

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DEL SISTEMA DE SIEMBRA Y DE DOS VARIEDADES
EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN
CAJAMARCA.**

TESIS

Para optar el título profesional de

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller

ELFER NEIRA HUAMÁN

ASESOR

Ing. M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas

CAJAMARCA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A mis padres quienes me apoyaron todo el tiempo, pues es a ellos a quienes se las debo por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la universidad nacional de Cajamarca y al cuerpo de profesores que inculcaron en mi los conocimientos necesarios para hacer investigación.

ÍNDICE

Indice de cuadros	v
Indice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de Investigación.....	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivo de la Investigación	3
1.5. Hipótesis de Investigación	4
CAPITULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades del cultivo.....	5
2.2. Tecnología de cultivo	6
2.3. Producción nacional	17
2.4. Rendimiento.....	17
CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Ubicación del e xperimento	20
3.2. Materiales.	20
3.3. Metodología.	21
3.4. Conducción del experimento	23
3.5. Variables e indicadores	24
3.6. Toma de datos.....	24
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSION	26
4.1. Rendimiento de trigo en grano seco.....	26
4.2. Rendimiento en gavilla (grano más paja)	33
4.3. Espigas por m ²	36
4.4. Longitud de espiga	38
4.5. Granos por espiga	41

4.6.	Peso de grano por espiga de trigo.....	43
4.7.	Altura de planta.....	45
CAPITULO V. CONCLUSIONES.....		48
CAPITULO VI. LITERATURA CITADA.....		49
ANEXOS.....		51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 08.	Tratamientos en estudio.....	21
Cuadro 09.	Esquema del analisis de varianza.....	22
Cuadro 10.	Resumen de variables evaluadas.....	24
Cuadro 13.	Rendimiento de trigo en grano seco.....	26
Cuadro 14.	Rendimiento en grano seco (Kg/ha) organizado para el analisis factorial.....	28
Cuadro 15.	ANOVA del rendimiento de trigo en grano seco.....	29
Cuadro 16.	Prueba de Duncan aplicada a las medias de los sistemas de siembra.....	31
Cuadro 17.	Resultados del rendimiento en gavilla (paja mas grano).....	33
Cuadro 18.	Rendimiento en gavilla por variedades y sistemas de siembra.....	34
Cuadro 19.	Análisis de varianza del rendimiento en gavilla.....	34
Cuadro 20.	Pruebas de Duncan aplicada a los efectos independientes de sistemas de siembra.....	35
Cuadro 21.	Numero de espigas por m ²	36
Cuadro 22.	Espigas por m ² (variedad y sistemas de siembra).....	37
Cuadro 23.	Análisis de varianza del número de espigas por m ²	37
Cuadro 24.	Pruebas de Duncan aplicada a los efectos independientes de sistemas de siembra.....	38

Cuadro 25. Longitud de espiga de trigo.....	39
Cuadro 26. Datos de longitud de espiga para el análisis factorial	39
Cuadro 27. Análisis de varianza de la longitud de espiga de trigo	40
Cuadro 28. Granos por espiga de trigo	42
Cuadro 29. Datos ordenados para el análisis factorial	42
Cuadro 30. Análisis de varianza del número de granos por espiga de trigo	42
Cuadro 31. Peso de grano por espiga.....	44
Cuadro 32. Datos del peso de grano por espiga ordenados para el análisis del factorial.....	44
Cuadro 33. Análisis de varianza del peso de granos por espiga de trigo	45
Cuadro 34. Altura de planta de trigo.....	46
Cuadro 35. Datos de altura de planta ordenados para el análisis factorial.....	46
Cuadro 36. Análisis de varianza de la altura de planta de trigo.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento en grano seco de trigo.....	31
Figura 2. Longitud de espiga.....	41
Figura 3. Numero de granos por espiga.....	43
Figura 4. Altura de planta	47

RESUMEN

En el Centro de Investigación y Educación Agraria “La Victoria”, de la Universidad Nacional de Cajamarca, Distrito, Provincia y Región de Cajamarca; se ejecutó el presente proyecto de investigación científica, que tuvo los siguientes objetivos: a) Determinar el efecto del sistema de siembra en el rendimiento de trigo. b) Determinar el efecto de la variedad, en el rendimiento de trigo. c) Determinar el efecto de la interacción de sistema de siembra por variedad en el rendimiento de trigo. Los factores en estudio fueron: Dos variedades: INIA 422 e INIA 434; Cuatro sistemas de siembra: Siembra al voleo, siembra en líneas a 0.40 m de distancia, siembra en surcos a 0.80 m y una hilera de plantas por surco, siembra en surcos de 0.80 m y dos hileras de plantas sobre cada surco. El diseño Experimental usado fue el de Bloques Completos al Azar, con 3 repeticiones. Las variables evaluadas son: Rendimiento en grano seco, rendimiento en gavilla (grano más paja), espigas por m^2 , longitud de espiga, granos por espiga, peso de grano por espiga y altura de planta. Al final se llegó a las siguientes conclusiones: a) El rendimiento de trigo en grano seco, se ve afectado por el sistema de siembra, pero no por la variedad, tampoco por la interacción de variedad por sistema de siembra. Se puede usar en primer término el sistema de siembra al voleo y en segundo lugar el sistema de siembra en líneas a 0.40 m de distancia o el sistema siembra en surcos de 0.80 m de ancho y 2 hileras en cada surco. b) El rendimiento de trigo en gavilla (grano más paja), se ve afectado por la variedad y por el sistema de siembra, pero no por la interacción de variedad por sistema de siembra. La mejor variedad es INIA 422 y los mejores sistemas de siembra son: Siembra al voleo y siembra en línea a 0.40 m de distancia. c) La variedad y el sistema de siembra; afectan el número de espigas por m^2 . La mejor variedad es INIA 434 y el mejor sistema de siembra es la siembra al voleo. d) La longitud de espiga, el número de granos por espiga y la altura de planta, se ven afectadas por la variedad, pero no por el sistema de siembra ni por la interacción variedad por sistema de siembra. La mejor variedad es INIA 422.

Palabras clave: *trigo, INIA 422, INIA 434, siembra al voleo, siembra en surco, siembra en línea.*

ABSTRACT

At the Center for Agricultural Research and Education "La Victoria", of the National University of Cajamarca, District of Cajamarca province and region; This scientific research project was executed and had the following objectives: a) To determine the effect of planting system in wheat yield b) To determine the effect of the variety, wheat yield. c) To determine the effect of the interaction of planting system varietal wheat yield. The studied factors were: Two varieties: INIA INIA 422 and 434; Four planting systems: broadcast seeding, planting lines to 0.40 m apart, planting in rows to 0.80 m and a row of plants per row, row planting of 0.80 m and two rows of plants on each row. The experimental design was the randomized complete block with 3 replications. The evaluated variables are: Performance dry grain yield Sheaf (grain plus straw), spikelets per m², spike length, grains per spike, grain weight per spike and plant height. Eventually he reached the following conclusions: a) the production of dry wheat grain is affected by the seeding system, but not by the variety, not by the interaction of variety for planting system. It can be used in the system first broadcast seeding and secondly the seeding system lines to 0.40 m away or the system of planting in rows 0.80 m wide and 2 rows in each row. b) The production of wheat sheaf (grain plus straw), is affected by the variety and the planting system, but not by the interaction of variety for planting system. The best variety is INIA 422 and the best planting systems are: Planting and sowing broadcast online to 0.40 m away. c) The variety and planting system; affect the number of spikes per m². The best variety is INIA 434 and the best planting system is broadcast seeding. d) The spike length, number of grains per spike and plant height, are affected by the variety, but not by the seeding system or by the interaction variety planting system. The best variety is INIA 422.

Keywords: *wheat, INIA 422, INIA 434, broadcast seeding, planting furrow, planting online.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.), es una especie exótica en nuestro territorio, pero a través del tiempo ha logrado adaptarse tanto, que en la actualidad se considera un cultivo tradicional de la sierra. Su origen es asiático, extendiéndose luego a Europa, aproximadamente 3,000 años a.C. A Latinoamérica, llegó con la conquista de América por Cristóbal Colón (Gómez 2008).

El área sembrada con trigo en el país, según el Programa de Desarrollo Rural Sostenible de la GTZ (2007); en la sierra se encuentra el 97 % del área, y en la costa solo el 3 %.

Según el INEI (2014), en el 2013 el área total que se siembra con trigo en el Perú, fue de 153 640 ha y la producción llegó a 230 105 toneladas; con lo cual se cubre solo el 11 % de la demanda nacional. El 89 % restante de la demanda nacional se cubre con importaciones, que en el 2013 llegó a 1 805 215 toneladas.

Se estima que el 90 % de área sembrada con trigo en el país, es al seco, en suelos marginales de la sierra; se usa semilla no certificada y se carece de asistencia técnica (MINAG 2013). En cuanto al sistema de siembra el (MINAG 2011), describe tres modalidades de siembra: Al voleo, en líneas y en surcos.

En el Compendio Estadístico Perú (2014), se indica que el rendimiento promedio del trigo en el Perú es 1500 kg ha⁻¹; pero en otras fuentes se informa de mejores rendimientos, como Gómez (2008), quien informa de un rendimiento de 8 t ha⁻¹, obtenido en Lima – La Molina, usando alta tecnología, que incluyó variedades mejoradas y la siembra en surcos.

Lo expuesto en los párrafos anteriores, muestra la importancia del cultivo de trigo en la sierra Peruana y la posibilidad de aumentar el rendimiento manejando algunos componentes de la tecnología de cultivo y a la vez nos motivó proponer el presente trabajo, con la finalidad de evaluar el efecto del sistema de siembra y de dos variedades de trigo en Cajamarca.

3.1. Problema de Investigación

El sistema de siembra de trigo que predomina en el Perú es la siembra al voleo, al seco, en suelos marginales, usando semilla no certificada y sin asistencia técnica (MINAG 2013). A la vez el MINAG (2011), en su “Manual Técnico Manejo y Fertilidad de Suelos – Cereales y Granos Andinos” refiere que en el Perú se usan los sistemas de siembra: al voleo, en línea y en surcos; de los cuales se carece de experiencias en la región Cajamarca.

El Programa de Desarrollo Rural Sostenible de la GTZ (2007), recomienda usar 160 kg ha^{-1} , de semilla, en el sistema de siembra al voleo.

El INEI (2014), refiere que en el Perú, se obtiene un rendimiento promedio de 1500 kg ha^{-1} , y según el MINAG (2013), en el 2012 se obtuvo un rendimiento promedio de $1,489 \text{ kg/ha}$.

Gómez (2008), refiere rendimientos obtenidos en La Molina – Lima ($8\ 000 \text{ kg ha}^{-1}$) y en Cuzco se obtuvo $5\ 000 \text{ kg ha}^{-1}$.

Los dos casos expuestos por Gómez (2008), muestran que el rendimiento depende de cómo se manejen los componentes tecnológicos, como variedad, sistema de siembra, riego, suelos fértiles; por tanto en el presente estudio, se propuso evaluar el efecto del sistema de siembra y de dos variedades experimentales en el rendimiento de trigo en Cajamarca.

3.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del sistema de siembra y de la variedad; en el rendimiento de trigo en Cajamarca?

3.3. Justificación

El rendimiento de trigo que se estima en $1\ 500 \text{ kg ha}^{-1}$ (Compendio Estadístico Perú 2014), de acuerdo a los resultados que informa Gómez (2008), puede ser mejorado, manejando algunos componentes tecnológicos, como la variedad y el sistema de siembra.

Laird (1961), referido por Moreno y Otros (s.f.), la mejor distancia entre hileras o líneas es de 0.70; puesto que cuando realizó en el Valle de Mexicali (México), una prueba a nivel comercial de las distancias entre hileras o líneas (17.5, 35, 52.5 y 70 cm); concluyo, que se obtiene rendimientos en grano, semejantes con las diferentes distancias entre hileras evaluadas. Por tanto se podría usar la mayor distancia entre hileras, es decir 0.70 m; puesto que usando dicha distancia entre hileras se llega a usar solo una cuarta parte de semilla, que cuando se usa hileras distanciadas en 17.5 cm; dado a que en el estudio se mantuvo constante la densidad de plantas por m lineal, en todos los casos y los rendimientos obtenidos fueron similares.

Otra variante del método de siembra es la siembra en surcos, el mismo que permite aprovechar la posibilidad de matar malezas mediante escardas, dichos surcos pueden tener entre 80 y 92 cm. Es mejor sembrar 2 hileras por surco a 0.30 m una de la otra; para dejar un espacio libre que permita el paso de maquinaria (Moreno y Otros s.f.).

El INIA (2004), refiere que la variedad San Isidro tiene un rendimiento comercial de 4, 82 t ha⁻¹, y que la variedad Espigón tiene un rendimiento comercial de 1, 724 t ha⁻¹ y un rendimiento potencial de 4 t ha⁻¹ (INIA 2010). Se desconoce el comportamiento de las variedades mejoradas, en los diferentes sistemas de siembra determinados como adecuados para la producción de trigo.

Resulta así necesario evaluar los sistemas de siembra en surco y sistema de siembra en hilera y siembra al voleo.

3.4. Objetivo de la Investigación

Objetivo general:

Contribuir en el conocimiento del cultivo tecnificado de trigo

Objetivos específicos

- Determinar el efecto del sistema de siembra en el rendimiento de trigo.
- Determinar el efecto de la variedad, en el rendimiento de trigo.

- Determinar el efecto de la interacción de sistema de siembra por variedad en el rendimiento de trigo.

3.5. Hipótesis de Investigación

El sistema de siembra, variedad y la interacción del sistema de siembra por variedad; afectan el rendimiento de trigo.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

2.1.1. Origen

El origen del trigo cultivado, se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates. Las principales formas de trigo recolectadas por el hombre, se han dado hace más de 12 000 años y corresponden a *Triticum monococum* L.; caracterizadas por que su espiga se desintegra al madurar, Borlaug (1982), referido por García (2007).

2.1.2. Condiciones agroclimáticas para el cultivo

a) Temperatura: Gómez (2008), el trigo necesita de un clima fresco y húmedo para la etapa de crecimiento y de un clima cálido y seco en la etapa de maduración. Indica también que la temperatura puede ser de 3 a 4°C la mínima y de 30 a 32 °C la máxima; con una media optima de 25 °C.

b) Suelo: Gómez (2008), manifiesta que el trigo requiere suelos con textura media a pesada, donde se ubican los suelos arcillo limosos y arcillosos; con un pH de 6.0 a 8.5. El trigo tolera moderadamente a la salinidad y resiste la acidez.

López (2009), indica que los mejores rendimientos de trigo se obtienen en suelos arcillo limosos o arcillosos bien provistos de calcio, un alto contenido de materia orgánica, con buen poder absorbente y no excesivamente aireados. En los suelos ligeros el trigo padece con frecuencia, de deficiencias nutricionales y estrés hídrico en el periodo de maduración del grano.

c) Agua: Gómez (2008), manifiesta que el cultivo de trigo desarrolla adecuadamente donde la precipitación es entre 200 y 1750 mm. Las zonas trigueras del país tienen una precipitación que varía entre 375 y 875 mm.

López (2009). Los periodos críticos de necesidades de agua del trigo son la fase de desarrollo de la espiga, la floración y la fase inicial de formación del grano.

2.2. Tecnología de cultivo

2.2.1. Variedades

El Ministerio de Agricultura (2013), refieren que las variedades de trigo que se cultivan actualmente en el Perú son: Santa Elena, El Nazareno, Centenario, San Isidro, Moray, San Francisco y El Molinero.

Características de la variedad “San Isidro”, según INIA (2004).

Macollamiento	:	Regular
Tipo de espiga	:	Aristada
Densidad de espiga	:	Intermedia
Tamaño promedio de espiga	:	12 cm
Color de grano	:	Claro
Vidriosidad del grano	:	Parcialmente vítreo
Nº semillas por espiga	:	48
Peso hectolitrito	:	76.66 kg/hl
Peso de mil granos	:	42.68 g
Altura de planta	:	96 cm
Días a la madurez	:	160
Rendimiento comercial	:	4.82 t/ha

Características agronómicas de la variedad “Espigón”, según INIA (2010)

Capacidad de macollamiento	:	Regular a buena
Nº promedio macollos/planta	:	3 (fertilidad media)
Tipo de espiga	:	Aristada
Densidad de espiga	:	Laxa
Longitud de espiga	:	Larga
Color de grano	:	Blanco (crema)
Número granos/espiga	:	45 - 53
Peso hectolitrito	:	77,00 - 79,00 kg/hl

Peso de mil granos	:	42,00 - 52,00 g
Altura de planta	:	90,00 - 110,00 cm
Días a espigado	:	83 - 88
Días a madurez	:	160 - 175
Rendimiento promedio en campo de agricultores	:	1 724 kg/ha (fertilidad media)
Rendimiento potencial	:	4 000,00 kg/ha

2.2.2. Sistema de siembra

Según el MINAG (2013), la siembra de trigo en el Perú, mantiene todavía la forma de voleo al seco.

El INIA (2008), ha definido la tecnología de siembra, llamada “Siembra en líneas a cola de buey para trigo y cebada”: Consiste en abrir el surco o línea de siembra con el arado de palo, jalado por la yunta, seguido de la distribución de la semilla a “chorro continuo”. Considerando para un suelo adecuadamente preparado y con humedad suficiente y abonado con estiércol, colocar unas 75 semillas de trigo o 65 semillas de cebada por metro lineal, que equivale a usar 135 kilos de semilla de trigo por hectárea. Después de haber colocado la semilla, la yunta con el arado, regresa tapándola y abriendo el siguiente surco de siembra. La distancia entre líneas de siembra debe ser entre 25 a 30 cm, pero no mayor que 30 cm, porque se tendría una escasa población de plantas. Por ello, en terrenos de ladera, será conveniente calibrar el arado para hacer los surcos lo más cerca posible unos de otros.

También indica que se debe cuidar que la profundidad del arado no debe ser mayor a 15 cm, en suelos sueltos o francos, para favorecer la emergencia y evitar la pérdida de plántulas con profundidades mayores.

Según el MINAG (2011), en el Perú se puede sembrar en surcos, de acuerdo al siguiente procedimiento:

El terreno debe estar bien preparado, esto significa que no exista terrones mayores a 5 cm de diámetro; y que además, el terreno este ligeramente

nivelado. Luego, se realiza el surcado del campo con picota o pequeños cajones de tracción animal, a una profundidad del surco de 8 a 10 cm. El distanciamiento entre surcos es de 20 a 40 cm, el cual depende de dos factores: el volumen de follaje de la variedad a sembrar, y el objetivo de sembrar trigo, según sea para producir semilla o para consumo. A mayor follaje, mayor distanciamiento y si se trata de semillero, se usara mayor distancia de surco, que en una siembra comercial.

También nos indica las siguientes ventajas de la siembra en surcos:

- Permite optimizar el uso de semilla.
- Optimiza la aplicación de fertilizantes.
- Se distribuye mejor el agua.
- Se puede establecer un buen programa de control de malezas.
- Permite reducir la cantidad y frecuencia de los agroquímicos, favoreciendo al medio ambiente.
- Facilita la eliminación de plantas fuera de tipo o mezclas en semilleros (mejor control).
- El grano madura más uniformemente y más rápido.
- La cosecha es más rápida. Se mejora los rendimientos.
- Se obtiene mejor calidad de grano.

Señala como desventaja o limitación de la siembra en surcos, la mayor demanda de mano de obra para la siembra manual, el proceso de surcado, abonamiento, siembra y tapado de la semilla. Además que la recomendación de no usar el sistema de siembra en terrenos con pendientes mayores a 50% (45 grados).

Suaste y Otros (2013), en un experimento realizado en Bajío – México, en el 2013, evaluó la siembra de trigo en hileras y en surcos dentro de melgas, obteniendo los siguientes resultados:

El rendimiento de las siembras en melgas fue 4.3 y 3.2 % mayor que en surcos ($p < 0.01$). Melgas con seis hileras superaron el rendimiento de melgas con cuatro hileras ($p < 0.01$). En cambio, surcos con tres hileras superaran a surcos

con dos hileras, mientras que en el segundo ciclo el rendimiento fue similar. Comenta también que estos resultados son congruentes con los de Moreno et al. (1993) y Kilic (2010), quienes observaron que la siembra en plano superó a la siembra en surcos en 4 y 7 %. Esta reducción de rendimiento de grano se compensa por el ahorro de agua, herbicidas, semilla y fertilizante (Kilic, 2010).

Según Aquino (1998), la siembra en surcos, se considera un método no tradicional, que tiene como objetivo principal, permitir la entrada de maquinaria, implementos y trabajadores para realizar cultivos mecánicos (escardas) y deshierbos manuales con facilidad, así como obtener un mejor manejo y aprovechamiento del riego. La metodología original presenta dos alternativas: el uso de surco angosto (50-60 cm) con una hilera en el lomo del surco, y la otra es usar surcos anchos (80-100 cm) con dos hileras en el lomo. Sin embargo el productor ha adaptado la metodología utilizando tres y hasta cuatro hileras en el lomo del surco, lo cual reduce la eficacia del control mecánico de las malezas al imposibilitar la entrada de los implementos entre las hileras.

Una variación de la técnica descrita es la siembra de una hilera adicional en el fondo del surco, con la finalidad de prevenir con altas poblaciones la competencia de las malezas por agua, nutrientes y luz, pero la desventaja es que se pierde el objetivo primordial de la siembra en surcos.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2011), indica para la siembra de trigo en el Ecuador, se debe usar 180 kg ha^{-1} , si la siembra es al voleo y de 150 kg ha^{-1} , si la siembra es mecanizada.

2.2.3. Abonamiento

García (2012), indica que el trigo requiere para producir 1 tonelada de grano por ha, de las siguientes cantidades de los nutrientes, en kg ha^{-1} : Nitrógeno : 30; Fosforo : 5; Potasio : 19; Calcio : 3; Magnesio : 3; Azufre : 4.5; Boro : 0.025; Cobre : 0.010; Hierro : 0.137; Manganeso 0.070; Zinc : 0.052.

García (2012), indica que las cantidades máximas de N que se pueden aplicar, por cada tonelada, varía de acuerdo a la distancia entre hileras (cuadro N°01).

Cuadro 1. Cantidad de nitrógeno a ser aplicada, para cosechar 1 t ha⁻¹

Textura del suelo	Distancia entre hilera	
	22.8 cm	15.2 cm
Franco arenoso	15	20
Franco	25	30
Arcilloso	30	35

López (2011), manifiesta lo siguiente: El nitrógeno es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento de los cereales. Sin embargo, cada uno de los tres elementos principales (nitrógeno, fósforo y potasio), no produce su pleno efecto si no están presentes en cantidades suficientes los otros dos. La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de suficiente potasio hace a los cereales más sensibles a las enfermedades, también al encamado, y limita los rendimientos, disminuyendo la calidad y el peso hectolitrico. Por otro lado se dice que gracias al potasio la productividad del nitrógeno puede aumentar en más de un 50%.

El fósforo mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radicular, teniendo un papel esencial en la formación de la espiga y del grano.

El potasio tiene especial importancia en las funciones que aseguran el crecimiento de la planta. La resistencia de los cereales a las heladas, al encamado y a las enfermedades es mayor si disponen de una alimentación mineral rica en potasio. Asimismo, el peso hectolitrico y el peso de 1.000 granos aumentan gracias al potasio. También se afirma que el valor panadero del trigo se mejora con el potasio.

La absorción de elementos minerales de los cereales es intensa a partir del ahijamiento y a lo largo del encañado, hasta la aparición de la espiga. Por lo general el nitrógeno y el potasio son absorbidos más intensa y precozmente que el fósforo.

García (2012), indica que las deficiencias de nitrógeno se observan inicialmente como amarillamiento y clorosis de hojas inferiores (tejidos viejos). El crecimiento y elongación celular y la síntesis de proteínas son disminuidas. En situaciones de deficiencia más aguda se observa marchitamiento de hojas inferiores y clorosis general en toda la planta.

2.2.4. Preparación del terreno

Según el Programa de Desarrollo Sostenible (2007), la preparación del terreno comprende una roturación y una o dos cruza según el terreno. Una buena preparación del terreno nos da las siguientes ventajas:

- Buena germinación y emergencia de las plantas
- Más plantas por metro cuadrado
- Mejor macollamiento
- Mayor cantidad de granos por espiga
- Buen crecimiento del cultivo
- Mayor control de plagas y enfermedades
- Mayor control de malezas
- Mayor retención de agua
- Mejor aireación del suelo
- Los abonos y fertilizantes son mejor aprovechados por la planta
- Se obtendrá mejores rendimientos y también mejor calidad

2.2.5. Siembra

El Programa de Desarrollo Rural Sostenible (2007), describe la siembra tradicional al voleo, de la siguiente manera:

Época de siembra: De noviembre a febrero, dependiendo de la variedad y el clima. El sistema de siembra manual al voleo, generalizado en la sierra, consiste en distribuir uniformemente la semilla en toda la parcela, luego realizar el tapado que debe ser entre 8 y 10 cm. de profundidad. El suelo debe estar húmedo para tener una buena germinación. Nunca sembrar en seco ni en barro. Para una mejor distribución de la semilla y el fertilizante, se recomienda dividir el terreno en melgas.

La siembra en hileras o líneas, lo describe el INIA (2011) y la siembra en surcos lo describen el MINAG (2011) y Aquino (1998)

2.2.6. Deshierbo

García (2012), recomienda usar herbicidas para el control de malezas; que resumimos a continuación:

Herbicidas hormonales:

Herbicidas fenoxiacéticos (2,4 D; MCPA), para controlar malezas crucíferas, pero no controlan Poligonáceas.

Herbicidas Benzoicos y Picolinicos, Dicamba (NC Bamvel) y Picloram (NC Tordón). Pos emergente sistémico, de acción hormonal. Absorción foliar y radicular (vía floemática y xilemática). Controla hierbas resistentes a 2,4D y MCPA. No poseen poder residual.

Bromoxinail (NC Brominal, Weedex).

Herbicidas de contacto, No controlan crucíferas

No aplicar en suelos con pH 6, 7 u 8 o mayores, porque el producto tendrá una residualidad mayor, pudiendo afectar a los cultivos que sigan en la rotación. No aplicar cuando el cultivo y las malezas estén bajo situaciones de estrés tales como sequía prolongada, baja fertilidad, ataques de insectos, bajas temperaturas o heladas, porque el control puede ser deficiente y el cultivo resultará afectado. No aplicar, si se espera que llueva dentro de las 4 horas de realizado el tratamiento. No aplicar en mezcla con insecticidas órgano-fosforados

Para controlar gramíneas, los herbicidas son más caros y hay menor oferta. Podemos usar: Diclofop metil (iloxan), actúa por contacto y también en forma sistémica. Controla avena y rye gras.

Otros herbicidas son: Clonadifop, Clocquicet, Fenoxaprop.etil.

Los deshierbos pueden hacerse también en forma manual o mecánica, que resulta conveniente cuando las áreas son pequeñas. En áreas grandes generalmente resultan más costosos y tediosos.

2.2.7. Riego

Las indicaciones de Gómez (2008), que se presentan a continuación constituyen una referencia a tener en cuenta en el riego del cultivo de trigo; de acuerdo a las condiciones particulares del suelo y la localidad de que se trate:

Cuadro 2. Lámina de agua para los riegos en suelos arcillosos:

<u>Numero</u>	<u>Riego</u>	<u>Lámina (cm)</u>
Primero	Antes o durante la siembra	15
Segundo	45 días después del primero	11
Tercero	30 días después del segundo	11
<u>Cuarto</u>	<u>30 días después del tercero</u>	<u>11</u>
	Total	48

Cuadro 3. Lámina de agua para los riegos en suelos arenosos:

<u>Numero</u>	<u>Riego</u>	<u>Lámina (cm)</u>
Primero	Pre siembra o machaco	19
Segundo	30 días después de la siembra	9
Tercero	25 días después del segundo	9
Cuarto	20 días después del tercero	9
Quinto	15 días después del cuarto	9
<u>Sesto</u>	<u>15 días después del quinto</u>	<u>9</u>
	Total	64

Gómez (2008), manifiesta que el consumo de agua para un rendimiento de 5000 kg ha⁻¹ es de 450 a 550 mm; lo cual significa una producción total de 8500 Kg de materia seca total en una ha.

2.2.8. Control de plagas y Enfermedades

a) Plagas

- **Afidos o Pulgones que atacan al trigo:** El Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG), en su manual “Campaña Manejo Fitosanitario del trigo”, manifiesta que en el cultivo de trigo pueden presentarse cualquiera de los siguientes pulgones: Pulgón verde del follaje *Schizaphis graminum* (R), Pulgón de la espiga *Sitobion avenae* (F), Pulgón ruso *Diuraphis noxia* (M), Pulgón amarillo del follaje *Metopolophium dirhodum* (W), Pulgón negro del follaje *Rhopalosiphum padi* (L), Pulgón del cogollo *Rhopalosiphum maidis* (F).

Los daños que ocasionan las grandes poblaciones de ninfas y adultos de los pulgones, al cultivo de trigo, son los siguientes:

- Inyección de toxinas y transmisión de virus como el del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), por parte del pulgón verde del follaje y pulgón ruso.
- Estrés en las plantas y la falta de nutrimentos suficientes, provoca la inhibición del llenado del grano y la reducción del rendimiento.
- Cuando la población rebasa la densidad de 60 pulgones por tallo durante la etapa de floración, pueden ocurrir pérdidas significativas.
- Al alimentarse los pulgones secretan mielecilla sobre el follaje y las espigas, lo que favorece la formación de un medio adecuado para el desarrollo del hongo conocido como fumagina que afecta la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas y al combinarse con el polvo y la paja aumenta el contenido de impurezas en el grano durante la cosecha.

Los pulgones son insectos que aumentan su población en condiciones de altas temperaturas. Es necesario realizar el muestreo del cultivo a partir de la etapa de encañado y efectuar medidas de control cuando se encuentren poblaciones de 18 o más pulgones en las hojas y más de 4 en las espigas en promedio.

En el control químico se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Usar productos que lleven como materia activa: acetato, etiofencarb, fosfamidón, imidacloprid, metamidofos, pirimicarb, malatión, metomilo e insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides.
- La elección de la materia activa a utilizar dependerá de la especie de áfido plaga a controlar.
- Realizar las aplicaciones de forma que el producto alcance bien el envés de las hojas.
- Hay que preferir los productos de acción sistémica.

Myzus persicae, es una de las especies que más ha desarrollado resistencias a los plaguicidas. El umbral de tratamiento de este insecto se estima de un 3 hasta el 10 % de brotes atacados.

b) Enfermedades

Todo lo concerniente a royas se ha tomado de García (2007) y Roelfs *et al* (1992): Las royas en Perú, atacan generalmente después de la floración y la intensidad de ataque varía con la especie y la altitud; como sigue:

- **Roya negra o roya del tallo** (*Puccinia graminis* f.sp. tritici): Se ubica en tallos y vainas foliares y raramente en hojas y espigas. Inicia como puntitos decoloridos, luego pasan a ser manchas abultadas, llamadas pústulas, adquiriendo una forma ovalada alargada y de mayor tamaño que de las otras royas. Al romperse las pústulas dejan libres masas de esporas de color rojizo a oscuro. En los bordes de las pústulas rotas, se observan fragmentos de la piel de la hoja, dando la apariencia de haber explotado.

Variación de la intensidad de ataque de la presente especie:

Alta intensidad : Entre 0 y 3000 msnm

Mediana intensidad : Entre 3000 y 3200 msnm

Baja intensidad : De 3200 a más msnm

- **Roya amarilla o** (*Puccinia striiformis* f sp tritici): En las hojas se presentan como líneas angostas o estrías de color amarillo, la forma lineal se debe a que sigue la dirección de los haces vasculares. Puede llegar a cubrir toda la gluma.

Cuadro 4. Características del patógeno, hospedante y síntomas de las royas.

Enfermedad	Patógeno	Hospedante	Síntomas
Roya del tallo (roya negra)	<i>Puccinia graminis tritici</i>	Trigos harineros y duros, cebada y triticales	Uredinos aislados en el haz y envés de la hoja, el tallo y las espigas
Roya de la hoja (roya morena)	<i>Puccinia recóndita tritici</i>	Trigos harineros y duros y triticales	Uredinos aislados en el haz de la hoja y rara vez en las vainas foliares
Roya lineal (roya amarilla)	<i>Puccinia striiformis tritici</i>	Trigos harineros y duros, triticales y algunas variedades de cebada	Uredinos sistémicos en las hojas y espigas y rara vez en las vainas

Fuente: Roelfs 1992

- **Roya morena o roya de la hoja** (*Puccinia recóndita* f sp tritici): Se caracteriza por presentar pústulas esféricas de color rojo oscuro, en la cara superior de la hoja y la vaina. Las esporas son de color naranja a rojo oscuro y forma esférica. La intensidad de ataque varía de la siguiente manera:

Alta intensidad : Entre 0 y 2000 msnm

Mediana intensidad : Entre 2000 y 2200 msnm

Baja intensidad : De 2200 a más msnm

2.2.9. Cosecha

La cosecha del trigo se puede hacer desde el momento en que llega a madurez fisiológica. Momento que podemos identificarlo, tratando de rayar el grano con la uña. Cuando ya no se puede rayar con la uña, ha llegado la madurez de fisiológica y por tanto se puede cosechar. La cosecha puede ser manual o mecánica.

La cosecha manual consiste en realizar la siega. Secado de gavilla, carguío, trilla, venteo y secado y ensacado.

2.3. Producción nacional

El MINAG (2012), proporciona el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Producción de trigo y cebada en el Perú

Cultivos	Área (ha)	Producción (t)	Jornales
Cebada	147 948	201 130	6 657 660
Trigo	145 237	213 467	6 535 665

En el cuadro anterior se aprecia que el trigo y cebada se siembran en áreas semejantes y tienen también una producción y demanda de jornales, también semejante.

2.4. Rendimiento

El MINAG (2008), informa que en la región La Libertad, se obtuvieron los rendimientos que figuran en el cuadro N°06.

Cuadro 6. Rendimiento de nuevas variedades de trigo

	N-P-K (80-70-0)	N+P+K (0-0-0)
El Nazareno	6,845	5,085
Centenario	6,495	5,625
San Isidro	6,225	5,009
Moray	5,712	4,782
Promedio	6,319	5,125

Fuente. MINAG – UNALM – Nov – 2008

En el cuadro anterior se observa que el rendimiento obtenido sin fertilizantes supera las 5 toneladas con las variedades mejoradas evaluadas a excepción de la variedad Moray, que se quedó por debajo de las 5 toneladas. Aplicando nitrógeno y fósforo, se logró elevar el rendimiento en más de una tonelada por ha.

Según el INEI (2014), en el Perú todavía es generalizado el sistema de siembra al voleo, el mismo que se realiza al secano en suelos marginales. No se usa semilla certificada y se carece de asistencia técnica. Tal situación lleva a tener bajos rendimientos de trigo en el Perú, el mismo que se estima es de solo 1500 kg ha⁻¹.

Gómez (2008), presenta dos casos específicos donde se han obtenido rendimientos mucho más altos. Uno es el caso de 4 has sembradas en Lima - La Molina, con la variedad Centenario, obteniéndose un rendimiento de 8000 kg ha⁻¹. Para obtener este alto rendimiento se ha aplicado 200 kg ha⁻¹ de semilla, el suelo fue preparado con máquina, se condujo todo el periodo con riego, la siembra fue en surcos, se fertilizo con la fórmula 120-60-0 de NPK. Como fuente nitrógeno se usó Urea y fosfato diamónico. Se usó control químico malezas y cosecha fue mecánica.

El otro caso es de una siembra de 15 ha realizada en Cusco, con la variedad San Isidro, obteniéndose un rendimiento de 5 000 kg ha⁻¹. Estos resultados se obtuvieron usando un terreno que en las campañas anteriores se habían sembrado con papa/maíz. La preparación del terreno fue con máquina, Se usó 160 kg ha⁻¹ de semilla. Se condujo solo con lluvia. La siembra fue al voleo. Se fertilizo con urea y fosfato diamónico. El control de malezas fue mixto y la cosecha fue mecánica.

Los rendimientos del cultivo de trigo en el Perú son de 1 000 Kg ha⁻¹ bajo riego y de 600-800 Kg ha⁻¹ al secano. Los bajos rendimientos se deben a la baja fertilidad de los suelos, mala selección de semilla y labores culturales inoportunas e inadecuadas. En la actualidad, el Perú no alcanza a cubrir la demanda interna, por lo que importamos más de un millón de toneladas anuales.

El INIA (2008), indica los siguientes rendimientos:

Cuadro N°07. Rendimiento de trigo

Abonamiento	Siembra en líneas	Siembra al voleo
Sin abonamiento	1340	1042
Con abonamiento	2140	1799

Fuente: INIA 2008

Martin y otros (2010), terminaron los siguientes componentes de rendimiento: Número de plantas/m²; número de espigas/planta; número de espigas/m²; número de granos por espiga; peso de espigas/m²; peso de 1 espiga y Peso de 1 grano.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Agrario La Victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca – Distrito, Provincia y Región Cajamarca. Las coordenadas del campo experimental son las siguientes: 781015.3 y 9204130.2

3.2. Materiales.

3.2.1. Material biológico

Semilla de trigo.

3.2.2. Material de campo

Cal, estacas, pesticidas, rafia, letreros, estacas y pesticidas.

3.2.3. Equipo y herramientas

Pico, palana, lampilla, wincha, balanza de reloj, mochila, calculadora, cámara fotográfica, computador.

3.2.4. Abonos

Fosfato diamónico, Urea, Cloruro de potasio

3.2.5. Material y Equipo de laboratorio

Determinador de humedad y balanzas.

3.3. Metodología.

3.3.1. Factores en Estudio, Niveles y Tratamientos

Factor V: Variedad

Niveles:

v1 = INIA 422

v2 = INIA 434

Factor S: Densidad de siembra

Niveles:

s1 = Voleo

s2 = Línea a 0.40 m distancia

s3 = Surco de 0.80 m de ancho y una sola hilera

s4 = Surco de 0.80 m de ancho y dos hileras

3.3.2. Tratamientos en estudio

Cuadro N°08. Tratamientos en estudio

Numero	Descripción del tratamiento
1	INIA 422, Siembra al voleo
2	INIA 422, Siembra en línea a 04.0 m de distancia
3	INIA 422, Siembra en surco de 0.80 m de ancho y el trigo en una sola hilera
4	INIA 422, Siembra en surco de 0.80 m de ancho y el trigo en dos hileras
5	INIA 434, Siembra al voleo
6	San Isidro, Siembra en línea a 04.0 m de distancia
7	INIA 434, Siembra en surco de 0.80 m de ancho y el trigo en una sola hilera
8	INIA 434, Siembra en surco de 0.80 m de ancho y el trigo en dos hileras

3.3.3. Diseño Experimental y Croquis de Campo

En el presente estudio se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones; con arreglo factorial, con los dos factores y los niveles cada uno. Ocho (8) tratamientos.

3.3.4. El análisis de varianza

Cuadro N°09. Esquema del análisis de varianza

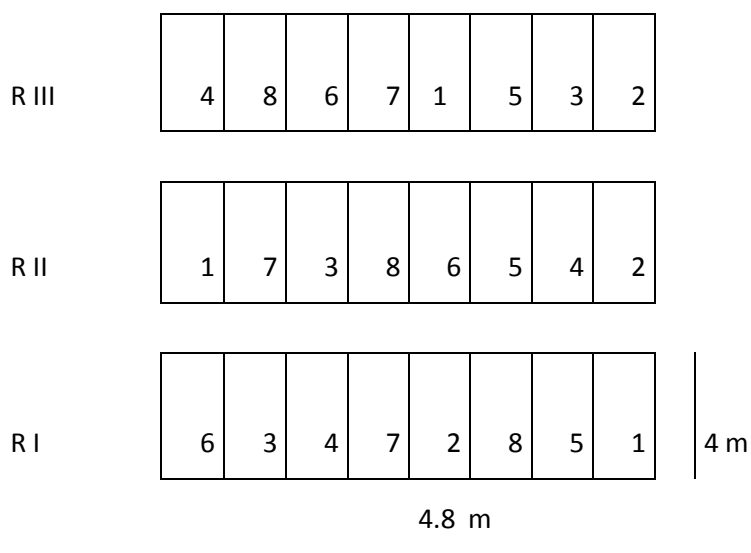
Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Tratamientos	7
Variedad	1
Sistema de siembra	3
Interacción de variedad x sistema de siembra	3
Error Experimental	14
Total	23

Pruebas de significación:

Comparación de Varianzas en el ANVA: Prueba de "F"

Comparación de medias: Duncan al 5%.

3.3.5. Croquis del Experimento:



3.3.6. Unidades e xperimentales

Cada unidad experimental tuvo las siguientes dimensiones: 4 m largo, 2.4 m de ancho con un área total de 6 m². Cada unidad fue sembrada de acuerdo al tratamiento que le correspondía. Neto (2004), determino mediante un experimento, que el área efectiva de las parcelas debe ser entre 1.6 y 2.4 m², para obtener resultados confiables en trabajos de investigación donde se evalúa el rendimiento en grano.

Considerando 8 unidades y 3 repeticiones, serán necesarias 24 unidades experimentales, que ocuparon un área neta de 230.4 m² y un área total de 288.0 m² (incluye 3 calles de 1 m de ancho y una área de 19.2 m², cada una).

3.4. Conducción del experimento

- **Trazado y rotulación de parcelas:** Utilizando estacas, cal y rafia, se delimitó la totalidad del experimento. La identificación se hizo con una tarjeta en cada parcela. Las calles de separación de repeticiones tuvieron 1 m de ancho.
- **Trazado de líneas de siembra:** Esta labor se realizó utilizando una cuerda, una wincha y una lampilla a la distancia que correspondía según el tratamiento. Se hizo en el mismo día de la siembra.
- **Siembra:** Se realizó inmediatamente después de trazar la línea de siembra, se procede a realizar la siembra en dos pasos. El primer paso consiste en colocar el abono en línea corrida en el fondo de la línea trazada, abono que será tapado con una capa de tierra de 5 cm. El segundo paso consiste en colocar las semillas a chorro corrido, en cantidades distintas de acuerdo al tratamiento, las mismas que serán cubiertas con una capa de 3 cm de espesor.
- **Fertilización:** En base a los requerimientos de nutrientes de N-P-K, del trigo y al contenido de nutrientes en el suelo, se determinado mediante el análisis de suelo. El laboratorio recomendó usar la fórmula 60-40-0 de NPK.

- **Deshierbo:** En el mismo día de la siembra, se aplicó el glifosato (pre emergente). Posteriormente se realizó un deshierbo manual a los 30 días después de la siembra.
- **Riegos:** El riego se realizó usando el método de riego por gravedad, evitando causar erosión del suelo.
- **Cosecha:** La cosecha se realizó parcela por parcela, cuando los granos han llegado a la madurez de cosecha, que se reconoce pasando la uña por la superficie del grano. Esta maduro el trigo, cuando la uña ya no raya al grano.

3.5. Variables e indicadores

Cuadro 10. Resumen de variables evaluadas

Numero	Variables	Indicadores
1	Días a la germinación.	Media de Días.
2	Altura de planta.	Media de alturas.
3	Días a la floración.	Media de Días.
4	Espigas por m ²	Dato
5	Granos por espiga	Dato
6	Peso de grano por parcela	Gramos
7	Rendimiento total	Kg ha ⁻¹ .

3.6. Toma de datos.

- **Días a la germinación:** Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta cuando se observó la primera hoja extendida, en el 50 % de plantas.
- **Altura de planta:** Esta variable se evaluó tomando la altura de 10 plantas tomadas totalmente al azar en cada unidad experimental cuando las plantas han llegado a floración.

- **Días a la floración:** Se contó los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando se observó en cada parcela, el 50 % de plantas con al menos una flor.
- **Espigas por m²:** Se contaron todas las espigas de un m² de la unidad experimental.
- **Granos por espiga:** Se contó el número de granos en 10 espigas tomadas totalmente al azar de cada parcela, en el momento de la cosecha.
- **Peso de grano por parcela:** Se pesó todos los granos que se obtuvieron en cada unidad experimental.
- **Rendimiento total:** El peso total de grano, total de cada unidad experimental se relacionó a hectárea y representa al rendimiento en grano.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en la evaluación de las diferentes variables, consideradas en el presente estudio. Así como los análisis y discusión de los mismos.

Iniciaremos con el rendimiento de trigo en grano seco, dado a que constituye la variable más importante del estudio, por ser el grano seco el producto que se persigue en toda siembra comercial de trigo. Las otras variables consideradas, solo contribuye información necesaria para comprender mejor los resultados.

4.1. Rendimiento de trigo en grano seco

El rendimiento en grano seco, ha sido estimado en base al peso de grano seco por parcela, ajustado al 14 % de humedad. Los resultados obtenidos se dan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimiento de trigo en grano seco

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422, al voleo	5016.15	2944.14	3078.00	3679.43
INIA 422, líneas a 0.40 m	4091.90	2848.04	1627.15	2855.70
INIA 422, Surco a 0,80 m 1 hilera	2003.45	1371.55	1863.75	1746.25
INIA 422, Surco a 0.80 m 2 hileras	3756.00	1981.19	2095.35	2610.85
INIA 422, al voleo	4425.89	3082.09	5067.27	4191.75
INIA 422, líneas a 0.40 m	3221.65	3108.00	3335.55	3221.73
INIA 422, Surco a 0,80 m 1 hilera	2427.20	2613.00	2025.20	2355.13
INIA 422, Surco a 0.80 m 2 hileras	3886.32	2454.15	2956.40	3098.96
Promedio	3603.57	2550.27	2756.08	2969.97

Rep. : Repetición

Las columnas: segunda, tercera y cuarta, del cuadro 13, contienen los rendimientos estimados para cada unidad experimental. Donde se puede observar una gran variación, puesto que el rendimiento más bajo es 1 371.6 kg ha⁻¹ y el más alto es 5 067.3 kg ha⁻¹; determinando una diferencia de 3 695.7 kg entre los dos extremos y que a su vez el rendimiento más alto representa 2.7 veces el rendimiento más bajo. El rendimiento más bajo está por debajo del rendimiento promedio nacional (MINAG 2012), y el rendimiento más alto es semejante al obtenido por Gómez (2008), 5 000 kg ha⁻¹, en el Cuzco y al obtenido en La Libertad con la variedad San Isidro, sin abonamiento 5009 kg ha⁻¹ (MINAG 2008).

Es poco probable que este alto nivel de variación se deba únicamente al azar; en cambio es altamente probable que sea consecuencia del efecto de los factores en estudio; situación que podremos descubrir mediante el análisis de variancia.

En el mismo cuadro 13, encontramos que el rendimiento promedio de la primera repetición (3 603.6 kg ha⁻¹), es mayor que el rendimiento promedio de las otras dos repeticiones (2 550.3.2 y 2 756.1 kg ha⁻¹). Pero si relacionamos dichos promedios con la ubicación de las repeticiones en el campo experimental; encontramos que la primera repetición que tiene el mayor promedio, estuvo en la parte más baja, donde el terreno generalmente tiene mayor fertilidad; mientras que la segunda y tercera repetición, se ubicaron en la parte más alta del terreno, donde generalmente la fertilidad natural del suelo es menor. Por lo tanto podemos decir que la diferencia entre los promedios de repeticiones, se origina probablemente en la fertilidad natural del suelo.

Las diferencias significativas entre repeticiones indican que ha sido adecuado el uso del diseño de bloques completos al azar.

Para analizar los promedios de las variedades y de los sistemas en estudio, ha sido necesario organizar el cuadro 14.

Cuadro 14. Rendimiento en grano seco (Kg ha⁻¹) organizado para el análisis factorial.

	INIA 422	INIA 434	Total	Promedio
Siembra al voleo	11038.29	12575.26	23613.55	3935.59
Siembra en Líneas a 0.40 m	8567.09	9665.20	18232.29	3038.71
Siembra en surcos de 0.80 m 1 hilera	5238.75	7065.40	12304.15	2050.69
Siembra en surcos de 0.80 m 2 hileras	7832.54	9296.87	17129.41	2854.90
Total	32676.68	38602.72	71279.39	11879.90
Promedio	2723.06	3216.89	5939.95	2969.97

El cuadro 14, podemos ver que la diferencia entre los promedios de las variedades es 493.8 kg, cifra que resulta pequeña frente al rango de variación determinado en base al cuadro 13, que ya se comentó.

En el mismo cuadro 14, se observa también que los sistemas de siembra, generan diferentes rendimientos. Destaca el sistema de siembra al voleo, por propiciar un rendimiento de 3 935.59 kg ha⁻¹ y en el otro extremo, con el menor rendimiento, encontramos al sistema de siembra en surco de 0.80 m y una sola hilera, que alcanza un rendimiento de 2 050.69 kg ha⁻¹. Determinando de esta manera un rango de variación de 1884.9 Kg. Por tanto podemos afirmar que es más importante la variación debida a sistemas de siembra que la variación debida a variedad.

Realizando el análisis de varianza, usando la información del cuadro 13, según el esquema propuesto en el cuadro 11; se obtienen los resultados que se dan en el cuadro 15.

Cuadro 15. ANOVA del rendimiento de trigo en grano seco

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal culada	F ta bular
Repeticiones	2	4986735	2493367.52	5.59	3.74
Tratamientos	7	12280946.40	1754420.91	3.93	2.76
Variedades	1	1463249.81	1463249.81	3.28	4.60
Sistemas de siembra	3	10772781.67	3590927.22	8.04	3.34
Variedad x Sistema de siembra	3	44914.92	14971.64	0.03	3.34
Error	14	6249128.25	446366.30		
Total	23	23516810			

GL: Grados de libertad; CV: 22 %

En la interpretación de los resultados del análisis de varianza, hecho para el rendimiento de grano seco de trigo, que se dan en el cuadro 15, usaremos la prueba de F, según el criterio de decisión establecido en el proyecto, redactado de la siguiente manera: Si se obtiene un valor de F calculado menor que el valor de F tabular; debemos aceptar la hipótesis nula y diremos que no hay diferencias significativas. En cambio sí se obtiene un valor de F calculado mayor que el valor de F tabular correspondiente; debemos rechazar la hipótesis nula y diremos que hay diferencias significativas. Criterio que se usara del mismo modo en todas las otras variables consideradas en el presente estudio.

La comparación entre F calculada y F tabular, que se dan en el cuadro 15, nos indica que hay diferencias significativas para repeticiones, tratamientos y sistemas de siembra.

Las diferencias significativas entre repeticiones, como ya se dijo, probablemente se originan en la diferencia de fertilidad natural del suelo de las repeticiones, puesto que según el cuadro 14, la segunda y tercera repetición, lograron los rendimientos más bajos (2 550.3 y 2 756.1 kg ha⁻¹), repeticiones que se ubicaron en la parte más alta del campo experimental; por tanto habrían tenido menor fertilidad. En cambio la primera repetición que obtuvo el rendimiento más alto (3 603.6 kg ha⁻¹), se ubicó en la parte más baja del campo experimental, donde la fertilidad del suelo habría sido mayor. Por tanto podemos afirmar que el

rendimiento promedio de las repeticiones ha variado de acuerdo a fertilidad del suelo, que a su vez varía de acuerdo con la pendiente del suelo de ladera. Sobre este tipo de suelos la FAO (1997), comenta que la fertilidad natural del suelo es menor en las partes más altas y es mayor en las partes más bajas; debido a que en las partes más altas la erosión es más intensa, en cambio, en las partes más bajas, la erosión es menos intensa y además se da una acumulación de elementos, que provienen del arrastre desde las partes más altas.

Lo más importante de las diferencias significativas entre repeticiones, es que al haber utilizado el Diseño de Bloques Completos al Azar; se ha logrado separar la variación proveniente de las diferencias en fertilidad del suelo, que viene a ser un factor externo al estudio; para poder analizar el efecto de los factores en estudio sin la perturbación de dicho factor externo. Lo cual nos lleva a decir que ha sido adecuado el uso del Diseño Completamente al Azar, en el presente estudio.

Al haber encontrado diferencias significativas para tratamientos y a la vez para sistemas de siembra y no para variedades; nos lleva a afirmar que las diferencias significativas para tratamientos se deben únicamente al efecto de sistemas de siembra y por tanto debemos analizar solo la variable sistemas de siembra. Mucho más si tenemos en cuenta que no hay diferencias significativas para la interacción de variedad por sistema de siembra, lo cual nos indica que podemos manejar el sistema de siembra en forma independiente.

Si hay diferencias significativas para sistemas de siembra significa que hay uno o varios sistemas que son mejores; por tanto debemos recurrir a una prueba de comparación de medias, que nos ayude a determinar los mejores sistemas de siembra. Con esta finalidad se aplicó la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$ y los resultados obtenidos se dan en el cuadro 16.

Cuadro 16. Prueba de Duncan aplicada a las medias de los sistemas de siembra

Sistemas de siembra	Rendimiento promedio kg/ha	Duncan $\alpha = 0.05$
Voleo	3935.59	A
Líneas a 0.40 m	3038.71	A B
Surcos de 0.80 m, 2 hileras	2854.90	A B
Surcos de 0.80 m. 1 hilera	2050.69	B

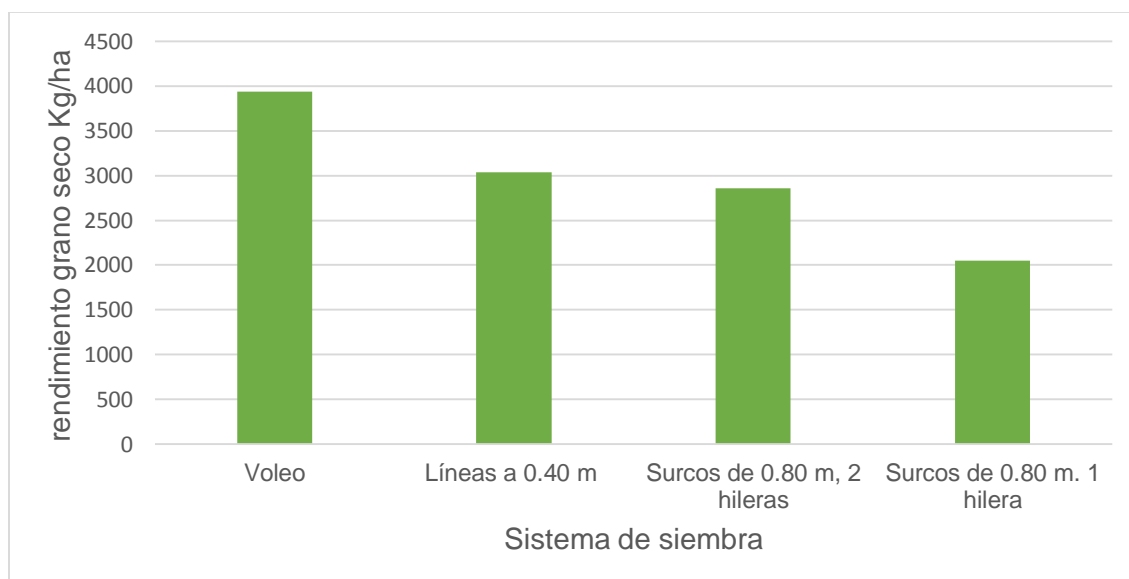


Figura 1. Rendimiento en grano seco de trigo

En la columna correspondiente a la prueba de Duncan, que se da en el cuadro 16, encontramos que de los cuatro sistemas de siembra, tres tienen rendimientos semejantes, con 95 % de probabilidad (llevan la misma letra A). Entonces podemos decir que para obtener los mejores rendimientos de trigo en grano seco, se puede usar cualquiera de los siguientes sistemas de siembra: siembra al voleo o el sistema de siembra en líneas a 0.40 m de distancia o el sistema de siembra en surcos de 0.80 m de ancho con dos hileras en el lomo del surco. No se recomendaría la siembra en surcos a 0.80 m de distancia y con una sola hilera de plantas, porque este sistema de siembra, rinde menos que todos los otros sistemas de siembra evaluados. El mal comportamiento de la siembra en surcos de 0.80 m y una sola hilera de plantas, se debe probablemente a que resultan muy distantes las líneas de plantas, por tanto no se aprovecha bien el espacio de suelo. Al mismo tiempo se da alta competencia entre plantas de trigo de una línea.

Los rendimientos semejante que se obtienen con los sistemas de siembra, siembra en líneas separadas en 0.40 m y la siembra en surcos de 0.80 m de ancho con dos hileras en el lomo; resulta obvio, puesto que la distribución de plantas es buena y tiende a ser semejante, dado a que las dos hileras en el lomo del surco quedan a 0.30 m de distancia, de modo que la distancia entre pares de hileras es 0.50 m aproximadamente.

Sin embargo, al seguir aplicando la prueba de Duncan se forma el segundo grupo de tratamientos, que incluye a los tres tratamientos que siguen en rendimiento y por tanto tendrían rendimientos semejantes.

Observando en forma conjunta a los dos grupos que ha formado la prueba de Duncan, encontramos que la siembra al voleo se diferencia de las demás, porque es incluida solo en el primer grupo identificado con la letra A. Este mejor comportamiento del sistema de siembra al voleo, posiblemente se debe a que las plantas quedan mejor distribuidas en el terreno, condición que se traduce en un mejor rendimiento en grano seco.

Al considerar la literatura, encontramos que nuestros resultados discrepan con los indicados por Gómez (2008), quien informa que para lograr un rendimiento de 8 000 kg ha⁻¹, se tuvo que cambiar la siembra al voleo por la siembra en surcos; sin embargo es necesario considerar que Gómez, obtuvo el rendimiento de 8 000 kg ha⁻¹, en la costa. Por tanto serían las condiciones ambientales las causantes de tal discrepancia.

El mejor comportamiento obtenido por la siembra al voleo, concuerda con los buenos resultados obtenidos por Gómez (2008), en 15 ha sembradas en cuzco, las mismas que fueron sembradas al voleo y el rendimiento que obtuvo fue de 5 000 kg ha⁻¹.

Los resultados obtenidos, también discrepan con el INIA (2008), institución que indica un rendimiento de 1 340 kg ha⁻¹, con el sistema de siembra en líneas y un menor rendimiento (1 042 kg ha⁻¹), cuando se usa el sistema de siembra al voleo.

Podemos concluir que el rendimiento en grano seco de trigo se ve afectado por el sistema de siembra, pero no por la variedad, tampoco por la interacción de variedad por sistema de siembra. Se puede usar en primer término el sistema de

siembra al voleo y en segundo lugar el sistema de siembra en líneas a 0.40 m de distancia o el sistema de siembra en surcos de 0.80 m de ancho y 2 hileras en cada surco.

4.2. Rendimiento en gavilla (grano más paja)

El peso de gavilla por parcela o unidad experimental, se ha convertido a rendimiento (kg ha^{-1}) y se da en el cuadro 17. Consideramos importante esta variable, porque reemplaza a una evaluación de la materia seca de la parte aérea de la planta de trigo y por tanto nos ayuda a interpretar el efecto de los tratamientos en estudio.

Cuadro 17. Resultados de rendimiento en gavilla (paja mas grano).

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al Voleo	11813	14241	11587	12546.82
INIA 422 en Líneas a 0.40 m	11646	11399	9430	10825.21
INIA 422 en Surco 0.80 m 1 Línea	8435	5625	8315	7458.33
INIA 422 en Surco 0.80 m 2 Líneas	13125	8540	7340	9668.42
INIA 434 al voleo	9785	7884	11655	9774.75
INIA 434 en Línea a 0.40 m	8188	7465	7275	7642.75
INIA 434 en Surco 0.80 m 1 Línea	5505	5700	4410	5205.00
INIA 434 en Surco 0.80 m 2 Líneas	7268	6590	6680	6846.14
Promedio	9470.74	8430.64	8336.40	8745.93

Rep: Repetición

En el cuadro N° 17, encontramos el peso de gavilla convertido a rendimiento (kg ha^{-1}). Consideramos importante esta variable, porque reemplaza a una evaluación de la materia seca por parcela que nos permita interpretar el efecto de los tratamientos en estudio.

En el cuadro 17, encontramos una gran variación, la misma que va de 4 410 kg ha^{-1} hasta 13 125 kg ha^{-1} ; variación que fue analizada mediante el análisis de varianza correspondiente al diseño experimental usado.

Cuadro 18. Rendimiento en gavilla por variedades y sistemas de siembra

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Al voleo	12547	9775	11161
En línea a 0.40	10825	7643	9234
En surco de 0.80 m 1 línea	7458	5205	6332
En surco de 0.80 m 2 líneas	9668	6846	8257
Promedio	10125	7367	8746

En el cuadro 18 se observa que la diferencia en rendimiento entre variedades es de 2 758 Kg ha⁻¹ y en sistemas de siembra la diferencia es aún mayor, puesto que llega a 4 829 kg ha⁻¹, entre el sistema que propicio el menor rendimiento (6 332 kg ha⁻¹) y el sistema que logro el mayor promedio (11 161 kg ha⁻¹). Variación que comentaremos en base a los resultados del análisis de varianza respectivo; cuyos resultados se dan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Análisis de varianza del rendimiento en gavilla

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F ta
Repeticiones	2	6339747	3169873.56	1.327	3.74
Tratamientos	7	119105933.11	17015133.30	7.123	2.76
Variedades	1	45624096.44	45624096.44	19.100	4.60
Sistemas de siembra	3	72823053.99	24274351.33	10.162	3.34
Variedad x Sistema de siembra	3	658782.67	219594.22	0.092	3.34
Error	14	33442399.30	2388742.81		
Total	23	158888080			

CV = 17.7 %

En el cuadro 19, encontramos que hay diferencias significativas para tratamientos, para sistemas de siembra y para variedades, pero no para la interacción; lo cual nos indica que el efecto de variedad y de sistema de siembra, sobre el rendimiento en gavilla, es independiente. Es decir se pueden manejar por separado la variedad o el sistema de siembra o ambos; sin que los resultados se alteren.

Para determinar la mejor variedad, lo adecuado es aplicar una prueba de comparación de medias; sin embargo, en este caso por tener únicamente 2 variedades; es suficiente la prueba de F, del cuadro 19; donde encontramos la existencia de diferencias significativas entre variedades; por tanto la mejor variedad es aquella que ha obtenido el mayor rendimiento. Que en este caso es la variedad INIA 422 que logro un rendimiento en gavilla, de 10 125 kg ha⁻¹; lo cual significa un 37.4 % más de rendimiento en gavilla que la variedad INIA 434 que rindió solo 7 367 kg ha⁻¹.

Para el caso de sistemas de siembra, si es posible usar la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, para comparar los promedios de rendimiento. Los resultados obtenidos al aplicar dicha prueba se dan en el cuadro 20.

Cuadro 20. Pruebas de Duncan aplicada a los efectos independientes de sistemas de siembra

	Promedio	Duncan $\alpha = 0.05$
Al voleo	11161	A
En línea a 0.40	9234	A B
En surco de 0.80 m 2 líneas	8257	B C
En surco de 0.80 m 1 línea	6332	C

En la tercera columna del cuadro 20 se puede apreciar que el primer grupo de sistemas de siembra que llevan la letra A, son los que logran los mayores rendimientos, que vienen a ser los sistemas: siembra al voleo y siembra en líneas a 0.40 m de distancia. Sistemas que ocupan también los primeros lugares en rendimiento de grano.

Los sistemas de siembra: surcos de 0.80 m de ancho y una hilera y surcos de 0.80 m de ancho con dos hileras, quedan rezagados, totalmente superados por los sistemas de siembra al voleo y siembra en líneas a 0.40 m de distancia.

A pesar que según Duncan, el sistema de siembra de líneas a 0.40 m de distancia, tiene un rendimiento en gavilla semejante al obtenido con el sistema de siembra en surcos a 0.80 m y 2 hileras; consideramos, tendríamos que preferir

el sistema de siembra en líneas a 0.40 m de distancia, porque este es incluido en el primer grupo y también porque es más fácil de manejar.

En conclusión, tanto la variedad como el sistema de siembra; afectan el rendimiento de trigo en gavilla. La mejor variedad es INIA 422 y los mejores sistemas de siembra son: Siembra al voleo y siembra en línea a 0.40 m de distancia.

4.3. Espigas por m²

El número de espigas por m², es un indicador del número de plantas, es decir la densidad de plantas de cada unidad experimental. En nuestro caso además de indicarnos la densidad; nos sirve para sustentar el trabajo; dado a que la densidad de siembra ha sido única y no ha sido un factor en estudio. Por tanto la variación en el número de espigas por m², es consecuencia de los tratamientos en estudio.

Los resultados obtenidos se han organizado en los cuadros 21 y 22.

Cuadro 21. Numero de espigas por m².

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al voleo	316	252	224	263.87
INIA 433 en líneas a 0.40 m de distancia	235	190	166	196.99
INIA 422 en surco de 0.80 m 1 hilera	148	136	160	147.83
INIA 433 en surco de 0.80 m 2 hileras	244	175	138	185.52
INIA 434 al voleo	343	268	446	352.36
INIA 434 en líneas a 0.40 m de distancia	239	259	229	242.35
INIA 434 en surco de 0.80 m 1 hilera	177	200	159	178.50
INIQ 434 en surco de 0.80 m 2 hileras	233	216	217	221.89
Promedio	241.80	211.89	217.29	223.66

Rep : Repetición

Cuadro 22. Espigas por m² (variedad y sistemas de siembra)

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Voleo	263.87	352.36	308.12
Línea a 0.40 m de distancia	196.99	242.35	219.67
Surco de 0.80 m 1 hilera	147.83	178.50	163.17
Surco de 0.80 m 2 hileras	185.52	221.89	203.70
Promedio	198.55	248.78	223.66

Cuadro 23. Análisis de varianza del número de espigas por m².

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F cal	F tabular
Repeticiones	2	4065	2032.69	1.08	3.74
Tratamientos	7	85466.93	12209.56	6.51	2.76
Variedades	1	15133.91	15133.91	8.07	4.60
Sistemas de siembra	3	67238.80	22412.93	11.95	3.34
Variedad por Sistema de siembra	3	3094.22	1031.41	0.55	3.34
Error	14	26267.18	1876.23		
Total	23	115799			

CV : 19.4 %

En el cuadro 23, encontramos que hay diferencias significativas para tratamientos, para sistemas de siembra y para variedades, pero no para la interacción; lo cual nos indica que el efecto de variedad y de sistema de siembra, sobre el número de espigas por m², es independiente. Es decir el efecto de variedad no se ve afectado por el sistema de siembra; lo cual nos permite manejar por separado la variedad o el sistema de siembra o ambos; sin que los resultados se alteren.

Debido a que se cuenta solo con dos variedades no es posible aplicar una prueba de comparación de medias, para determinar la mejor variedad. En este caso es suficiente la prueba de F, que indica diferencias significativas para variedades; por tanto la mejor variedad es aquella que ha obtenido el mayor número de

espigas por m². Que en este caso es la variedad INIA 434 que logro 248.8 espigas por m², superando estadísticamente a la variedad INIA 422, que tuvo 198.55 espigas por m²; lo cual significa un 20.19 % más.

Para el caso de sistemas de siembra, si es posible usar la prueba de Duncan con $\alpha = 0.05$, para comparar los promedios de rendimiento. Los resultados obtenidos al aplicar dicha prueba se dan en el cuadro 24.

Cuadro 24. Pruebas de Duncan aplicada a los efectos independientes de sistemas de siembra.

	Promedio	Duncan $\alpha = 0.05$
Al voleo	308.12	A
En línea a 0.40	219.67	B
En surco de 0.80 m 2 líneas	203.70	B C
En surco de 0.80 m 1 línea	163.17	C

En la tercera columna del cuadro 24 según la prueba de Duncan, el sistema de siembra al voleo, supera estadísticamente en número de espigas por m², a los otros tres sistemas, por tanto es el mejor sistema. Dicho resultado se origina probablemente en la mejor distribución de las plantas en el terreno, que se ha logrado gracias a la distribución uniforme de la semilla, y al tapado cuidadoso de las semillas. Se ha sumado el eficiente control de malezas logrados con el herbicida glifosato aplicado como pre emergente. Con lo cual se ha superado las deficiencias de la siembra al voleo, que se notan cuando el agricultor usa el sistema y realiza el tapado de la semilla con el arado de palo y hace el deshierbo cuando la hierba tiene más de 4 hojas (después que ya ha hecho competencia al trigo).

El menor número de espigas por m², que han logrado los sistemas de siembra en línea a 0.40 m de distancia y surcos a 0.80 m con una hilera y en surcos a 0.80 m y dos hileras; se debe probablemente a que el ordenamiento de las plantas en una línea, ha producido un mayor acercamiento de plantas de trigo, situación que ha generado una mayor competencia entre plantas de trigo, que finalmente ha ocasionado en un menor número de espigas por m².

En conclusión, la variedad y el sistema de siembra; afectan el número de espigas por m². La mejor variedad es INIA 434 y el mejor sistema de siembra es la siembra al voleo.

4.4. Longitud de espiga

La longitud de espiga es una característica varietal, que resulta interesante evaluarla, dado a que las espigas de mayor longitud ofrecen más espacio para el crecimiento de los granos; que las espigas de menor longitud. Por tanto puede afectar el rendimiento. La evaluación referida, se hará mediante el análisis de varianza aplicado a los datos de los cuadros 25 y 26.

Cuadro 25. Longitud de espiga de trigo

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al Voleo	8.40	11.00	10.70	10.03
INIA 422 en Líneas a 0.40 m	11.40	10.30	11.20	10.97
INIA 422 en Surco 0.80 m 1 Línea	11.70	11.30	10.90	11.30
INIA 422 en Surco .80 m 2 Líneas	9.90	9.30	10.80	10.00
INIA 434 al voleo	8.60	8.20	8.10	8.30
INIA 434 en Línea a 0.40 m	8.39	7.90	7.30	7.86
INIA 434 en Surco 0.80 m 1 Línea	7.00	7.30	7.40	7.23
INIA 434 en Surco 0.80 m 2 Líneas	8.20	7.90	7.70	7.93
Promedio	9.20	9.15	9.26	9.20

Rep = Repetición

Cuadro 26. Datos de longitud de espiga para el análisis factorial

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Al voleo	30.10	24.90	9.17
En línea a 0.40 m	32.90	23.59	9.42
En surcos a 0.80 m 1 Línea	33.90	21.70	9.27
En surcos a 0.80 m 2 Líneas	30.00	23.80	8.97
Promedio	10.57	7.8325	9.20

Los resultados de aplicar el análisis de varianza a los datos de los cuadros 25 y 26; se dan en el cuadro 27.

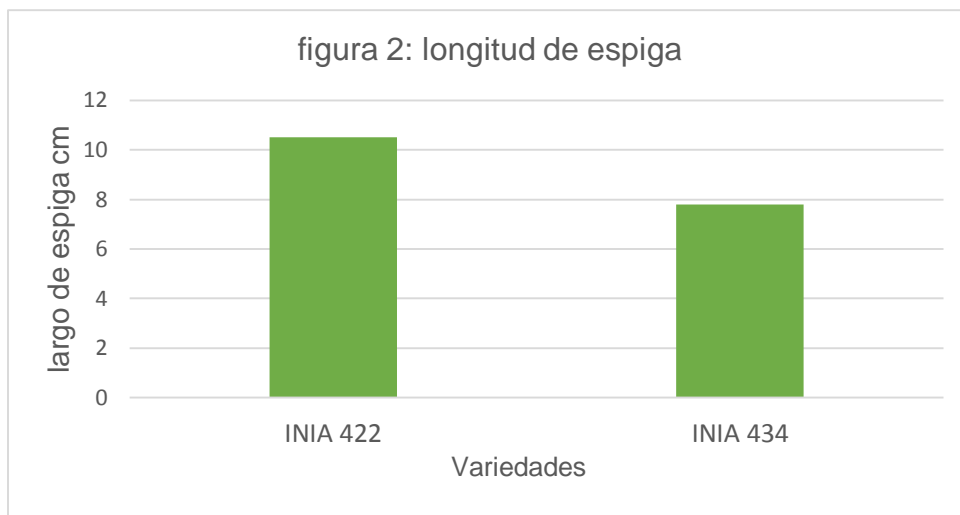
Cuadro 27. Análisis de varianza de la longitud de espiga de trigo

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.05	0.03	0.050	3.74
Tratamientos	7	50.80	7.26	14.327	2.76
Variedades	1	45.13	45.13	89.087	4.60
Sistemas de siembra	3	0.64	0.21	0.419	3.34
Variedad por Sistema de siembra	3	5.04	1.68	3.29	3.34
Error	14	7.09	0.51		
Total	23	58			

CV : 8.0 %

En el cuadro 27, observamos que según la prueba de F, hay diferencias significativas, solo para tratamientos y variedad. En consecuencia debemos aceptar que el sistema de siembra y la interacción de variedad por sistema de siembra; no afectan la longitud de espiga. En consecuencia, según los resultados obtenidos, la longitud de espiga depende solo de la variedad.

Para determinar cuál variedad es la mejor; es suficiente la prueba de F, puesto que dicha prueba está indicando que hay diferencias estadísticas entre las dos variedades. Por tanto será mejor variedad aquella que logra la mayor longitud; que en esta vez es la variedad INIA 422, que logro espigas de 10.5 cm de longitud, superando a la variedad INIA 434 que logro espigas de 7.8 cm solamente, con 95 % de probabilidad. Diferencia que se observa también en la figura 2.



Si tenemos en cuenta que la variedad INIA 422, supera en rendimiento en gavilla y en longitud de espiga; a la variedad INIA 434; nos da indicios que la mayor longitud de espiga, favorece un mayor rendimiento en gavilla; puesto que a mayor longitud de espiga se adiciona más raquis y más brácteas, que incrementarían el peso de gavilla, Lo cual resulta interesante porque contar con más paja (tallo + hojas + brácteas), habrá más forraje para los animales.

Entonces podemos concluir que la longitud de espiga no depende del sistema de siembra, ni de la interacción de variedad por sistema de siembra; pero si depende de la variedad y la variedad INIA 422 con 10.5 cm, posee las espigas más largas que la variedad INIA 434.

4.5. Granos por espiga

El número de granos por espiga es una característica varietal que afecta el rendimiento, dado a que un mayor número de granos por espiga brinda la posibilidad de obtener mayor rendimiento; por tanto es necesario estimar el efecto de los tratamientos sobre esta importante característica del trigo. Para lo cual se han organizado los cuadros 28 y 29.

Cuadro 28. Granos por espiga de trigo

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al Voleo	39	47	54	46.60
INIA 422 en Líneas a 0.40 m	52	41	54	48.93
INIA 422 en Surco 1 Línea	52	53	51	52.10
INIA 422 en Surco 2 Líneas	48	42	55	48.50
INIA 434 al voleo	32	44	42	39.17
INIA 434 en Línea a 0.40 m	41	38	33	37.57
INIA 434 en Surco 1 Línea	32	36	38	35.20
INIA 434 en Surco 2 Líneas	36	32	41	36.50
Promedio	41.50	41.71	46.00	43.07

Cuadro 29. Datos ordenados para el análisis factorial

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Al voleo	139.80	117.50	42.88
En líneas a 0.40 m	146.80	112.70	43.25
En surcos de 0.80 1 línea	156.30	105.60	43.65
En surcos de 0.80 m 2 líneas	145.50	109.50	42.50
Promedio	49.03	37.11	43.07

Los resultados del análisis de varianza realizado, se dan en el cuadro 30.

Cuadro 30. Análisis de varianza del número de granos por espiga de trigo

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	103.00	51.57	1.85	3.74
Tratamientos	7	925.47	132.21	4.74	2.76
Variedades	1	853.23	853.23	30.56	4.60
Sistemas de siembra	3	4.37	1.46	0.05	3.34
Variedad por Sistema de siembra	3	67.86	22.62	0.81	3.34
Error	14	390.86	27.92		
Total	23	1419.00			

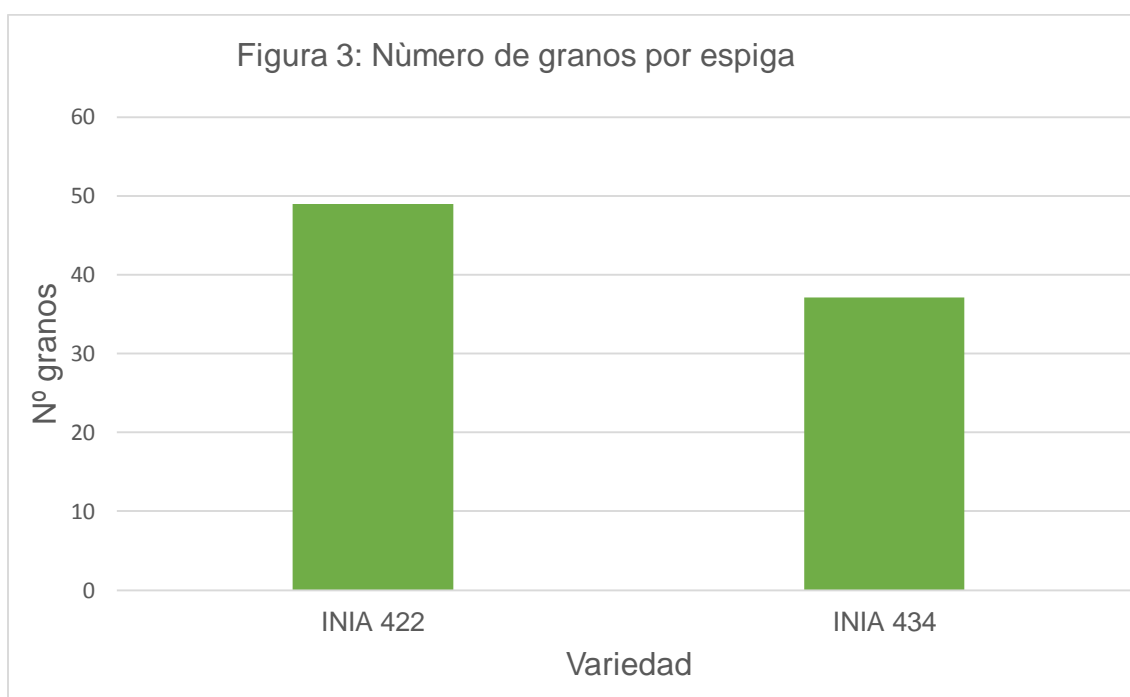
CV : 12.2 %;

GL: grados de libertad

Según la prueba de F del cuadro 30, hay diferencias significativas para tratamientos y variedades, con 95 % de probabilidad y no hay diferencias significativas debidas a sistemas de siembra y a la interacción de variedades por sistemas de siembra.

Dado a que la fuente variación tratamientos incluye a variedades y sistemas y al no haberse detectado diferencias significativas para sistemas ni para la interacción de variedad por sistemas; las únicas diferencias significativas se atribuyen al efecto varietal.

De acuerdo a lo expresado, la variedad INIA 422, llega a formar 49 granos por espiga; superando estadísticamente a la variedad INIA 343, que forma solo 37 granos por espiga. Aspecto que se observa objetivamente en la Figura 5.



Siendo la variedad INIA 422, la que logra el mayor número de granos por espiga y a la vez logra un mayor rendimiento de gavilla, es altamente probable que el número de granos por espiga, contribuye para obtener un mayor rendimiento en grano seco y en gavilla.

Por tanto podemos concluir que el número de granos por espigas depende de la variedad únicamente y la variedad que produce más granos por espiga (49 granos), es INIA 422. El sistema de siembra y la interacción de variedad por sistema de siembra, no afectan el número de granos por espiga.

4.6. Peso de grano por espiga de trigo

La importancia de evaluar esta variable viene de considerar que mientras más peso, tengan los granos de una espiga, hay más probabilidad de lograr un mayor rendimiento. Aspecto que podemos deducir del análisis de varianza de los resultados obtenidos, que se dan en los cuadros 31 y 32.

Cuadro 31. Peso de grano por espiga

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al Voleo	1.70	1.81	2.05	1.85
INIA 422 en Líneas a 0.40 m	2.06	1.40	2.11	1.86
INIA 422 en Surco 0.80 m 1 Línea	2.13	2.43	1.71	2.09
INIA 422 en Surco 0.80 m 2 Líneas	1.60	1.67	2.09	1.79
INIA 434 al voleo	1.71	1.83	1.88	1.81
INIA 434 en Línea a 0.40 m	1.80	1.80	1.49	1.70
INIA 434 en Surco 0.80 m 1 Línea	1.72	1.84	1.76	1.77
INIA 434 en Surco 0.80 m 2 Líneas	1.85	1.53	1.94	1.77
Promedio	1.82	1.79	1.88	1.83

Cuadro 32. Datos del peso de grano por espiga ordenados para el análisis del factorial

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Al Voleo	5.56	5.42	1.83
En Línea a 0.40 m	5.57	5.09	1.78
En Surco a 0.80 m 1 Línea	6.27	5.32	1.93
En Surco a 0.80 m 2 Línea	5.36	5.32	1.78
Promedio	1.897	1.763	1.83

Cuadro 33. Análisis de varianza del peso de granos por espiga de trigo

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	0.033	0.017	0.251	3.74
Tratamientos	7	0.286	0.041	0.618	2.76
Variedades	1	0.108	0.108	1.632	4.60
Sistemas de siembra	3	0.094	0.031	0.474	3.34
Variedades x sistemas de siembra	3	0.084	0.028	0.425	3.34
Error	14	0.927	0.066		
Total	23	1.246			

GL: Grados de libertad; CV: 14.0 %

En el cuadro 33, observamos que en ningún caso el valor de F calculado llega a superar al valor de F tabular. Por tanto debemos manifestar que el peso de grano por espiga no se ve afectado por la variedad y tampoco por el sistema de siembra, ni por la interacción de variedad por sistema de siembra.

4.7. Altura de planta

La altura de planta es una característica que tiene importancia cuando la paja es usada para alimentar animales o para hacer adobes. Usos frecuentes en toda la sierra del país. En estas circunstancias es ventajoso contar con una variedad con mayor altura de planta.

El análisis de esta característica se hará en base a la información de los cuadros 34 y 35.

Cuadro 34. Altura de planta de trigo

Tratamientos	Rep I	Rep II	Rep III	Promedio
INIA 422 al Voleo	63.5	82.5	83.8	76.60
INIA 422 en Líneas a 0.40 m	74.1	72.1	85.6	77.27
INIA 422 en Surco 0.80 m 1 Línea	78.6	80.6	70.9	76.70
INIA 422 en Surco 0.80 m 2 Líneas	79.0	74.4	71.7	75.03
INIA 434 al voleo	59.2	63.5	68.6	63.77
INIA 434 en Línea a 0.40 m	66.7	63.3	62.9	64.30
INIA 434 en Surco 0.80 m 1 Línea	51.4	63.3	57.1	57.27
INIA 434 en Surco 0.80 m 2 Líneas	60.4	57.9	58.7	59.00
Promedio	66.61	69.70	69.91	68.74

Rep = Repeticiones

Cuadro 35. Datos de altura de planta ordenados para el análisis factorial

	INIA 422	INIA 434	Promedio
Al voleo	229.80	191.30	70.18
En línea a 0.40 m	231.80	192.90	70.78
En surcos de 0.80 m 1 línea	230.10	171.80	66.98
En surcos de 0.80 m 2 líneas	225.10	177.00	67.02
Promedio	76.40	61.08	68.74

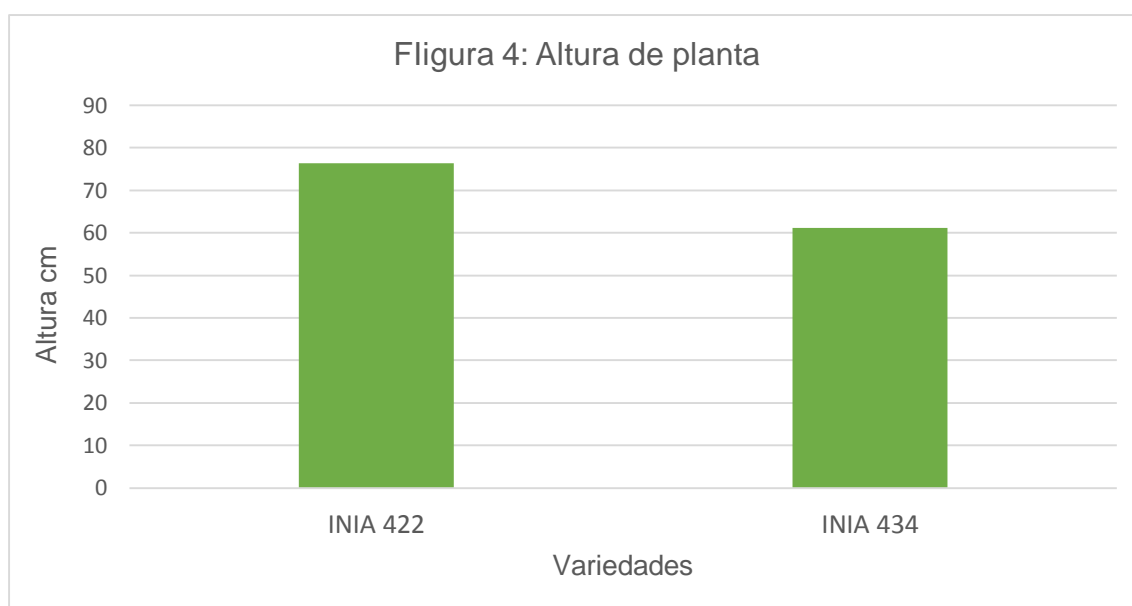
Cuadro 36. Análisis de varianza de la altura de planta de trigo

Fuentes de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular
Repeticiones	2	55.00	27.29	0.739	3.74
Tratamientos	7	1525.21	217.89	5.904	2.76
Variedades	1	1407.60	1407.60	38.14	4.60
Sistemas de siembra	3	73.88	24.63	0.67	3.34
Variedades x sistemas de siembra	3	43.73	14.58	0.40	3.34
Error	14	516.67	36.90		
Total	23	2096			

CV : 8.8 %

De acuerdo a la prueba de F, aplicada con los valores del cuadro 36, podemos afirmar que hay diferencias significativas solo para tratamientos y variedades. En este caso como en los anteriores, las diferencias significativas de tratamientos, debemos atribuir únicamente a la variedad.

En el análisis de los efectos de variedad, al igual que en los casos anteriores, debemos manifestar que no es posible aplicar una prueba de comparación de medias, por contar con solo dos variedades. En este caso basta considerar la prueba de F; la misma que indica que hay diferencias significativas entre las dos variedades en estudio, por tanto será mejor variedad, aquella que ostente el mayor promedio de altura de planta. Que en este caso es la variedad INIA 422, que llego a 76.4 cm de altura, mientras que la variedad INIA 434 llego solamente a 61.1 cm de altura. Tal diferencia se observa en forma objetiva en la Figura 4.



Si tenemos en cuenta que la variedad INIA 422 es la que tiene el mayor rendimiento en gavilla y tiene también la mayor altura de planta; hay indicios que la altura de planta afecte al rendimiento de gavilla.

En conclusión la altura de planta depende únicamente de la variedad, mas no del sistema de siembra, tampoco de la interacción de variedad por sistema de siembra. La variedad que logra la mayor altura es INIA 422 con 76.4 cm.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. El rendimiento de trigo en grano seco, se ve afectado por el sistema de siembra, pero no por la variedad, tampoco por la interacción de variedad por sistema de siembra. Se puede usar en primer término el sistema de siembra al voleo y en segundo lugar el sistema de siembra en líneas a 0.40 m de distancia o el sistema de siembra en surcos de 0.80 m de ancho y 2 hileras en cada surco
2. El rendimiento de trigo en gavilla (grano más paja), se ve afectado por la variedad y por el sistema de siembra, pero no por la interacción de variedad por sistema de siembra. La mejor variedad es INIA 422 y los mejores sistemas de siembra son: Siembra al voleo y siembra en línea a 0.40 m de distancia
3. La variedad y el sistema de siembra; afectan el número de espigas por m². La mejor variedad es INIA 434 y el mejor sistema de siembra es la siembra al voleo.
4. La longitud de espiga, el número de granos por espiga y la altura de planta, se ven afectadas por la variedad, pero no por el sistema de siembra ni por la interacción variedad por sistema de siembra. La mejor variedad es INIA 422.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

1. Aquino P. 1998. Informe Especial del Programa de trigo N° 17b “La adopción del método de siembra de trigo en surcos en el valle del yaqui, Sonora, México
2. Arning, I. 2001. Guía metodológica para investigadores agrícolas. Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica. RAAA. Lima, Perú.
3. García S.E. 2012. Cereales y Oleaginosas, Trigo: Manejo y Cultivo. Instituto Superior de Enseñanza, Estudios y Extensión Agropecuaria. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
4. García Y, M. 2007. Cultivo de Cereales: Trigo. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú.
5. Gómez L. 2008. El Cultivo de Trigo en el Perú y sus Requerimientos Hídricos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú
6. Henriques N. D. 2004. Tamanho de parcelas em experimentos com trigo irrigado sob plantio direto e convencional. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.39, n.6.
7. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI PE). 2014. Compendio Estadístico Perú 2014. IV Censo Nacional Agropecuario.
8. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA PE). 2004. Tríptico de la Variedad de Trigo San Isidro. Andenes, Cuzco.
9. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA PE). 2010. Tríptico de la Variedad de Trigo Espigón. Cajamarca
10. López B.L. 2011. Abonado de los Cereales de Invierno: Trigo y Cebada. Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en España. Universidad de Córdoba
11. López L. 2009. Guía Práctica de la Fertilización Racional de los Cultivos en Celendín. España.

12. Martín, G.O.; Agüero, S.N.; Toll Vera, J.R.; Nicosia, M.G.; Fernández, M.M. y Lucas, J. (2010). Componentes del rendimiento y la productividad, de trigo cultivado en seco en la llanura central subhúmeda-húmeda de Tucumán. Cátedras de Forrajes y Cereales de la Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.
13. Ministerio de Agricultura (MINAG PE). 2008. Cereales y Granos Andinos del Perú con énfasis en Trigo. Lima. Perú.
14. Ministerio de Agricultura (MINAG PE). 2011. Manejo y Fertilidad de suelos. Cereales y Granos Andinos. Manual Técnico. Lima – Perú.
15. Ministerio de Agricultura (MINAG PE) 2013. Principales Aspectos de la Cadena Agro productiva del Trigo. Lima Preu. www.minag.gob.pe
16. Moreno R.O; Salas G, M y Mendoza J, S. s.f. Siembra de Trigo en Surco para el Valle de Mexicali, B.C. CIANO.
17. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO IT). 1997. Manual de Practicas Integradas de manejo y conservación de suelos. Ibadan Nigeria
18. Programa Desarrollo Rural Sostenible 2007. Manejo Tecnificado del cultivo de Trigo en la Sierra. GTZ. Cajamarca, Perú.
19. Roelfs, A.P.; Singh R.P y Saari E.E. 1992. Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT.
20. Suaste MP; Solis E; Ledesma L; De la Cruz L.; Grageda O; Baez A. 2013. Efecto de la Densidad y Método de Siembra en el Rendimiento de Grano de Trigo (*Triticum aestivum* L.) en el Bajío. *Agrociencia* vol.47 no.2 México.

ANEXOS

