de unión entre la proteína y el almidón en el endospermo y esta fuerza es controlada genéticamente. Afirma también que la cantidad de proteína en el trigo entero y la harina están altamente correlacionadas. Generalmente la proteína de la harina es de 0.8-1.8% menos que el contenido proteico del trigo del cual proviene la harina. Las diferencias se incrementan con el refinamiento y pureza de la harina.

DENDY (2004) define la dureza como la resistencia al aplastamiento, dentro de la propia industria del trigo frecuentemente es asociada a una clasificación varietal o genética, de manera que un trigo duro es aquel que generalmente produce una buena harina para panificación una vez molido. También asegura que la dureza es uno de los más importantes factores en el control de calidad del trigo. Es una característica frecuentemente usada en la industria de molturación para clasificar las variedades de trigo de acuerdo con las aptitudes esperadas de molturabilidad y panificación.

1.11 CALIDAD DE GLUTEN

GÓMEZ (2004) precisa que el gluten es una sustancia tenaz, gomosa y elástica, comprende y encierra prácticamente todas las proteínas contenidas en el trigo. Es una proteína insoluble del trigo, está reconocida como factor básico de la calidad del trigo. El gluten húmedo en harina de trigo es una sustancia plástica, elástica constituida por Gliadina y Glutenina, obtenida después de remover por lavado el almidón desde la masa de harina de trigo. Es importante el rol de las proteínas de la harina en la producción de un buen pan.

GRUPO OCÉANO (1999) afirma que el gluten de trigo posee un color amarillento y su sabor es suave respecto del trigo. Entre sus características físicas principales se incluyen: el contenido de proteína 75% mínimo, de humedad 10% máximo, de ceniza 2% máximo, de absorción de agua 150-200% y la granulometría (el 100% pasa por una malla de 50mm).

DENDY (2004) asegura que la harina de trigo puede contener entre 6% y 20% de proteína, la mayoría de la cual está en forma de gluten, un material polimérico

altamente extensible cuando está en estado hidratado. Tanto la cantidad como la calidad de la proteína del gluten son indicadores clave de la calidad del trigo, especialmente con relación a la fabricación de pan. Las proteínas del gluten son consideradas responsables de la formación de la estructura del gas de la masa de pan durante la panificación. El gluten contiene un amplio rango de fracciones proteicas diferentes en tamaño, peso molecular y solubilidad. Dos fracciones importantes son consideradas: gliadina y glutenina.

- **Las gliadina**, son completamente responsables de las propiedades de viscosidad y extensibilidad de la masa.
- **La glutenina**, confiere propiedades elásticas y resistentes a la expansión, debido a su estructura entrelazada.

HOSENEY (1991) menciona que el lavado de justa gluten es popular, no sólo porque la cantidad de gluten obtenido da una idea del contenido de proteína, sino también porque puede obtenerse un índice de la fuerza de harina a partir de las propiedades físicas del gluten, sensibles de ser evaluadas al contacto con las manos.

Tabla 1.2 Clasificación del trigo, en función a las características del gluten del endospermo

Grupo	Denominación	Características
I	Fuerte	Gluten fuerte y elástico apto para la industria mecanizada de panificación. Usados para mejorar la calidad de trigos débiles.
II	Medio-Fuerte	Gluten medio-fuerte apto para la industria artesana de panificación.
III	Suave	Gluten débil o suave pero extensible apto para la industria galletera. Usado para mejorar las propiedades de trigos tenaces.
IV	Tenaz	Gluten corto o poco extensible pero tenaz, apto para la industria pastelera y galletera.
V	Cristalino	Gluten corto y tenaz, apto para la industria de pastas y sopas.

Fuente: INFOAGRO, 2007.

1.12 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 ha, 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, él 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 de formación. Los áfidos pican los granos tiernos paralizando su desarrollo, el cual origina los granos vanos. Entre los predadores de mayor escala podemos hacer un control biológico, tenemos a *Cicloneda sanguinia*, *Coleomergi llamacausta*, *Hipodamia convergens*, 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 fitopatológico y Fito mejoradores 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. Aun mas, ha existido tendencia por los Fito patólogos a realizar investigaciones básicas, en vez de aplicar las técnicas de campo recién desarrolladas para causar epifitas y seleccionar materiales de Fito mejoramiento.

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

- Alta humedad relativa.
- Uso de variedades susceptibles.
- Temperatura optima de 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: *Berberi ssp.* y *Malionia spp.* (roya del tallo), *Thalictrum spp.*; cuyo habito es de 2600 a 3800 msnm, en la región andina juega un papel muy 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 (1978) 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 presenta 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, tolerante y susceptible, dependiendo de los mecanismos morfológicos y fisiológicos.

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1 UBICACIÓN

El presente trabajo experimental se condujo en el Centro Experimental Canaán-UNSCH a 2.0 Km., al este de la Ciudad de Huamanga, entre las paralelas 13° 19' de Latitud Sur. 74° 12' de Longitud Oeste, a una altitud de 2750 msnm., en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga y distrito de Andrés Avelino Cáceres.

2.2 ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El campo experimental fue un campo con alfalfa que fue sembrada hace 05 años, en la campaña anterior al experimento se sembró maíz morado.

2.3 ANÁLISIS DEL SUELO

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

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

Propiedades Químicas	Unidad	Valor	Método	Interpolación Según Ibáñez y Aguirre
pH		7.20	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
M.O.	(%)	3.80	Walkley Black	Medio
N-Total	(%)	1.55	Kjeldahl	Medio
P-Disp	(ppm)	17.30	Bray-kurtz	Medio
K-Disp	(ppm)	164.4	Turbidimetría	Alto
Arena	(%)	41.6		
Limo	(%)	20.9	Hidrómetro	
Arcilla	(%)	37.5		
Clase Textual				Franco – Arcilloso

En base a los resultados obtenidos del tabla 2.1, se interpreta que el pH de 7.20, se encuentra en un rango óptimo para el cultivo de trigo.

Según JARA (1993) el pH donde se desarrolla el trigo y tolera bien valores de pH desde 5.0 hasta 8.0.

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

PARODI y ROMERO (1991) menciona que 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.

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

La temperatura fue favorable para las diferentes fases fenológicas del cultivo, cuyo rango en promedio osciló entre 13.95 y 17.90 °C., los cuales son considerados como moderados para el funcionamiento del sistema fisiológico de la planta. Del balance hídrico se deduce que se tuvo exceso de humedad en los meses de noviembre y diciembre del 2014 y déficit en los meses anteriores por lo que fue necesario el riego.

Uno de los indicadores muy importantes para la agricultura en secano es la humedad del suelo. El balance hídrico propuesta por 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. Todos estos conjuntos de datos determinan las características climáticas de Huamanga, y específicamente de la zona de Canaán.

Tabla 2.2 Temperatura máxima, media y mínima promedio mensual; precipitación y balance hídrico. Campaña Agrícola 2014. Estación Meteorológica Pampa del Arco. Ayacucho

Distrito : Ayacucho

Altitud : 2750 msnm

Provincia : Huamanga

Latitud : 13 ° 08' 00' S

Departamento : Ayacucho

Longitud : 74° 13' 00' W

AÑO	2014													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	23.60	24.90	25.50	25.10	24.70	25.40	25.40	25.10	25.60	26.60	25.20	24.80	301.9	25.16
T° Mínima (°C)	10.50	10.90	10.80	10.60	8.50	3.20	2.50	5.20	8.50	8.90	10.60	10.80	101.0	8.42
T° Media (°C)	17.05	17.90	18.15	17.85	16.60	14.30	13.95	15.15	17.05	17.75	17.90	17.80		16.79
Factor	4.96	4.60	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	84.57	82.34	90.02	85.68	82.34	68.64	69.19	75.14	81.84	88.04	85.92	88.29	982.01	0.7062
Precipitación (mm)	138.80	164.00	126.90	23.80	11.00	0.70	5.20	0.90	24.50	22.60	76.40	98.70	693.50	
ETP Ajust. (mm)	59.72	58.15	63.58	60.51	58.15	48.47	48.86	53.07	57.80	62.17	60.68	62.35		
H del suelo (mm)	79.08	105.85	63.32	-36.71	-47.15	-47.77	-43.66	-52.17	-33.30	-39.57	15.72	36.35		
Déficit (mm)				-36.71	-47.15	-47.77	-43.66	-52.17	-33.30	-39.57				
Exceso (mm)	79.08	105.85	63.32								15.72	36.35		

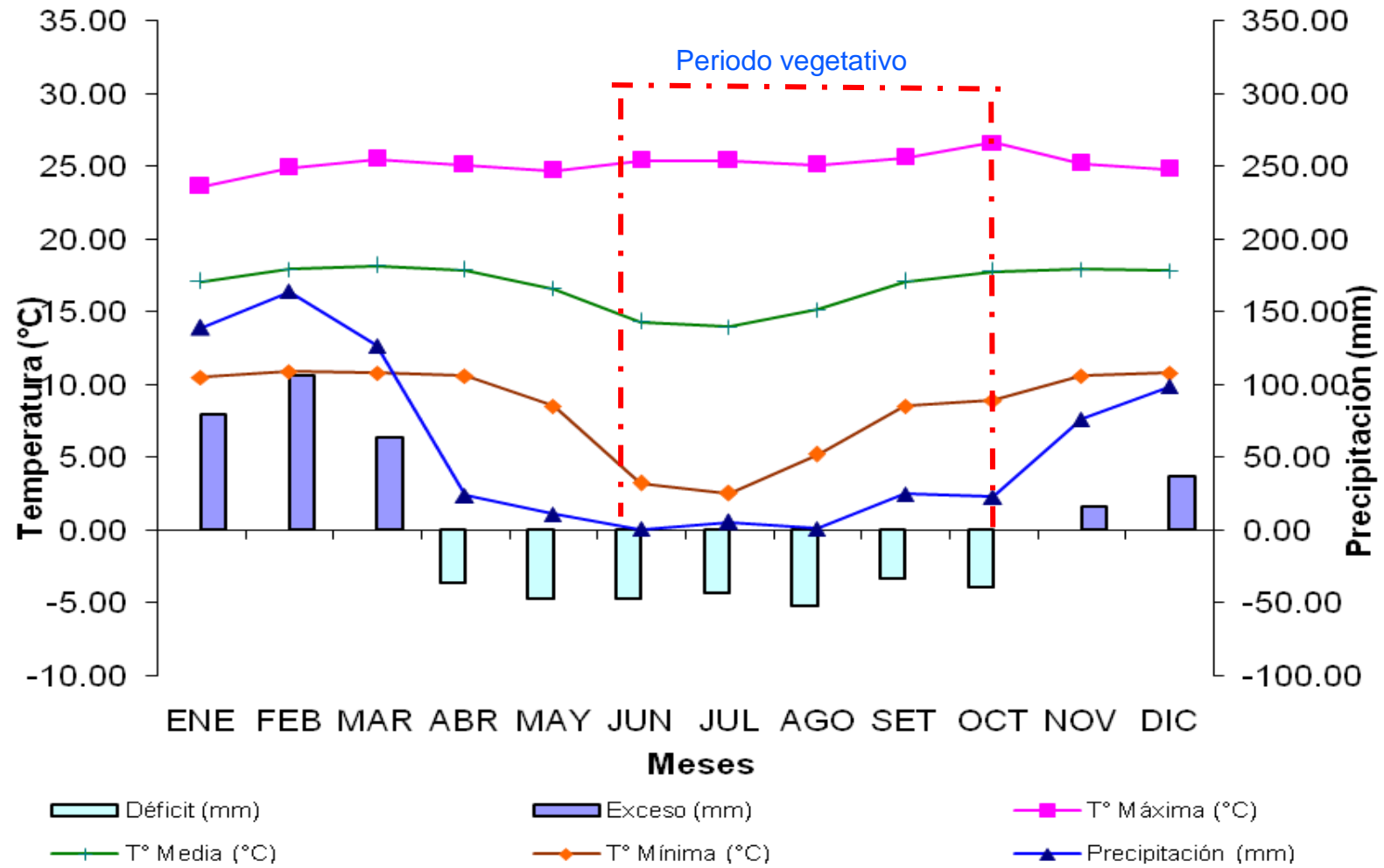


Figura 2.1 Balance ombrotérmico, temperatura y precipitación

2.5 ORGANIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Las unidades experimentales recibieron un abonamiento según la extracción del cultivo del trigo (5000 kg. grano): 120 N – 100 P₂O₅ – 80 K₂O. Además de los antecedentes del terreno.

2.5.1 Tratamientos

Los tratamientos utilizados en el experimento fueron 04 variedades de trigo:

T₁ = Cultivar Nazareno

T₂ = Cultivar Centenario

T₃ = Cultivar Andino

T₄ = Cultivar San Isidro

Las variedades mencionadas son trigos harineros, material para la elaboración de panes regionales

2.5.2 Aportes de los niveles de nitrógeno durante el crecimiento del cultivo

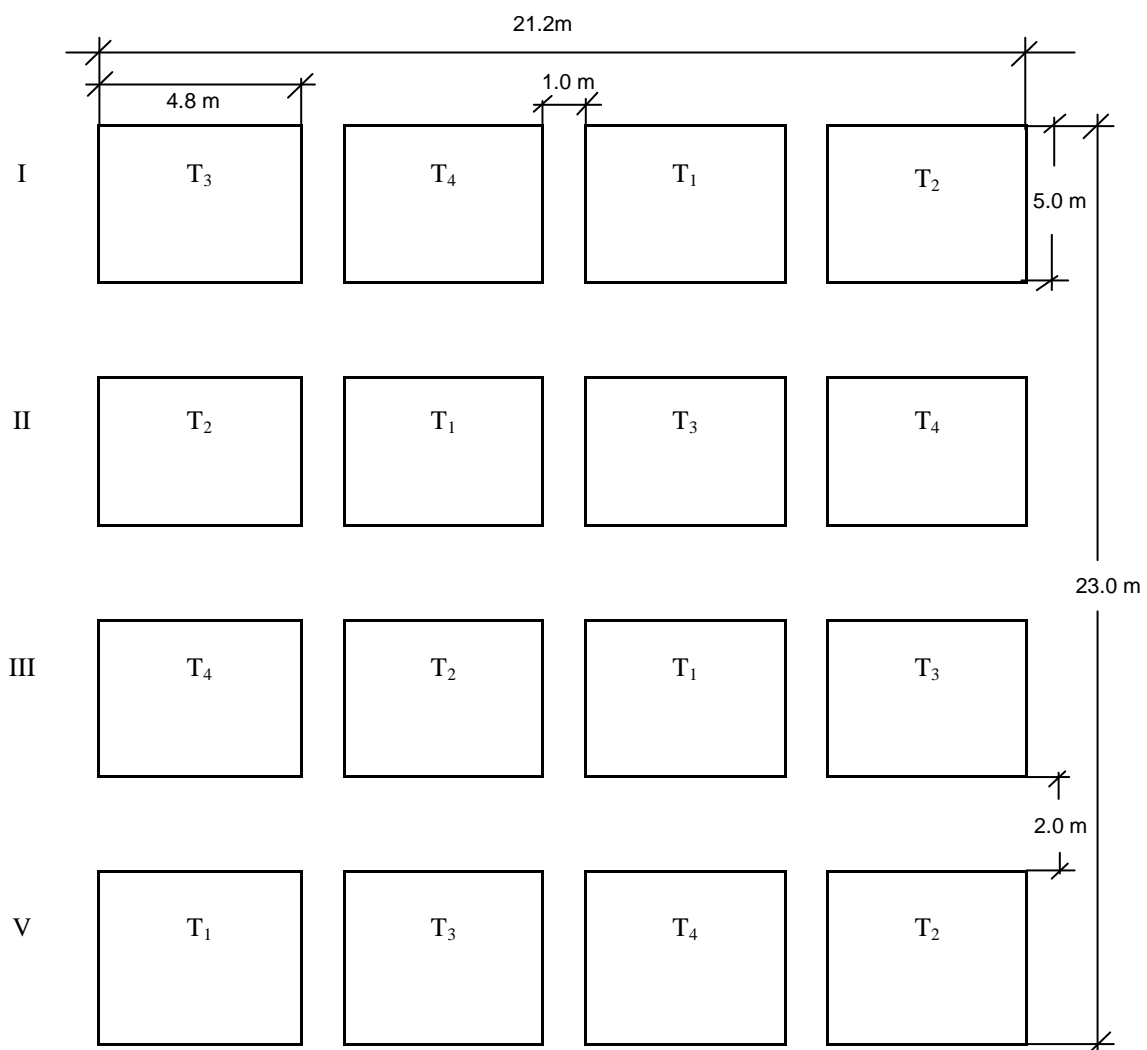
- El primer abonamiento a la siembra del cultivo (60 kg de N/ha)
- El segundo abonamiento en pleno macollamiento (60 kg de N/ha)

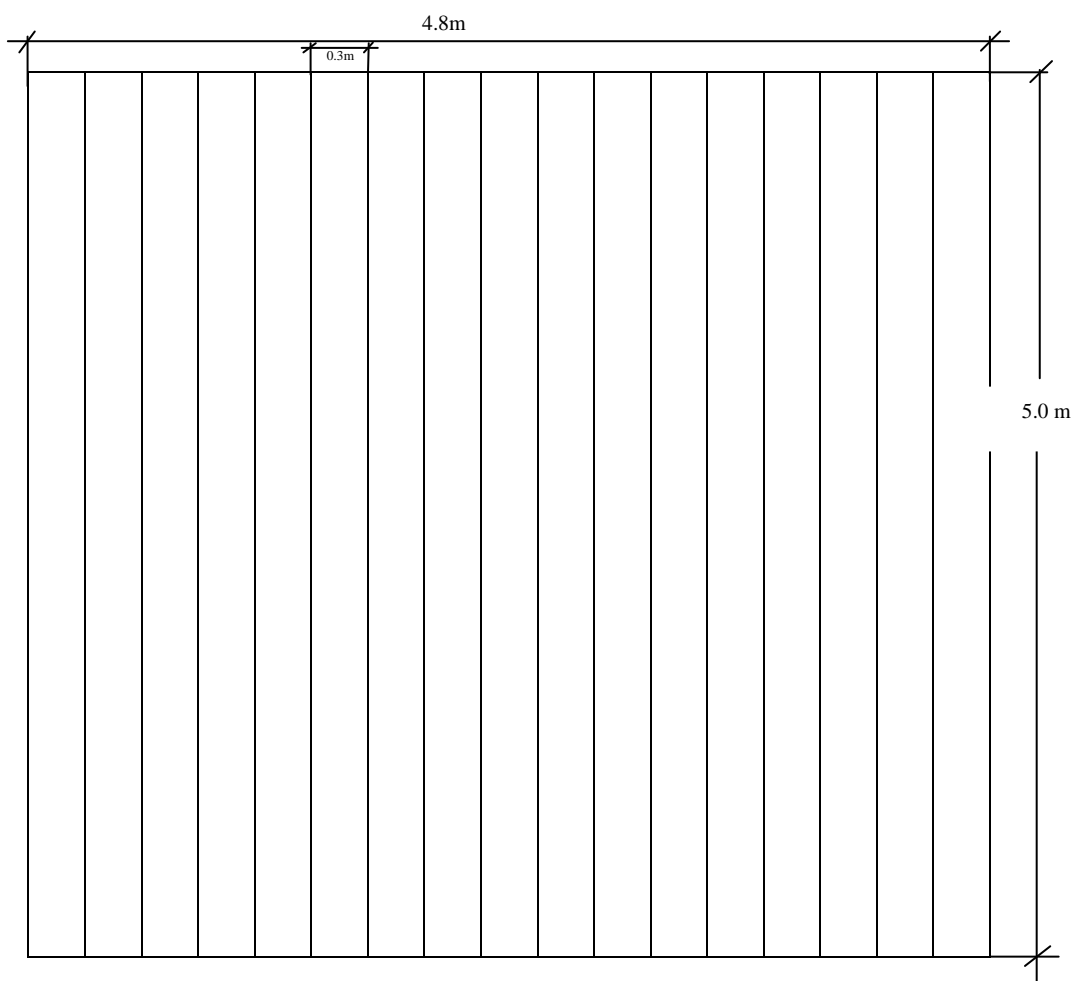
2.5.3 Características del campo experimental Bloques

Número de bloques	= 4
Largo de bloques	= 21.2 m
Ancho de bloques	= 5.0 m
Calles entre parcelas	= 1.0 m
Calles entre bloque	= 2.0 m

Parcela o unidad experimental

Número de parcelas por bloque	= 04
Número total de parcelas	= 16
Largo de parcelas	= 5.0 m
Ancho de parcela	= 5.0 m
Área de parcela	= 24.0 m ²

Croquis del campo experimental

Croquis de la unidad experimental

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

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

2.6.1 Modelo aditivo lineal

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

Donde:

Y_{ij} = Observación cualesquiera

μ = promedio

T_i = efecto de tratamientos

β_j = Efecto de bloques

ϵ_{ij} = error experimental

2.7 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

2.7.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 07 de junio del 2014, con dos pasadas de arado de discos de tractor y dos pasadas de rastra en forma cruzada; paralelamente se realizó el mullido, limpieza de rastrojos labores complementarias y nivelado de las parcelas, esta operación se realizó utilizando rastrillos y picos.

2.7.2 Trazado del campo experimental

Se realizó el 08 de junio del 2014, una vez nivelado el terreno, se procedió a marcar el terreno tomando en cuenta el croquis de la parcela, delimitando calles, bloques, unidades experimentales y luego se hizo el marcado manualmente con la ayuda de una wincha, cordel y estacas.

2.7.3 Surcado

Se realizó el 09 de junio del 2014, la apertura de los surcos con tractor y su respectiva surcadora. Los surcos a 0.30 m fueron aperturados en forma manual con la ayuda de un zapapico a una profundidad aproximada de 10 cm.

2.7.4 Desinfección de la semilla

Se realizó el 10 de junio del 2014, se procedió a seleccionar los granos; seguidamente se procedió a desinfectar con el producto VITAVAX a una dosis 5 g.kg⁻¹ de semilla, con la finalidad de prevenir enfermedades de tipo fungoso, para tal efecto se utilizó un recipiente de plástico con agua y se procedió a humedecer las semillas para luego espolvorear el producto removiendo constante hasta lograr que el producto cubra las semillas por completo y finalmente se llevó al sol con la finalidad orear durante tres a cinco minutos.

2.7.5 Abonamiento

El abonamiento se realizó el mismo día de la siembra (14 de junio del 2014), 120 N, 100 P₂O₅, 80 K₂O, fórmula recomendada para una producción de 5 t de grano, según la extracción del cultivo. La fertilización nitrogenada fue proporcionada la mitad a la siembra y la otra parte al momento del macollamiento (60 dds) después del segundo deshierbo.

2.7.6 Siembra

Se realizó el 14 de junio del 2014, en surcos a chorro continuo con una densidad de siembra de 120 kg. ha⁻¹, ubicando las semillas en el fondo del surco, luego se procedió a tapar con la ayuda de un zapapico.

2.7.7 Riego

Se condujo bajo régimen de riego por inundación. El primer riego se efectuó al día siguiente de la siembra (15/06/14), el segundo riego a los 8 dds (23/06/14), el tercer riego a los 15 dds (30/06/14). Luego los riegos fueron más espaciados cada 10 días. En total fueron 11 riegos por gravedad.

2.7.8 Control de maleza

Se realizó dos deshierbos, el primero deshierbo se realizó el 09 de julio del 2014 (30 días después de la siembra), el segundo 13 de agosto del 2014 (60 días después de la siembra), cabe mencionar que el deshierbo de las calles y las cabeceras de las parcelas se realizó en forma constante.

2.7.9 Control fitosanitario

Plagas y enfermedades

Durante el periodo vegetativo del cultivo no se presentó plagas ni enfermedades de importancia económica. Demostrando de este modo la resistencia a la roya, que es la enfermedad de mayor importancia en este cultivo

2.7.10 Cosecha

La cosecha se realizó el 23 de octubre del 2014 a los 130 dds, cuando el cultivo alcanzo la madurez de cosecha, evidenciándose por el aspecto marchito y pajizo de las hojas y el tallo. El momento de cosecha se realizó cuando los granos presentaron el estado “frágil al diente” con una humedad en promedio de alrededor de 15%.

Para la recolección de las espigas, se identificó cada unidad experimental y luego se hizo la siega de los tallos cortando a una altura de 10 a 15 cm del suelo, con la ayuda de una hoz luego de la siega, se trasladó a un ambiente plano y limpio para realizar la trilla. Esta labor se realizó en forma manual golpeando con palos para separar el grano de la paja, seguidamente se hizo el venteo y finalmente se ensaco los granos limpios en costales previamente identificados, para ser trasladados al laboratorio para los respectivos análisis.

2.8 VARIABLES DE EVALUACIÓN

2.8.1 Factores de precocidad

a. Días a la emergencia

Se evaluó los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de plántulas hayan emergido en cada una de las unidades experimentales.

b. Días al macollaje

Se evaluó desde el inicio de salida del macollo hasta el completo de macollaje.

c. Días al espigado

Se consideró días a la espigación, el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten espigas que hayan emergido de la hoja bandera completamente abiertas.

d. Días a la formación del grano

Se evaluó días a la formación de grano lechoso, a el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las plantas presenten grano en formación.

e. Días a la madurez fisiológica

Se evaluó teniendo en cuenta los parámetros correspondientes como: uniformidad de color, llenado de grano, textura.

f. Días a la Cosecha

Se evaluó los días transcurridos desde la siembra hasta que se efectuó la primera y última cosecha escalonada de grano en cada una de las unidades experimentales.

2.8.2 Factores de rendimiento**a. Atura de planta (cm)**

Con el uso de una regla graduada se midió la altura de planta desde el cuello hasta el extremo apical. Para esta evaluación se determinó la altura de 10 plantas por cada repetición para luego sacar el promedio.

b. Número de espigas por metro cuadrado

Se evaluaron 5 m² por cada unidad experimental y con el promedio se efectuó el ANVA. Este procedimiento se efectuó al momento de la madurez de cosecha.

c. Número de granos por espiga

Se contaron el número de granos de 30 espigas por cada unidad experimental, obteniéndose en total 120 observaciones. Estos datos sirvieron para efectuar la regresión respectiva con la longitud de espiga y el peso del grano.

d. Longitud de espiga (cm)

Del paso anterior, la longitud de espiga se relacionó con el número de granos por espiga. Estos datos sirvieron también para realizar la regresión.

e. Peso de grano por espiga

De las 30 espigas obtenidas del paso anterior se pesó el total de granos contenido en cada espiga con una balanza de alta precisión.

f. Peso de 1000 granos

Se contaron 1000 granos en cada unidad experimental en cinco repeticiones, teniendo en total por cada tratamiento 20 observaciones.

g. Peso hectolítrico

Se evaluó tomando en cuenta en cada unidad experimental en cinco repeticiones, teniendo en total por cada tratamiento 20 observaciones. Este procedimiento se realizó utilizando la balanza hectolitrica Ohaus.

h. Índice de cosecha (%)

Se evaluó tomando en cuenta en cada unidad experimental un número de cinco repeticiones de un metro cuadrado, teniendo en total 20 observaciones por tratamiento. Este procedimiento se realizó pesando a la cosecha, el peso del grano y el peso total de la biomasa aérea. Utilizando la siguiente relación. $I.C = \text{peso de grano} / \text{peso total de biomasa} * 100$

i. Longitud del grano (mm)

Con un vernier se midió la longitud de grano de 20 granos representativos de cada variedad obteniéndose un promedio.

j. Rendimiento de grano (kg/ha)

Se realizó de la cosecha de toda la parcela experimental eliminando el efecto de bordes.

2.9 RENTABILIDAD ECONÓMICA

En base a los costos directos e indirectos, se calcularán el costo total de producción; luego se obtuvo la utilidad neta. La rentabilidad se estimó en base a la fórmula:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\textit{Utilidad}}{\textit{Costo de producción}} \times 100$$

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 VARIABLES DE PRECOCIDAD

Las fases fenológicas de la precocidad se han evaluado desde la emergencia hasta la cosecha en número de días después de la siembra (ndds). Para determinar el valor se ha utilizado la estadística descriptiva del rango, en vista que una determinada fase fenológica no se presenta en forma exacta sino se inicia y finaliza dentro de un periodo o rango. Conocer los estadios de crecimiento del trigo es importante para adecuar las decisiones de manejo agronómico y el uso oportuno de insumos con el desarrollo de la planta.

Tabla 3.1 Variables de precocidad en ndds de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm

Variedad	Emergencia	Inicio y pleno Macollaje	Inicio y pleno espiganto	Formación de grano	Madurez fisiológica	Madurez de cosecha
Andino	8-10	32-42	65-75	80-95	98-115	130
Nazareno	8-10	32-42	65-75	80-95	98-115	130
San isidro	8-10	32-52	65-75	80-95	98-115	130
Centenario	8-10	32-52	65-75	80-95	98-115	130

La tabla 3.1 muestra los datos descriptivos en rangos de las variables de precocidad, la cosecha se dio en un mismo momento a los 130 días después de la siembra. El inicio de embuche se da a los 68 días después de la siembra, el inicio de formación de grano comienza en forma general a los 80 a 95 días, el estadio de grano lechoso se inicia a partir de los 90 a 95 días y finalmente el inicio de la madurez fisiológica se da entre los 98 a 115 días notándose con el cambio de color y el mayor volumen del grano de trigo. No existe mayor diferenciación entre las variedades.

La escala de ZADOKS (1974) menciona que durante la primera semana posterior a la fecundación ocurre el cuaje, que es la actividad de división celular con poco crecimiento del grano. Al finalizar el mismo queda establecido el número de granos/m², finalizando el periodo más crítico para el rendimiento, este resultado en el experimento ocurrió a 10 días luego de la anthesis. Posteriormente comienza el crecimiento del grano con la deposición de almidón y proteínas hasta alcanzar un estado de humedad cercano a 35-40%, donde finaliza el crecimiento del mismo (madurez fisiológica) definiéndose el peso de los granos. Una vez alcanzado la madurez fisiológica, estos procesos ocurren en la escala desde 7.0 a 7.9 y de 8.0 a 8.9, esta escala como se comprenderá tiene decimales que van 0.1 a 0.9. La madurez del grano se encuentra en la escala 9.0 donde comienza su estado de secado y la escala de 9.2 es el grano maduro para la cosecha

DE LA CRUZ (1992) en el experimento conducido en la localidad de Canaán 2750 msnm, reporta para días al macollamiento, días al encañado, días al embuche, días al espigado y días a la madurez, no ha encontrado diferencia estadística alguna dentro de cada variable. También reporta que del análisis de variancia de componentes de precocidad para el parámetro hinchamiento de vaina o embuche no se encontró diferencia estadística. La madurez fisiológica en promedio se dio a los 102 días después de la siembra. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente ensayo.

CONTRERAS (2004) en la evaluación del comparativo de cinco variedades de trigo harinero, encontró que la madurez de cosecha ocurre a los 123 días para las variedades Rinia y Gavilán, la variedad Taray se comporta como tardía ya que su cosecha se efectuó a los 140 días. Estos resultados muestran diferencia entre estas fechas observadas, esto básicamente por la gran diferencia varietal de los genotipos evaluados. Los resultados coinciden con las primeras variedades en precocidad.

3.2 VARIABLES DE RENDIMIENTO

3.2.1 Número de espigas por m²

Tabla 3.2 Análisis de variancia de número de espigas por m² de las variedades evaluadas. Canaan 2750 msnm

F.V.	G. L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	1563.5	521.16	1.95	0.1921 ns
Variedades	3	12466.0	4155.33	15.55	0.0007 **
Error	9	2404.50	267.16		
Total	15	16434.0			

C.V.= 3.84 %

El número de espigas por m² es la variable de mayor importancia en el rendimiento de grano en el cultivo de trigo. En la tabla 3.2 del ANVA muestra alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, este resultado indica respuesta diferente de los genotipos en la variable mencionada. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento, la discrepancia encontrada indica homogeneidad en el número de espigas por m² en cada variedad.

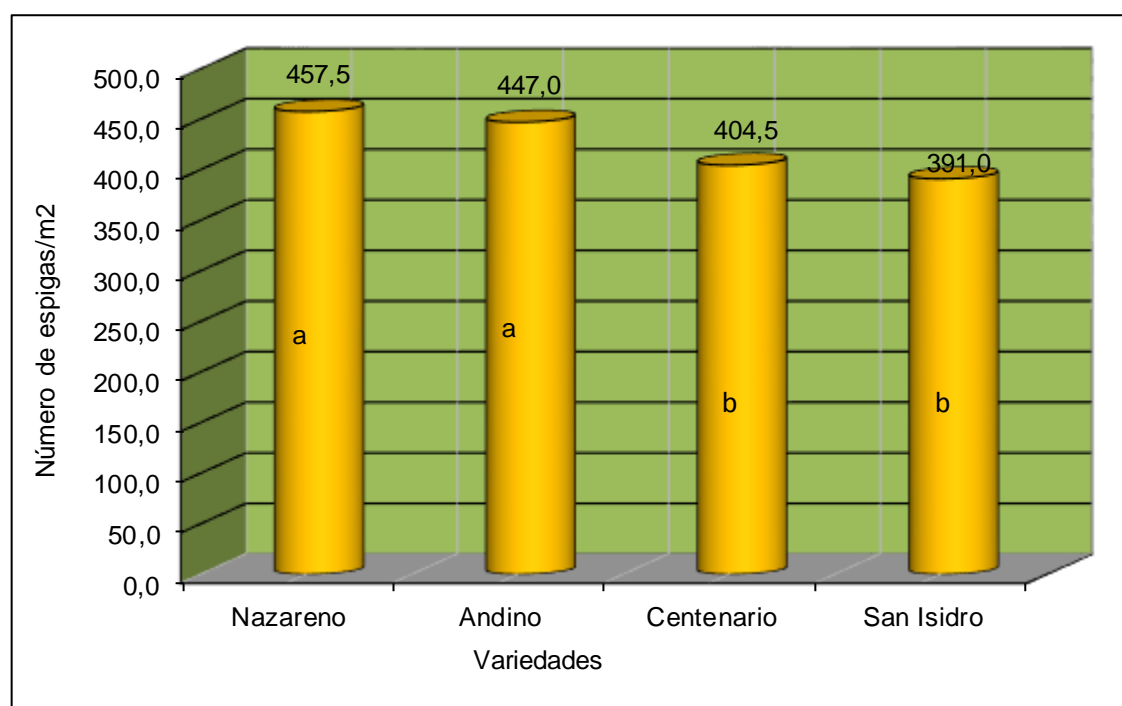


Figura 3.1 Prueba de Tukey de número de espigas por m² en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm

La figura 3.1 muestra el número de espigas por m² bajo la prueba de Tukey, donde la variedad Nazareno y Andino muestra mayor número de espigas por m² superando estadísticamente a las de más variedades. Los valores alcanzados por las variedades mencionadas son de 457.5 y 447.0 sin diferencia estadística entre las variedades mencionadas.

BRAGACH Y MENDEZ (2004) menciona que 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 semillas, poder germinativo, etc., pero como regla general y en promedio como densidad de siembra empírica se utiliza 120 kg. ha⁻¹, que con una germinación 95% y un peso de 1000 semillas de 38 a 40 gr., logra un porcentaje de emergencia de 80% en el campo y se obtiene unas 234 plantas por m², consideradas como óptimo para llegar a una cosecha de 400 a 500 espigas en seco y 600 bajo riego.

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

3.2.2 Índice de cosecha

Tabla 3.3 Análisis de variancia de índice de cosecha de las variedades evaluadas.

Canaan 2750 msnm

F.V.	G. L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	9	6.00	2.00	0.59	0.325 ns
Variedades	3	13.50	4.50	1.33	0.636 ns
Error	3	30.50	43.38		
Total	15	50.00			

C.V.= 4.9 %

La tabla 3.3 del ANVA muestra que no existe significación estadística en la fuente de variación de bloque ni de variedades, este resultado indica que no hay respuesta en el índice de cosecha en los diferentes genotipos. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento. Este índice representa la eficiencia productiva del grano en relación a la biomasa total de la planta.

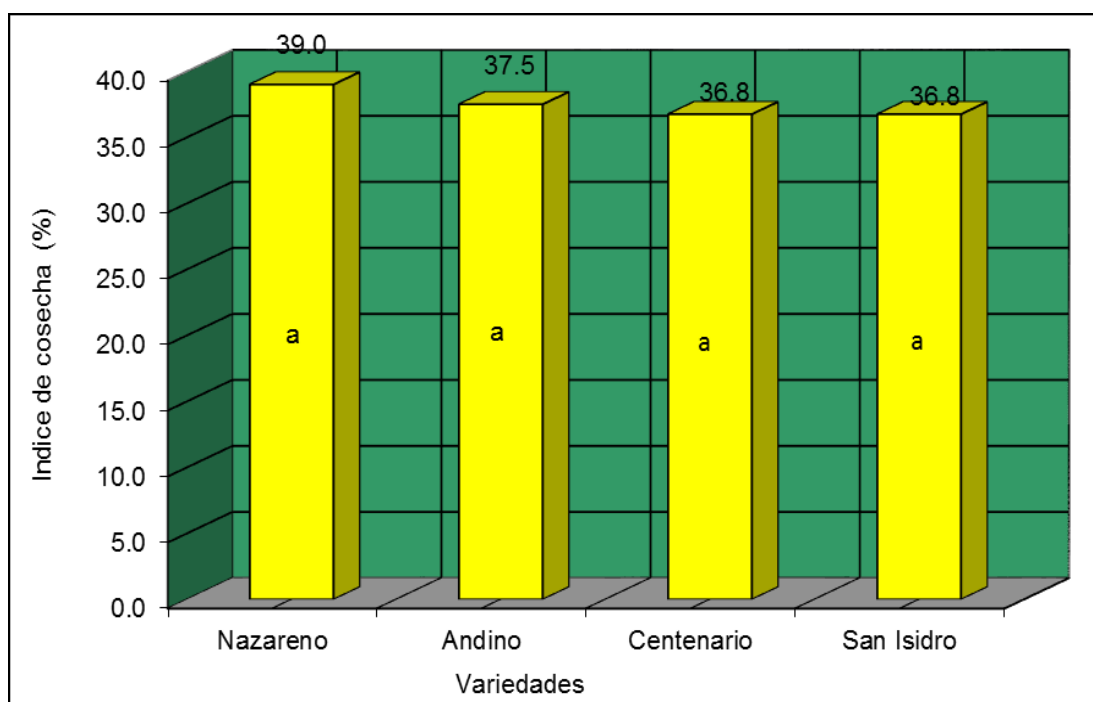


Figura 3.2 Prueba de Tukey de índice de cosecha en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm

La figura 2.2 muestra índice de cosecha a la prueba de Tukey, en donde la variedad Nazareno y Andino son las de mayor índice de cosecha, pero sin diferencia estadística. Este resultado muestra la respuesta del proceso de mejoramiento genético de estas variedades que manifiestan su eficiencia productiva.

El término índice de cosecha introducido por DONALD (1962) expresa el rendimiento económico (granos) en porcentaje del rendimiento biológico (materia seca total de la parte aérea a la madurez)

Por otra parte, WALLECE Y MUNGER (1966) afirma que hay evidencias de que el éxito de mejoramiento de variedades altamente productivas se ha debido en parte, a

una selección inconsciente para un índice de cosecha más alto, particularmente cuando los órganos reproductivos tales como el grano de trigo, son partes de la planta que poseen interés económico.

3.2.3 Peso hectolitrico

Tabla 3.4 Análisis de variancia de peso hectolitrico de las variedades evaluadas.
Canaan 2750 msnm

F.V.	G. L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	1.25	0.416	1.15	0.379 ns
Variedades	3	13.25	4.416	12.23	0.001 **
Error	9	3.25	0.361		
Total	15	17.75			

C.V.= 0.77 %

El peso hectolitrico es la variable que indica un buen llenado del grano y buena calidad harinera. La tabla 3.4 del ANVA muestra alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, este resultado indica respuesta diferente de los genotipos en el peso hectolitrico. El coeficiente de variación revela buena precisión en el análisis de la variable estudiada. El análisis se efectuó con la balanza de peso hectolitrico Ohaus.

En la tabla 3.4 muestra peso hectolitrico bajo la prueba de Tukey, en donde el cultivar local, Nazareo y Andino muestran un mayor peso sin diferencia estadística entre ellos, pero superando estadísticamente a las variedades Centenario y San Isidro.

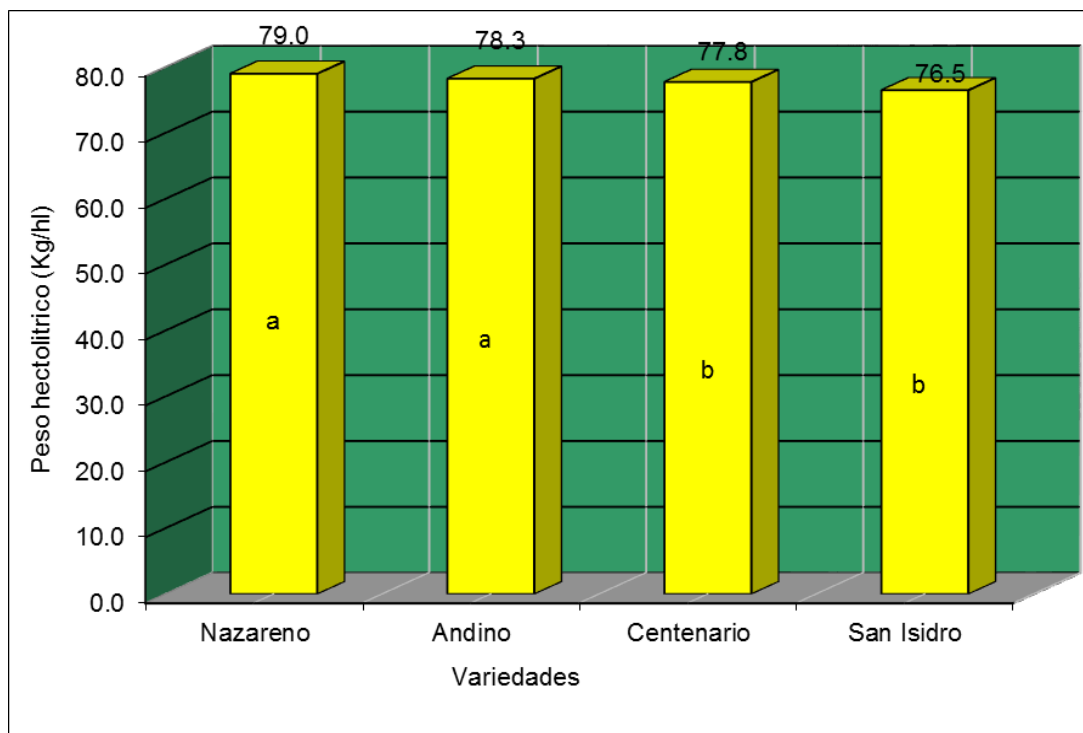


Figura 3.3 Prueba de Tukey de peso hectolitrico en las diferentes variedades de trigo. Laboratorio de semillas del PICAL, 2750 msnm

NORIEGA (1995) menciona que el peso hectolitrico mide el peso específico del trigo que nos indica buena calidad del trigo y según los genotipos varían en su peso.

CAMPILLO Y JOBET (2005) encontró al sur de Chile durante dos campañas de evaluación con un cultivar de trigo de alto rendimiento (*Triticum aestivum* L) que se nota un incremento relativo en el peso hectolítico del trigo con la aplicación de dosis altas ($200-250 \text{ N kg ha}^{-1}$) fraccionadas en cuatro partes del cultivo, pero sin diferencia estadística entre estas dosis, tomando valores de 80.5 kg ha^{-1} y 80.1 kg ha^{-1} . Los valores obtenidos en el presente experimento son mayores, esto debido a que en los suelos de pampa de arco la siembra es anual y existe fuerte interacción entre la preparación del suelo y la alta fertilización que incrementa la calidad del grano. En el presente experimento conducido en la localidad de Canaan el peso hectolitrico de las variedades evaluadas muestran resultados semejantes que nos manifiestan la adaptación de los genotipos introducidos y la buena calidad de los granos de trigo.

3.2.4 Longitud de grano

Tabla 3.5 Análisis de variancia de longitud de grano de las variedades evaluadas.
Canaan 2750 msnm

F.V	G. L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	0.00012	0.00004	0.056	0.9725 ns
Variedades	3	0.038	0.012	16.9	<.0001**
Error	9	0.0064	0.00071		
Total	15	0.045			

C.V.= 3.21%

La tabla 3.5 del ANVA muestra alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, este resultado indica respuesta diferente de los genotipos en longitud de grano. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento.

El primer eslabón de la cadena de granos, la producción, involucra tanto a la siembra como a la cosecha de granos, la calidad de granos más grandes, de mayor vigor, viabilidad estos aportan al éxito en la implantación del cultivo, ya sea que el tamaño sea establecido según su peso o mediante el uso de tamices, este último más relacionado con el diámetro de los granos. Estas medidas de tamaño son de equivalencia cuestionables, ya que el peso de grano de una determinada fracción de semillas obtenida por tamices, puede diferir no sólo entre cultivares sino también por las condiciones semillas obtenida por tamices. Además, que el tamaño del grano influye en el peso hectolitrico y la comercialización del trigo

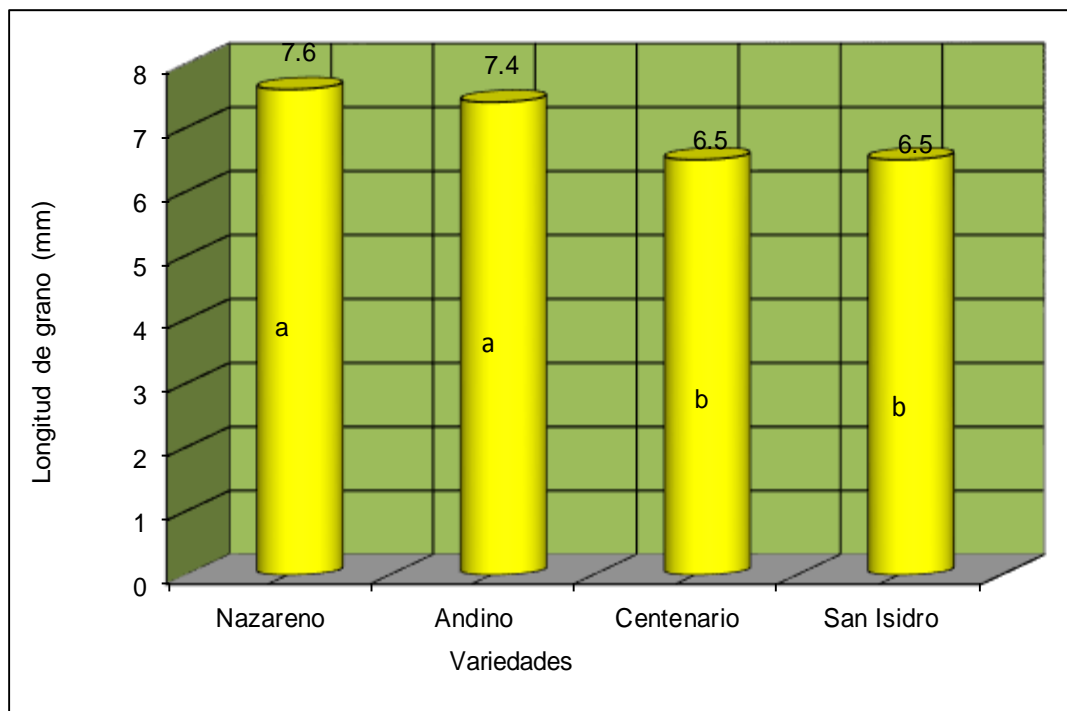


Figura 3.4 Prueba de Tukey de longitud de grano en las diferentes variedades de trigo. Canaan 2750 msnm

En la figura 3.4 muestra longitud de grano bajo la prueba de Tukey, en donde la variedad Andino, Nazareno y Cultivar local muestra mayor longitud de grano superando estadísticamente a las variedades Centenario y San Isidro.

Hevia (2002) menciona que el trigo es una cariósida de forma ovoide, algo aplastada en un extremo y provista de pilosidades cortas. El grano es alargado de 6 a 8 mm, de ancho 3 a 4 mm. El tamaño de los granos varía ampliamente según la variedad y la posición de la espiga. La parte de gran cuidado en el trigo es el surco ventral que recorre toda la longitud del grano y penetra hasta casi el centro del grano, este es un foco de entrada de microorganismos y el polvo. Nuestros trigos evaluados tienen esta característica. Se encontraron asociaciones positivas importantes de características de granos con el rendimiento entre ellos el ancho de grano, tipo de grano, forma de corte transversal de grano elipsoidal, forma de grano y peso de mil granos. Además, resaltar la relación negativa entre la profundidad del surco con el peso hectolítrico.

3.2.5 Peso de 1000 semillas

Tabla 3.6 Análisis de variancia de peso de 1000 semillas de las variedades evaluadas. Canaán 2750 msnm

F.V	G.L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	4.2726	1.424	1.03	0.422 ns
Variedades	3	120.3915	40.287	29.26	<.0001 **
Error	9	137.5263	1.3763		
Total	15	137.5264			

C.V.= 2.54 %

La tabla 3.6 del ANVA muestra alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, este resultado indica respuesta diferente de los genotipos en peso de 1000 semillas. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento.

En la figura 3.5 muestra peso de 1000 semillas bajo la prueba de Tukey, en donde la variedad nazarena muestra un valor de 49.960 g el mayor peso de 1000 semillas superando estadísticamente a las de más variedades. La variedad Andino y Centenario muestran un buen peso con un valor de 46.8 g y 45.5 g respectivamente.

CONTRERAS (2004) reporta para el parámetro de calidad peso de 1000 semillas, La variedad Gavilán obtiene 43.34 gr. y la línea INIA un peso de 40.96 gr los valores obtenidos en el experimento son superiores, esto debido al manejo agronómico y la conducción bajo riego por inundación que ha repercutido en la variable mencionada

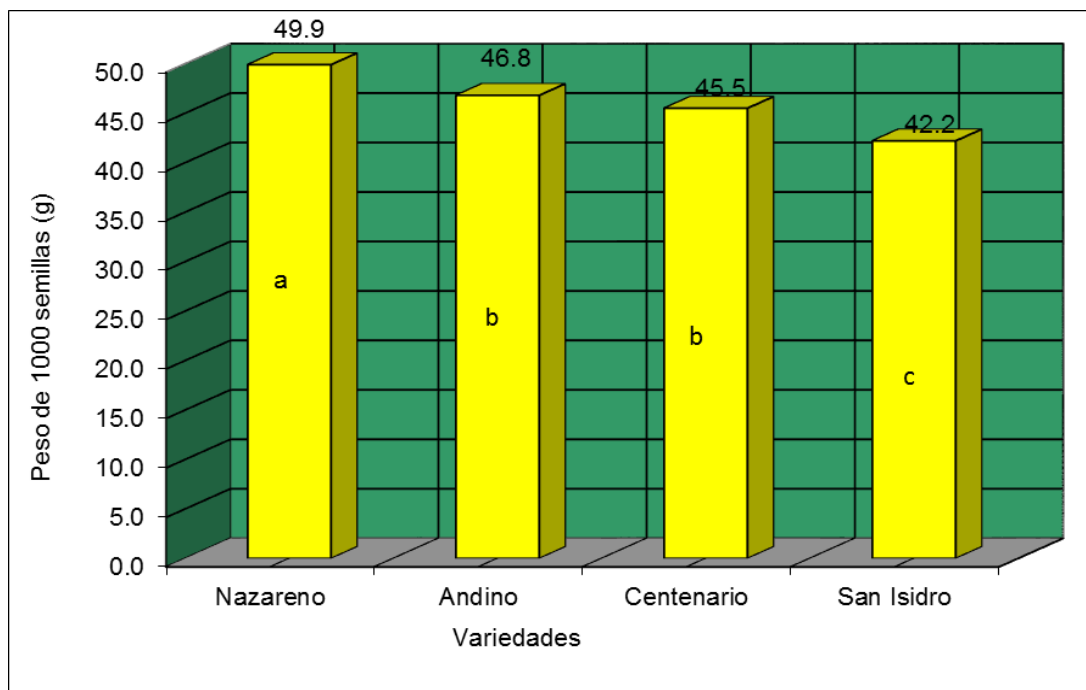


Figura 3.5 Prueba de Tukey de peso de 1000 semillas en las diferentes variedades de trigo. Canaán 2750 msnm

INFANTE (1986) indica que el peso de 1000 granos para trigos nacionales es de 31 a 45 g. Los resultados obtenidos en el presente experimento muestran que la gran mayoría de los trigos evaluados en la localidad de Canaan se encuentran dentro del rango.

BRAGACH Y MENDEZ (2004) indica que la densidad del trigo es un gran factor de gran importancia y esto depende de muchos factores como cultivar, ciclo, fecha de siembra, cultivo antecesor, agua disponible, fertilidad, tipo de siembra, peso de 1000 granos, poder germinativo, etc, pero como regla general y en promedio se utilizan 120 kg/ha que con un poder de germinación de 95% y un peso de 1000 semillas de 38-40 gramos, logrando un porcentaje de emergencia del 70% en el campo se obtienen unas 234 plantas por metro cuadrado, consideradas como óptimo para llegar a cosecha con 400 a 500 espigas por metro cuadrado en seco y 600 bajo riego.

Ahora bien, se ha demostrado en un ensayo bajo riego que para un mismo espaciamiento entre hileras el aumentar la densidad no aumenta el número de espigas dado que se reduce el número de macollos por planta, esto por la competencia. Los

autores mencionados después de numerosos experimentos obtienen los resultados mostrados al fertilizar con 140-100-120 de NPK.

Este resultado nos demuestra que el peso de 1000 semillas en el trigo es de gran importancia en la siembra.

NORIEGA (1995) reporta que el peso de mil semillas para las variedades Andino-INIAA, Gavilán y Nazareno fueron de 49.33, 40.00 g. y 43 g respectivamente, frente a los datos obtenidos en el presente trabajo La variedad Nazareno del experimento muestra un promedio de la variable en estudio un valor de 43.1 g, similar al obtenido por el autor mencionado

3.2.6 Rendimiento

Tabla 3.7 Análisis de variancia de rendimiento de las variedades evaluadas. Canaan 2750 msnm

F.V	G. L	SC	CM	FC	Pr>F
Bloque	3	380375.52	126791.84	3.82	0.0514 ns
Variedades	3	1623111.05	541037.02	16.29	0.0006 **
Error	9	298919.18	33213.24		
Total	15	2302405.75			

C.V.= 4.48%.

El rendimiento es la variable de mayor importancia en todos los cultivos, en la tabla 3.7 del ANVA muestra alta significación estadística en la fuente de variación de variedades, resultado que indica respuesta en los diferentes genotipos en el rendimiento de grano. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión del experimento permitiéndonos buena confianza en los resultados. No se ha encontrado diferencia estadística en bloque, pero por la cercanía del valor encontrado se puede indicar que las parcelas muestran uniformidad.

La figura 3.6 indica el rendimiento de grano en las diferentes variedades de evaluación bajo la prueba de Tukey. La variedad Nazareno y Andino son los genotipos sin diferencia estadística entre ellos los de mayor rendimiento, superando a

las variedades Centenario y San Isidro. Los resultados obtenidos demuestran la adaptación de estos cultivares muy difundidos en la zona triguera de Ayacucho.

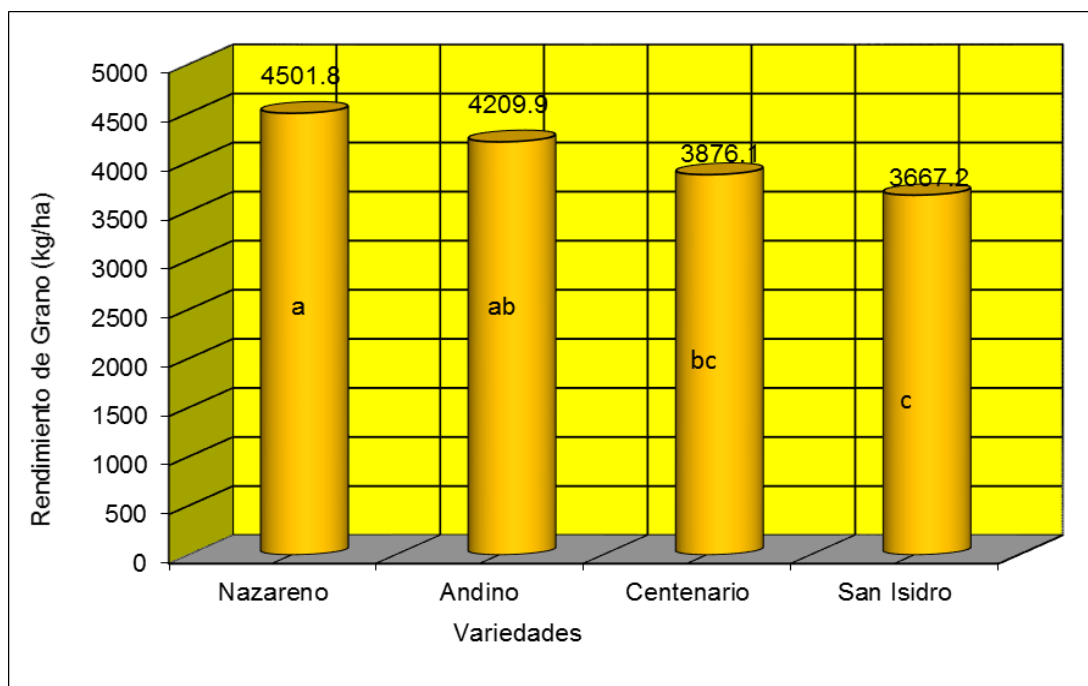


Figura 3.6 Prueba de Tukey de rendimiento en las diferentes variedades de trigo. Canaán 2750 msnm

CENTENO (2015) menciona los resultados obtenidos con la línea 944 que es una nueva línea que supera estadísticamente a todas las variedades evaluadas con una productividad de 6633.0 kg/ha. En una segunda opción está la línea 906, variedad Gavilán y la línea 946 con un rendimiento de 6058.6, 5955.3 y 5669.6 kg/ha de grano respectivamente. Estos resultados superan ligeramente a los obtenidos por el autor, este resultado se puede atribuir a un mayor nivel de fertilización y al tamaño de parcela experimental.

MARTINEZ (2012) en su trabajo, rendimiento y calidad de grano de cinco variedades de trigo, en tres densidades de siembra Canaán 2750 m.s.n.m. encontró que las variedades Gavilán, San Isidro, Centenario, Andino y Nazareno reportan un rendimiento de 4138.2, 4028.3, 3715.8, 3704.9 y 3105.4 kg/ha.

Los rendimientos de grano en el presente experimento son superiores, excepto en la variedad San Isidro que no se adapta bien a las condiciones climáticas del lugar.

SULCA (2009) menciona que en Canaán obtiene los rendimientos en el trigo variedad nazareno, 5007 kg/ha con los siguientes niveles de fertilización nitrogenada 40 – 50 – 50 en tres periodos de fertilización: a la siembra, pleno macollaje y elongación de tallo. En nuestro experimento también se obtiene rendimientos similares, con una sola fertilización al momento de la siembra.

POEHLMAN (1976) dice que el rendimiento es influenciado por todas las condiciones ecológicas que afectan el crecimiento de la planta, así como la herencia; además, la capacidad intrínseca del rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta como el macollaje, tamaño, densidad de espiga, el número de grano por espiguilla o el tamaño del grano. Sin embargo, estos componentes físicos del experimento, no pueden actuar aislado como índices de rendimiento unitario sino como expresión de la interacción de 3 variables: el número de espigas por unidad de superficie, el número de granos por espiga y el peso medio por grano.

PRATS Y CLEMMENT (1960) informa que las flores fértiles dependen de la evapotranspiración potencial, el cual influye en el número de granos que se forma a partir de la espiguilla. La evapotranspiración elevada debilita la fotosíntesis de las últimas hojas y de la espiga, el cual disminuye el peso de mil granos y por ende el rendimiento.

Tabla 3.8 Datos biométricos descriptivos promedio (\bar{X}), rango (R), Desviación estándar (D.E.) y coeficiente de variancia (C.V.) de las variables de rendimiento de las variedades de trigo. Canaan 2750 msnm

Variedad	Longitud de tallo (cm)				Longitud de espiga (cm)				Número de granos/espiga				Peso de grano/espiga (g)			
	\bar{X}	R	D.E	C.V	\bar{X}	R	D.E	C.V	\bar{X}	R	D.E	C.V	\bar{X}	R	D.E	C.V
	Cm	Cm	cm	%.	Cm	Cm	Cm	%.	cm	cm	cm	%.	Cm	Cm	cm	%.
Nazareno	73.50	52-90	7.03	9.5	7.66	5.0-10	1.2	15.6	41.9	21-63	9.8	23.4	2.15	1.02-3.17	0.52	24.2
Andino	69.90	53-85	5.93	8.5	7.16	5.0 -9.2	0.98	13.7	41.6	19-62	9.87	22.9	1.89	0.92-2.86	0.44	23.2
Centenario	66.05	48-95	6.65	10.1	7.61	4.5-10	1.4	18.6	40.7	17-58	9.8	24.1	1.83	0.68-2.72	0.50	27.4
San Isidro	67.20	45-82	8.89	13.2	7.60	3.5-9.8	1.31	17.2	41.0	14-61	10.9	26.4	1.74	0.56-2.83	0.47	27.2

Nota: \bar{X} = Promedio, R = Rango, D.E. = Desviación estándar, C. V. = Coeficiente de variación.

En la Tabla 3.8 muestra los datos biométricos de las variables relacionados al rendimiento, en el que la variedad Nazareno tiene los mayores valores en longitud del tallo, longitud de espiga, número de granos por espiga y el peso de granos por espiga. Las características de las variables le dan una gran ventaja en la productividad al cultivar Nazareno. Siendo la variable peso de grano/espiga el de mayor importancia en el pronóstico del rendimiento, este genotipo muestra valores de 2.15 g con un rango entre 1.02 y 3.17 g. Este resultado proporciona un buen estimador para el potencial del rendimiento.

3.3 REGRESIÓN DEL RENDIMIENTO DE TRIGO

Las regresiones se obtuvieron de una muestra de $n = 120$ plantas en las cuatro variedades evaluadas. La importancia de la obtención de regresión es su valor predictivo del rendimiento en función del número de granos por espiga. Además, si se tiene el número de espigas/m² podemos obtener el rendimiento promedio de una determinada variedad.

En la sierra los bajos rendimientos en el cultivo de trigo se deben principalmente a lo siguiente: Baja fertilidad de los suelos, mala preparación de terreno, no se abona, baja densidad de siembra (poca semilla), mala selección de semilla (mezclada, bajo poder germinativo, variedad, etc.), no se realizan las labores culturales en forma oportuna (deshierbo y cosecha). De lo mencionado toda actividad en el manejo del cultivo está centrado a obtener el mayor número de granos/espiga.

3.3.1 Andino

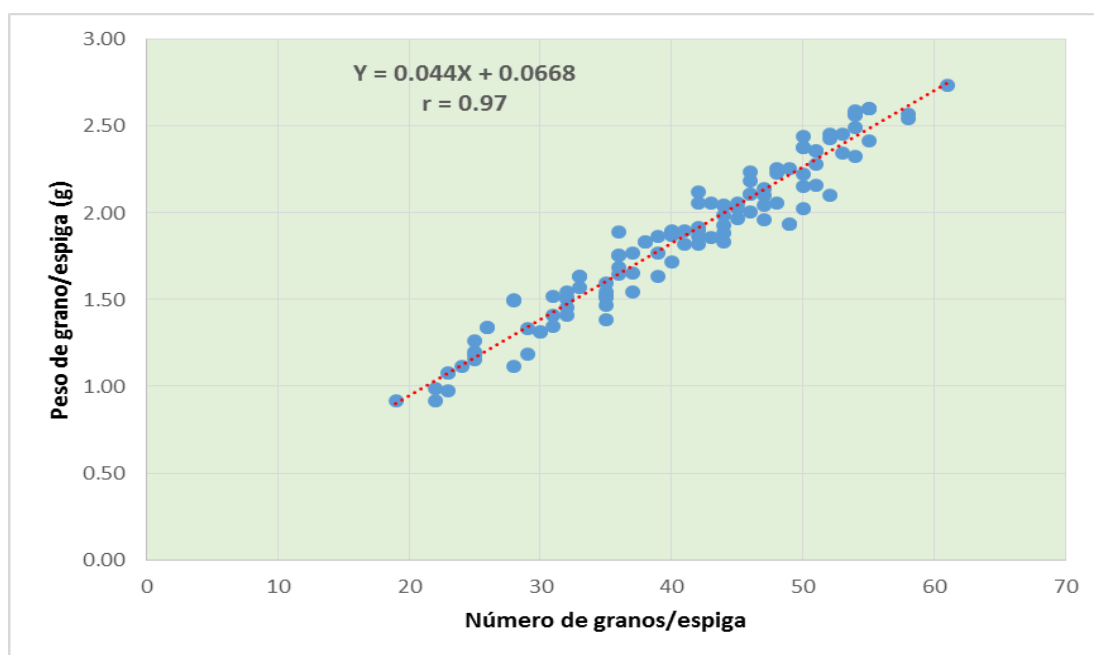


Figura 3.7 Regresión simple del peso de grano/ espiga (Y_i) en función del número de granos por espiga (X_1) en la variedad Andino. Canaan 2750 msnm

En la Figura 3.7 muestra la regresión lineal simple donde el peso de granos/espiga está fuertemente relacionado al número de granos/espiga. El resultado obtenido mediante el método Stepwiss, donde se eliminó las variables longitud de tallo y longitud de espiga. Los resultados de la regresión permiten calcular el rendimiento promedio que se puede alcanzar con esta variedad, siendo el valor de la productividad para un valor de 41.56 granos por espiga se lograría obtener un rendimiento de grano de la variedad Andino en un promedio de 8458.72 kg ha⁻¹.

3.3.2 Nazareno

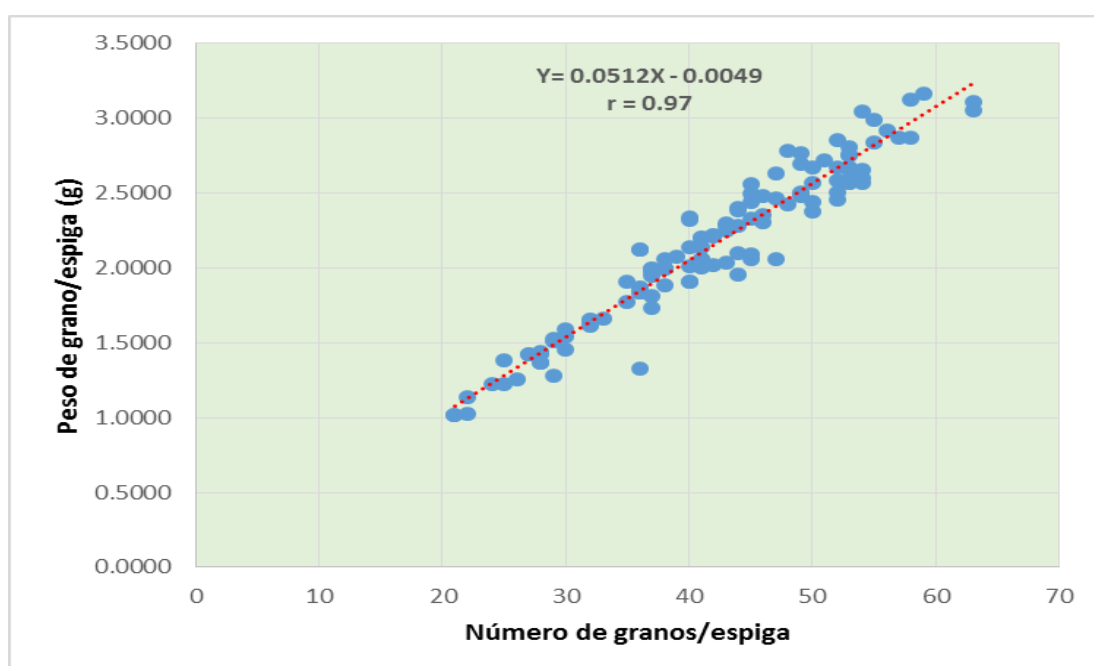


Figura 3.8 Regresión lineal simple del peso de grano/ espiga (Yi) en función del número de granos/ espiga(X1) en la variedad Nazareno. Canaan 2750 msnm

La regresión lineal simple del peso de grano en función del número de granos/espiga (figura 3.8) en el cultivar nazareno, se observa que solamente se ha incorporado una sola variable. Por lo tanto, esta variable influye directamente en el rendimiento. La predicción del rendimiento para un número de granos promedio de 41.97 se obtendrá un rendimiento de grano de 9808.63 kg/ha.

3.3.3 San isidro

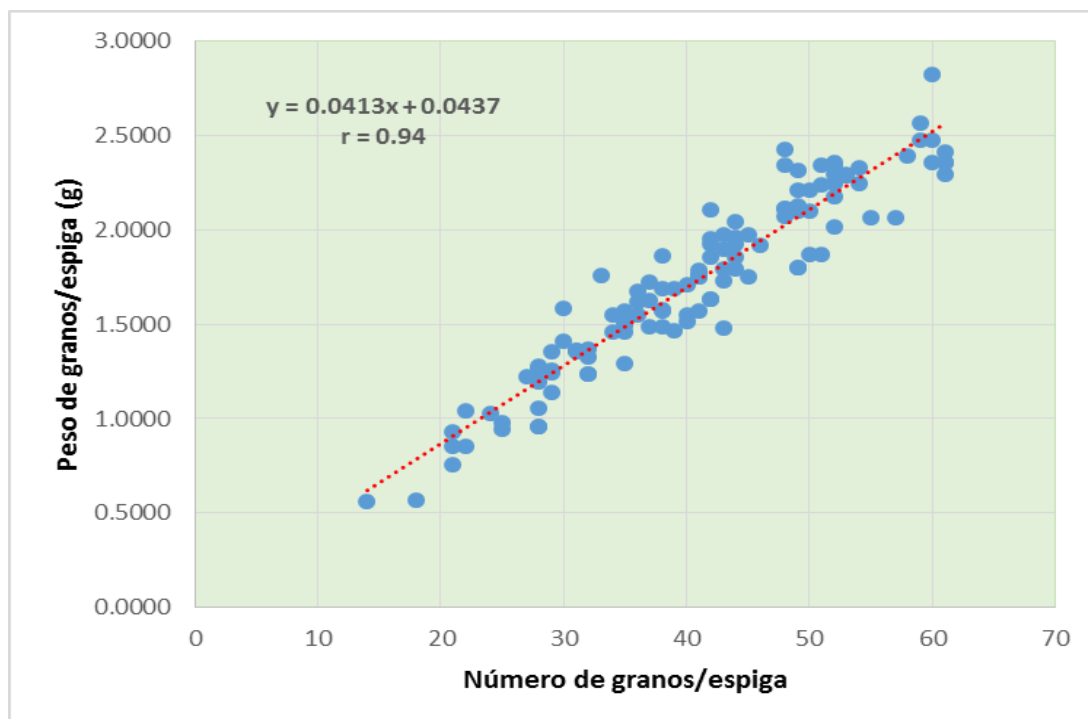


Figura 3.9 Regresión lineal simple del peso de grano/espiga (Y_i) en función de número de granos/ espiga(X_1) en la variedad San Isidro. Canaan 2750 msnm

En la figura 3.9 muestra el peso de granos/espiga en función únicamente de número de granos/espiga, donde la ecuación servir para predecir el rendimiento de grano para un promedio de la variable independiente. Ejemplo si se tiene 41.0 granos/espiga en promedio, entonces se tendrá un rendimiento de $6791.67 \text{ kg ha}^{-1}$.

3.3.4 Centenario

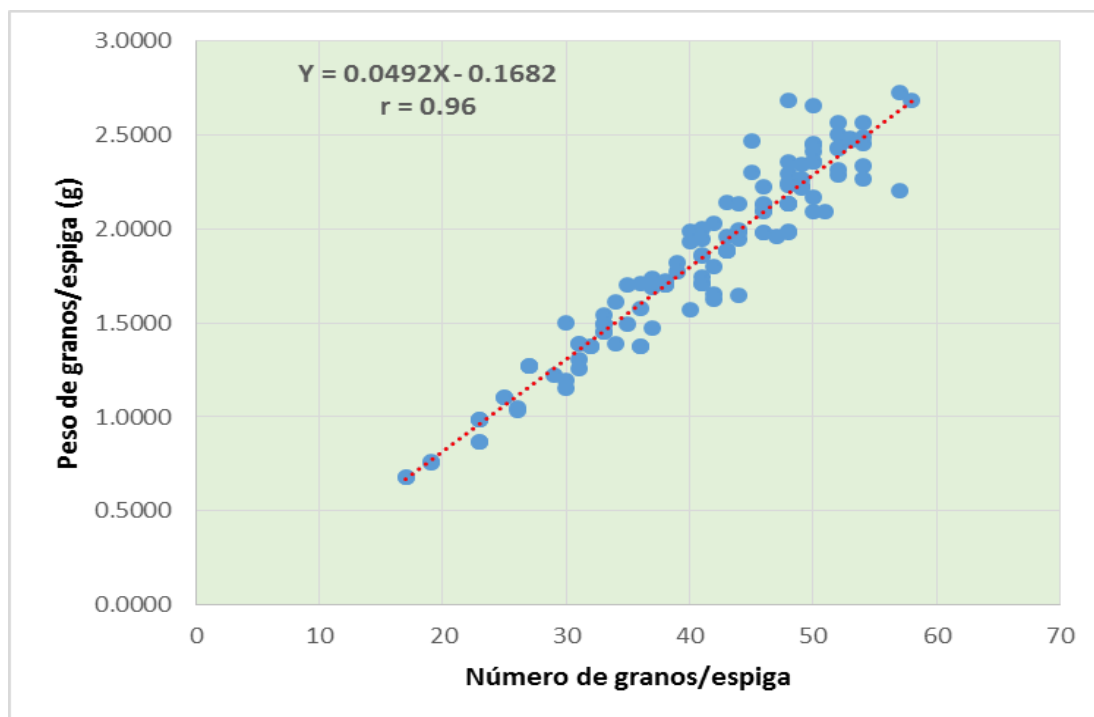


Figura 3.10 Regresión lineal simple de rendimiento de grano/espiga (Y_1) en función de número de granos por espiga (X_1) en la variedad centenario. Canaan 2750 msnm

En la figura 3.10 muestra el peso de granos por espiga en función únicamente de número de granos por espiga, donde la ecuación servirá para predecir el rendimiento de grano para un promedio de la variable independiente. Ejemplo, si se tiene un promedio de 40.69 granos/espiga, entonces se tendrá un rendimiento de 7417.51 kg ha^{-1} . Las predicciones conseguidas son obtenidas, además, por la variable número de espigas por m^2 que es la que estima la población de plantas en una hectárea.

3.4 MERITO ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

Tabla 3.9 Merito económico de los tratamientos, costo de producción, rendimiento por hectárea y rentabilidad

Variedades	Costo de (S/) Producción	Rdto Kg.ha⁻¹	Precio en chacra (S/)	Valor de Venta (S/)	Utilidad Bruta (S/)	Rentab. %
Nazareno	3300.5	4501.8	2.0	9003.60	5703.10	172.8%
Andino	3300.5	4209.9	2.0	8419.80	5119.30	155.1%
Centenario	3300.5	3876.1	1.8	6976.98	3676.48	111.4%
San Isidro	3300.5	3667.2	1.8	6600.96	3300.46	100.0%

La tabla 3.9 presenta los costos de producción de las variedades estudiados en trigo, donde se observa los costos de producción, rendimientos, valor de venta del producto, utilidad y rentabilidad. La mayor rentabilidad se obtiene en la variedad Nazareno y Andino, mostrándonos los valores de 172.8% y 155.1% y seguido por las variedades Centenario y San Isidro. La mayor utilidad bruta se consigue con las dos primeras variedades, que tiene un mayor rendimiento de grano obteniendo un valor de 4501.8 y 4209.9 kg ha⁻¹, seguido por las variedades Centenario y San Isidro con un rendimiento de 3876.1 y 3667.2 kg ha⁻¹. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la mayor rentabilidad encontrada se debe a la óptima adaptación del varietal del cultivo.

CONCLUSIONES

1. La madurez fisiológica se inicia a 98 días y finaliza a 115 días después de la siembra. La cosecha se efectuó a los 130 días después de la siembra.
2. Las variedades Nazareno y Andino muestra mayor número de espigas / m², con valores de 457.5 y 447.00, superando estadísticamente a las de más variedades demostrando un buen potencial de rendimiento.
3. Los cultivares Nazareno y Andino numéricamente muestran mayor índice de cosecha, con valores de 39.0%, 37.5% superando a las demás variedades. Este resultado muestra la respuesta al mejoramiento genéticos de estas variedades que muestran su eficiencia productiva.
4. Los cultivares, Nazareno y Andino muestran un mayor peso hectolitrico con valores de 79.00 y 78.30 kg.ha⁻¹, superando estadísticamente a las variedades Centenario y San Isidro que obtuvieron un valor de 77.80 y 76.50 kg.ha⁻¹.
5. Las variedades Andino y Nazareno muestran una mayor longitud de grano con valores de 7.6 y 7.4 mm, superando estadísticamente a las variedades Centenario y San Isidro, que obtuvieron un valor inferior de 6.5 y 6.5 mm.
6. En el peso de 1000 semillas la variedad Nazareno presenta el mayor valor, con un valor de 49.9 g, clasificando como grano “grande”.
7. Las variedades Nazareno y Andino son los genotipos con mayor rendimiento con valores de 4501.8 y 4209.9 kg. ha⁻¹, superando a las variedades Centenario y

San Isidro que obtuvieron un valor de 3876.1 y 3667.2 kg. ha⁻¹. esto hace que sean de mejor adaptación a las condiciones de Canaan.

8. Las variedades Nazareno, Andino, Centenario y San Isidro muestran una arquitectura de plantas de tallo corto con valores de 73.5, 69.9, 66.05 y 67.20 cm, ventaja que es apropiada para responder a altos niveles de fertilización nitrogenada.
9. En lo concerniente a las regresiones se demuestra que el número de granos/espiga con alta correlación con el peso de grano/espiga son los que estiman el rendimiento de grano con mayor aproximación.
10. En lo referente al mérito económico, con la variedad Nazareno se obtiene la mayor rentabilidad con 172.8 %.

RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones del lugar del experimento se recomienda lo siguiente:

1. Difundir el uso de las variedades Nazareno, Andino y Centenario por su buena adaptación en el rendimiento.
2. Recomendar las variedades mencionadas por su precocidad, buena adaptación y buena calidad harinera, además para el consumo directo del poblador andino.
3. La siembra de estas variedades se debe realizar con una buena fertilización de acuerdo a las necesidades del cultivo y un adecuado manejo del cultivo. Esto debido a que las variedades evaluadas fueron seleccionadas para responder a niveles altos de fertilización y adecuado manejo agronómico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASOCIACIÓN ARGENTINA DE PROTRIGO 2008.** Calidad panadera.
<http://www.aaprotrigo.org/calidad%20panadera/gluten.htm>
- BAZAN DE SEGURA, C. 1965.** Enfermedades de cultivos tropicales y sub tropicales. edit. Jurídica s.a. Lima - Perú.
- BIBLIOTECA AGRICOLA. 1998.** 2da edición Idea Books. Barcelona – España.
- BIDWALL, R.G. 1983.** Fisiología vegetal 2da edición 784 pp
- BRAGACH, M. y MENDEZ, A. 2004.** Siembra de trigo con sembradora-abonadora. Proyecto agricultura de precisión. INTA MANFREDA. Córdoba – Argentina.
- CAMPBELL, S. 1974.** Proceedings esatem Washington fertizar and pesticide. USA, State University, Pullman.
- CAMPILLO, R. Y JOBET, F. 2005.** Fertilización nitrogenada para trigo de alto rendimiento potencial en Andisoles de la región de la Araucanía Chile. Boletín.
- CARITAS DEL PERU. 2007.** Cultivo de la Arveja en la sierra. Grafica Filadelfia E.I.R.L. Huancavelica -Perú.
- CENTENO, F. 2015.** Comparativo del rendimiento y calidad de grano de cuatro líneas avanzadas de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.) en Canaán a 2735 msnm. INÍA – Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- CIMMYT. 1983.** Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. México.
- CONDORI citado por CONTRERAS, J. 2004.** Comparativo de cinco variedades de trigo Harinero (*Triticum vulgare*), Canaán 2750 m.s.n.m. Ayacucho-Perú. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH.
- CONTRERAS, J. 2004.** Comparativo de cinco variedades de trigo Harinero (*triticum vulgare*) CANAAN, 2750 m. s. n. m. Ayacucho –Perú tesis Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- CONSEJO DE SEMUILLEROS MEXICANOS. 2008.** Trigo.
<http://www.consemex.com.mx/trigo.htm>

CONSEJO DE SEMILLEROS MEXICANOS 2008

<https://www.cylex.mx/irapuato/consejo+de+semilleros+mexicanos%2C+s.a.+de+c.v-11074511.html>

- DE LA CRUZ, H. 1992.** Respuesta a densidad de siembra y fórmulas de abonamiento de dos cultivares de trigo (*triticum aestivum*), en Canaán 2750 m.s.n.m. Ayacucho Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho – Perú.
- DENDY, D. A. 2004.** Cereales y productos derivados, Química y tecnología. Zaragoza, España: Acriba
- DONALD, C. M. 1962.** The biological yield and harvest index of celerals as agronomic and plant breeding criteria. Adv. In Agron. 28: 361 – 405.
- ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1999.** Editorial Océano.
- FAIGUENBAUM, H. 1990.** Labranza, nutrición y riego un triángulo virtuoso. Revista Grupo Agro. Universidad de Chile
- FAO 1991.** Producción de trigo primaveral en el Perú. Ministerio de Agricultura. Lima- Perú.
- FERNANDEZ, G. J. (2000).** Enciclopedia práctica de agricultura y la ganadería. Océano Grupo Editorial, S.A. España.
- FRASCHIA, J Y FORMICA M. 2006** Espigas con madurez fisiológica en Trigo. Boletín Técnico N° 15. INTA – Córdoba, Argentina.
- FUERTE, M. 2006.** Fisiología del cultivo de Trigo y calidad bajo diferentes regímenes de fertilización nitrogenada. Universidad Técnica de Navarra-España.
- GALDOS, M. (2007).** La problemática del Trigo. Sub director regional de la asociación de Trigo de los Estados Unidos (U.S. Wheat Associates).
- GISPERT, C. 1984.** Biblioteca práctica agrícola y ganadera. Barcelona, Océano-Éxito.
- GOMEZ. P. L. 2004.** Cultivo de trigo en la sierra peruana. Grafica Curisinchi. Huancavelica – Perú.
- GOMEZ. P. L. 2014.** El cultivo de trigo en el Perú y sus requerimientos hídricos. Facultad de Agronomía. Programa de Cereales y Granos Nativos. UNA La Molina Lima-Perú.

- GONZALES, E. 1979.** Estudio comparativo de 20 Variedades y Líneas de Trigo en Parabamba (Ancash). Tesis Ing. agrónomo. UNA La Molina. Lima – Perú.
- GRUPO OCÉANO EDITORIAL, (1999).** Enciclopedia práctica de la agricultura y la ganadería. Océano grupo editorial. Barcelona, España.
- HERNA, J. 1977.** Comparativo de Variedades de Trigo. Arequipa - Perú.
- HEVIA, H. 2002.** Componentes químicos y algunas propiedades físicas del grano de trigo y su relación con la funcionalidad de las harinas. Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
- HOSENEY, R. 1991.** Principios de ciencia y tecnología de los cereales. Edit. Acribia.
- IBAÑEZ, A. y AGUIRRE, Y. (1983).** Manual de práctica de fertilidad de suelos, programa académico de agronomía. UNSCH. Ayacucho – Perú.
- INFANTE, R. G. 1986.** Caracterización físico químico del grano de trigo invernal (*triticum aestivum*) procedente del altiplano. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. UNALM. Lima – Perú. pp. 13 –
- INFOAGRO, 2007.** El Cultivo de trigo.
<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/trigo.htm>
- INIA 2007.** Trigo INIA 418- El Nazareno, Características Agronómicas. Estación experimental Canaán Ayacucho. Editorial INIA. Repositorio Institucional.
- INTA. 2002.** El Perfil Tecnológico de la Producción Agropecuaria Argentina. 1992, 1996, 2001. Instituto de Economía y Sociología Rural. E. Cap (Ed.) On CD-Rom.
- JARA, V. J. 1993.** Cultivo del trigo en la sierra del Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Lima - Perú.
- MANUAL PARA LA EDUCACIÓN AGROPECUARIA, 2002.** Manejo Agrícola del Trigo. INTA. Alto Valle. Ruta Nacional 22 Km 1190, Allen, Río Negro, Argentina
- MARTINEZ – RUEDA, C. G. 2011.** Eficiencia en la selección indirecta en el mejoramiento de trigo para condiciones limitantes y no limitantes de humedad. Rev. Fitot. Mex. 27, 191 – 199.

- MARTINEZ, B. 2012.** Rendimiento y calidad de grano de cinco variedades de trigo (*Triticum aestivum*), en tres densidades de siembra Canaán 2750 m.s.n.m. Ayacucho – Perú.
- NORIEGA, K.G. 1995.** Evaluación del rendimiento y otras características de 25 líneas en trigo harinero en la Costa Central. Tesis. Ing. Agrónomo. UNA La Molina. Lima, Perú.
- PARODI, P. Y. ROMERO, L. 1991.** Producción de trigo primaveral en el Perú. Lima. Manual Técnico. FAO – Lima.
- PARSONS, D. 1989.** Trigo, cebada, avena. Manual para Educación Agropecuaria. Edit. Trillas. México.
- POHELMAN, J.M. 1 976.** Mejoramiento genético de las cosechas. Edit. Limusa S.A. México.
- PRATS, J. y CLEMMENT, M. 1 960.** Los cereales. Edit. Mundi Prensa. Madrid-España.
- RODRIGUEZ, C. y DICIOCCO, 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.
- SAKAMURA, T. 1918.** Kurse mitteilung uber die chromosomenzahl und dte verwandtschaftet verhaltnisse der triticum - arte - bod mag. Tokyo. 32: 150 - 153.
- SULCA, R 2009.** Regímenes de Fertilización Nitrogenada en el Cultivo de Trigo ((*Triticum aestivum* L). Canaan 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo UNSCH. Ayacucho-Perú
- TRAVIS, D 1992.** Estadios de crecimiento del cultivo de trigo. Identificación y su entendimiento para mejor manejo de los cultivos. Traducido de Better Crops with Plant Food. Potash and potasphate Instititute (PPI), Norcross, GA, EEUU. Department of Soil and Crop Sciencies, Texas A & M University College Station
- VILLANUEVA, R. 1978.** Resultados de la experimentación de Cereales en Apurímac. Ministerio de Agricultura. Lima – Perú.
- WALLACE, D.H. Y H.M. MUNGER (1966).** Studies of the physiological basis for yield diferences. II. Variation in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. *Crop Science* 6: 503-507.

ZADOKS, J.C., CHANG, T.T. & KONZAK, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weeds Res.*, 14: 415.

ANEXOS

Anexo 1 Costo de producción de una hectárea de trigo

N°	Actividades	Unidad	cantidad	Costo	Parcial (s/.)	total (s/.)
		Medida		Unitario (S/.)		
I.	Costos directos					2870,00
1,1	(Tractor)					420,00
	Arado con disco	Hr/maq.	4,0	70,00	280,00	
	Cruza y desterronado	Hr/maq.	2,0	70,00	140,00	
1,2	MANO DE OBRA					920,00
1.2.1	Siembra				440,00	
	Abonamiento	Jornal	2,0	30,00	60,00	
	Siembra	Hr/maq	2,0	70,00	140,00	
	Desmalezado (2)	Jornal	8,0	30,00	240,00	
1.2.2	Cosecha				480,00	
	Corte	Jornal	5,0	30,00	150,00	
	Trilla	Jornal	6,0	30,00	180,00	
	Venteadado	Jornal	5,0	30,00	150,00	
1,3	INSUMOS					1530,00
1.3.1	Semilla	Kg	120	2,50	300,00	
1.3.2	<u>Fertilizantes: NPK</u>				1230,00	
	Urea	Saco	6	80	480,00	
	superfosfato triple	Saco	5.5	60	330,00	
	Cloruro Potasio	Saco	2	150	300,00	
1.3.3	Costal					
	Costal	unidad	80	0.50	40,00	
1.3.4	Transporte					
	Fertilizantes	global	1	80	80,00	
II.	Costo indirectos					430.50
2,1	Gastos Administrativos (10 %)					287,00
2,2	Imprevistos (5%)					143.50
TOTAL DE COSTO DE PRODUCCION (S/.)						<u>3300.50</u>

Anexo 2 Panel fotográfico



Foto 1 Preparación del terreno con tractor Agrícola. Canaan 2750 msnm



Foto 2 Delimitación de bloques y surcado a 0.30 m. la unidad experimental. Canaan 2750 msnm



Foto 3 Siembra a surco corrido del trigo a una densidad de 120 kg/ha Canaan 2750 msnm



Foto 4 Abonamiento con NPK después de la siembra del trigo. Canaan 2750 msnm



Foto 5 Riego por inundación después de la siembra. Canaán 2750 msnm



Foto 6 Momento oportuno para realizar el primer deshierbo en forma manual.
Canaán 2750 msnm



Foto 7 Plantas de trigo en plena formación de grano. Canaan 2750 msnm



Foto 8 Cosecha con corte en forma manual. Canaan 2750 msnm



Foto 9 Traslado en forma manual para ser llevado al lugar de la trilla. Canaán 2750 msnm



Foto 10 Trillado en forma manual y venteo, para seleccionar la semilla. Canaán 2750 msnm