

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

**EVALUACION DE DISTANCIAS ENTRE LÍNEAS Y DENSIDADES
DE SIEMBRA EN TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN
CAJAMARCA.**

PRESENTADO POR:
BACHILLER: Samuel Caja Lulayco

ASESOR:
Ing. M.Sc. Jesús Hipólito de la Cruz Rojas

Cajamarca - Perú

-2017-

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la salud y ser mi guía en el rumbo de este mundo, a mis Padres por enseñarme a levantarme de cada caída, superar cada obstáculo que se me presenta en el camino de la victoria.

A mi familia, amigos y mis amigas que siempre están conmigo en buenos y malos tiempos, que con su amistad fortalecen mi ánimo.

Samuel Caja Lulayco

AGRADECIMIENTO

A Dios por sobre todas las cosas,
por darme la oportunidad de
existir y ser útil en la sociedad en
que vivimos.

Al Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De la
Cruz Rojas, por el asesoramiento
durante la realización y
conducción del experimento de la
tesis, por su paciencia y voluntad
de compartir sus conocimientos
adquiridos.

Samuel Caja Lulayco

RESUMEN

La investigación fue realizada con el objetivo: de determinar el efecto y la interacción de la distancia entre líneas y la densidad de siembra, en el rendimiento de trigo (Variedad INIA 422). Los factores en estudio fueron: Tres distancias entre líneas a 0.25, 0.50, 0.75 m; tres densidades: 60, 120 y 180 kg de semilla ha, usado la variedad INIA 422. El diseño experimental utilizado 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 m², longitud de espiga, granos por espiga, peso del grano por espiga y altura de planta. Concluyendo en **a)** La cantidad de semilla (densidad), afecta al rendimiento en grano seco, en gavilla y en el número de espigas por m²; **b)** El mejor rendimiento en grano seco, el mayor rendimiento en gavilla y el mayor número de espigas por m², se obtiene con 180 kg de semilla ha. **c)** El número de granos por espiga y el peso de granos por espiga, se ven afectados por la cantidad de semilla (densidad), cuando la semilla varía en el rango de 60 a 180 kg ha⁻¹, No se encontró efecto de la distancia entre líneas sobre el rendimiento en grano seco, el rendimiento en gavilla, el número de espigas por m², el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga, tampoco hay interacción entre los factores densidad (cantidad de semilla) y distancia entre líneas.

Palabras clave: Trigo, INIA 422, distancia entre líneas, densidades.

ABSTRACT

The investigation Scientific It was performed with the following objective: To determine the effect and the interaction of distance between lines and the density of sowing in the wheat yield (Variety INIA 422). The factors studied were: Three distances between lines at 0.25, 0.50, 0.75 m; three densities 60, 120 y 180 kg ha^{-1} using the variety INIA 422. The experimental design used was that of Randomized Complete Block with 3 replications. The variables evaluated are: yield in grain dry, yield in sheaf (more grain straw), spikes by m^2 , spikes length, grains by spikes, and grain weight by spikes and plant height. Concluding in **a)** the quantity of seed (density), affects the performance in dry grain, and in sheaf and the number of spikes by m^2 **b)** the best performance in dry grain, the highest performance in sheaf and the largets number of spikes by m^2 , is obtained with 180 kg of seed by ha. **c)** the number of grains by spikes, and weight of grains by spikes, are affected by the amount of seed (density), when the seeds varies in the rank of 60 a 180 kg ha^{-1} . **d)** it was not found effect of the distance between lines on the performance of grain dry, the performance in sheaf, the number of grains by spikes m^2 , number grains by spikes and the weight of grains by spikes.

Words key: Wheat, INIA 422, distance between lines, densities.

CAPITULO III	18
MATERIALES Y METODOS.	18
3.1. Ubicación del experimento	18
3.1.1. Materiales y equipos	18
3.2. Metodología	18
3.3. Diseño experimental y croquis de campo	21
3.4. Unidades experimentales	22
3.5. Procedimiento del experimento	22
3.6. Variables evaluadas	23
CAPITULO IV	25
RESULTADOS Y DISCUSIONES	25
4.1. Componentes de rendimiento de trigo	25
4.1.1. Rendimiento en grano seco	25
4.1.2. Rendimiento en gavilla	27
4.1.3. Espigas por m ²	28
4.1.4. Longitud de espiga.....	30
4.1.5. Numero de granos por espiga.....	30
4.1.6. Peso de granos por espiga	32
4.1.7. Altura de planta	33
CAPITULO V	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. CONCLUSIONES.....	34
5.2. RECOMENDACIONES.	35
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1 Efecto de la densidad y distancia de siembra sobre los principales componentes del rendimiento	5
2 Efectos de la densidad y distancia de siembra sobre los principales componentes del rendimiento.....	6
3 Rendimiento de trigo en kg ha ⁻¹	7
4 Resultados sobre densidades de siembra.....	8
5 Rendimiento de nuevas variedades de trigo.....	10
6 Distribución de la semilla por parcela y línea.....	19
7 Factores niveles y tratamientos en estudio.....	19
8 Condiciones ambientales durante los meses del experimento.....	20
9 Composición química del suelo.....	20
10 Requerimientos nutricionales del cultivo.....	21
11 Composición química de la gallinaza.....	21
12 Cantidad de gallinaza utilizada en 324 m ²	21
13 Análisis de varianza del rendimiento en grano seco.....	26
14 Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.....	26
15 Análisis de varianza del rendimiento en gavilla.....	27
16 Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.....	28
17 Análisis de varianza para el número de espigas por m ²	29
18 Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.....	29
19 Análisis de varianza para la longitud de espiga.....	30
20 Análisis de varianza del número de granos por espiga.....	31
21 Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.....	31
22 Análisis de varianza para el peso de grano por espiga.....	32
23 Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.....	33
24 Análisis de varianza para longitud de planta.....	33

25	Datos obtenidos de campo de la repetición I.....	38
26	Datos obtenidos de campo de la repetición II.....	39
27	Datos obtenidos de campo de la repetición III.....	40
28	Rendimiento de trigo en grano seco (kg ha^{-1}).....	41
29	Rendimiento en gavilla (kg ha^{-1}).....	42
30	Espigas por m^2	43
31	Longitud de espiga.....	44
32	Numero de granos por espiga.....	45
33	Peso de grano por espiga.....	46
34	Longitud de espiga.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Resultado del análisis de suelo del experimento.....	48
2 Cultivo de trigo sembrado en líneas.....	49
3 Deshierbo manual de trigo en estado vegetativo.....	49
4 Ultimo deshierbo manual de trigo en estado reproductivo.....	50
5 Formación del grano del cultivo de trigo.....	50
6 Formación del grano del cultivo de trigo.....	51
8 Cosecha del trigo por repeticiones.....	51
7 Identificación de las gavillas de cada parcela.....	52
9 Pesado de las gavillas de cada una de las parcelas.....	52
10 Gavillas de las tres repeticiones.....	53
11 Grano cosechado por parcela.....	53

CAPITULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum ssp aestivum*), es una sub especie originaria de Asia, de donde fue introducida a Europa aproximadamente 3000 años a.C., luego se extendió al norte de Europa, aproximadamente 2500 años a.C. Fue introducido a Norteamérica, por británicos y españoles y a Latinoamérica llegó con Cristóbal Colón en 1494, durante la conquista (Gómez 2008).

El INEI (2010) indica que, en el Perú, el consumo per cápita de trigo fue de 7.2 kg. Según Moncada (2013), el consumo de trigo en el Perú en el 2012 fue de 1 490 000 t; de las cuales solo 180 000 t se han producido en el Perú y la diferencia (1 320 000 t) se ha importado.

En el Perú, el trigo se siembra mayormente en la sierra el PDRS (2007), indica que en dicha región se siembra el 97 % del área. El 90 % del área sembrada en el país, es al seco en suelos marginales, no se usa semilla certificada y se carece de asistencia técnica que garanticen calidad y productividad (MINAGRI 2013). La misma fuente indica que, Ancash, La Libertad, Cajamarca, Ayacucho y Junín son los departamentos que albergan la mayor área sembrada.

Según el CEP (2014), el rendimiento promedio del trigo en nuestro País es 1500 kg ha⁻¹ pero Gómez (2008), informa que en 4 ha sembradas con la variedad Centenario en Lima – La Molina, obtuvo un rendimiento de 8 000 kg ha⁻¹, para lo cual aplicó 200 kg ha⁻¹ de semilla, riego oportuno, maquinaria en la preparación del terreno, se sembró en surcos, se fertilizó con la fórmula 120-60-0 de NPK, usando como fuentes urea y fosfato diamónico. El deshierbo se hizo con herbicidas y la cosecha fue mecánica.

El rendimiento promedio nacional es muy bajo y se debe a las condiciones del cultivo, pero a la vez Gómez (2008), presenta dos casos específicos donde se han obtenido rendimientos mucho más altos (8 000 kg ha⁻¹ en Lima - La Molina y 5 000 kg ha⁻¹, en Cuzco).

Gómez (2008) recomienda usar 85 kg ha^{-1} , cuando la variedad es de semilla pequeña (menor a 40 mg), y 115 kg ha^{-1} , cuando la variedad de semilla es grande (mayor a 40 mg).

Los casos expuestos, muestran que los rendimientos bajos de trigo, que se obtienen actualmente, pueden incrementarse, mejorando la tecnología de cultivo, como en los dos casos expuestos, de Lima y Cuzco. En este contexto se propone evaluar la distancia entre líneas y la densidad de siembra (cantidad de semilla).

1.2. Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

- Determinar el efecto y la interacción de la distancia entre líneas y la densidad de siembra, en el rendimiento de trigo (Variedad INIA 422).

Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de la distancia entre líneas y la densidad de siembra en el rendimiento de trigo (Variedad INIA 422).
- Determinar la interacción de la distancia entre líneas y la densidad de siembra, en relación al rendimiento del trigo (Variedad INIA 422).

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

Borlaug citado por García (2007) afirma que el trigo es originario de Asia Menor, Asia Central y África del Norte, es decir, Abisinia, Eritrea, Afganistán, India, Siria y Palestina; regiones donde se habrían hecho las primeras colecciones por el hombre hace más de 12000 años. Se considera que la primera especie colectada fue *Triticum monococum*. Se acepta que los trigos modernos, son originarios de la región asiática, comprendida entre los ríos Tigris y Éufrates.

2.2. Variedades

El MINAGRI (2013), refiere que las variedades de trigo que actualmente se cultivan en el Perú son:

Variedades para producir harina panificable (*Triticum aestivum* L):

- Santa Elena.
- El Nazareno.
- Centenario.
- San Isidro.
- Moray.
- San Francisco.
- El Molinero.

Variedades para producir harina para fabricar pastas, (*Triticum thúrgidum* ssp. Durum):

- Crown,
- Bravadur,
- Platinum,

Líneas avanzadas del INIA y de la UNALM.

2.3. Siembra de trigo

El PDRS (2007) hace la siguiente recomendación para sembrar trigo: debe sembrarse en los meses de noviembre a febrero, dependiendo de la variedad y el clima.

Existen dos sistemas de siembra: manual y mecánica. En la sierra del Perú está generalizada la siembra manual al voleo, distribuyendo uniformemente la semilla en toda la parcela.

2.4. Siembra, densidad y distancias entre líneas o surcos

INIA (2008) indica que se usan 135 kg de semilla de trigo para sembrar 1 ha, aplicando la tecnología indicada; la misma que consiste en lo siguiente: Iniciar abriendo un 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 semillas de trigo y 100 kg de semilla de cebada por hectárea.

Después que se ha 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 se debe tener en cuenta que la profundidad del arado no debe ser mayor a 15 cm, en suelo suelto o francos, para favorecer la emergencia y evitar la pérdida de plántulas a profundidades mayores.

Moreno y Ramos (2010), en el noroeste de México, zona árida y semiárida, condujo un trabajo de investigación con la finalidad de determinar la densidad de plantas óptima y las mejores prácticas de manejo de riego. Las densidades evaluadas fueron: 34, 42, 54, 77, 125 y 250 mil plantas por la hectárea. Llego a las siguientes conclusiones: El rendimiento promedio de grano fue afectado por

la densidad de plantas, con un aumento abrupto de 3.271 a 6.064 t ha⁻¹ cuando la densidad de plantas se incrementó de 34 a 125 mil plantas por ha. A mayores densidades de plantas, los incrementos fueron menores, obteniéndose un promedio máximo de 7.194 kg ha⁻¹ con una densidad de plantas 250 mil plantas por hectárea.

Ramírez (2001) evaluó 4 distancias entre surco (15 cm, 30 cm, 45 cm y 70 cm) y tres dosis de semilla (90, 120 y 150 kg ha⁻¹) y los resultados de la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Efecto de la densidad y distancia de siembra sobre los principales componentes del rendimiento.

Distancia surcos	Campaña 1996			Campaña 1997			Pro me dio
	90 MP ha ⁻¹	120 MP ha ⁻¹	150 MP ha ⁻¹	90 MP ha ⁻¹	120 MP ha ⁻¹	150 MP ha ⁻¹	
0.15 m	2.54 ab	2.50 ab	2.50 ab	2.73 a	2.57 ab	2.61 ab	2.58
0.30 m	2.62 ab	2.56 ab	2.61 ab	2.70 a	2.51 ab	2.58 ab	2.60
0.45 m	2.35 ab	2.32 b	1.90 c	2.40 ab	2.27 b	1.85 c	2.18
0.70 m	1.23 d	1.31 d	0.82 e	1.27 d	1.32 d	0.93 e	1.15
Pro medio	8.74 2.19	8.69 2.17	7.83 1.96	9.1 2.28	8.67 2.17	9.97 2.00	

MP: mil plantas.

Fuente: Ramírez (2001)

Tabla 2. Efectos de la densidad y distancia de siembra sobre los principales componentes del rendimiento.

Distancia	Densidad	Espigas por m ²			Granos por espiga		
		1996	1997	Pro medio	1996	1997	Pro medio
0.70	90	60.7 e	61.4 e	61.05	32.7 ab	33.0 ab	32.85
0.70	120	113.5 e	114.1 e	113.8	26.7 bc	27.9 bc	27.3
0.70	150	93.0 e	93.2 e	93.1	31.4 ab	32.1 ab	31.75
0.45	90	173.0 cd	175.2 cd	174.1	33.7 ab	34.0 b	33.85
0.45	120	185.2 c	193.1 c	189.15	29.1 bc	30.2 b	29.65
0.45	150	169.4 cd	211.1 bc	190.25	27.0 bc	27.9 bc	27.45
0.30	90	201.6 bc	203.1 bc	202.35	32.7 ab	33.2 b	32.95
0.30	120	207.2 bc	206.1 bc	206.65	29.5 b	30.0 b	29.75
0.30	150	219.8 bc	221.3 bc	220.55	28.9 bc	29.5 b	29.2
0.15	90	159.7 c	253.6 b	206.65	31.3 ab	32.1 b	31.7
0.15	120	232.3 b	228.2 b	230.25	26.0 bc	27.3 c	26.65
0.15	150	264.8	260.3 a	262.55	24.1 c	25.0 d	24.55
Sigf.		**	***		***	***	
Pro		153.14	181.65		31.0	30.2	

Fuente: Ramírez (2001)

Moreno y Ramos (2010) evaluaron las densidades de siembra 60, 90, 120, 180, 210 y 800 mil plantas ha⁻¹. Encontraron el siguiente resultado: la función de producción fue similar entre variedades. Sin embargo, esto no puede tomarse como una regla, aunque en este estudio particular, los datos se comportaron de esa manera para las variedades.

El rendimiento de grano fue positivamente afectado por la densidad, pero no fue modificado a densidades mayores de 150- 210 mil plantas ha⁻¹, lo cual corresponde aproximadamente de 8 a 10 kg de semilla ha⁻¹.

La máxima densidad óptima para trigo harinero y duro fue 210 mil plantas ha⁻¹, bajo las condiciones prevalentes en el noreste de México.

La función para determinar la densidad optima es la siguiente: Densidad optima = $332 - 1.8 AP$; donde AP = altura de planta, con un valor de $R^2 = 0.97$. En este caso la variable predictora de la densidad óptima es la altura de planta.

Moreno *et al.* (2010), indica las ventajas y desventajas de la siembra de trigo en surcos.

Ventajas:

- Se puede establecer un buen programa de control de control de malezas.
- Se obtiene mejor calidad del grano.
- Se puede producir semilla.
- Se puede ahorrar agua para uso agrícola.
- Se limpia de malezas sustancialmente para siembras en melgas en años posteriores.

Desventajas:

- Falta de equipo y oportunidad del mismo.
- No se recomienda en suelos muy arenosos, arcillosos o salinos.
- El rendimiento se recomienda un poco menor en forma general.

Fernández (2015) ensayo de trigo (*Triticum aestivum* L.), efecto de diferentes densidades de siembra en cultivo de trigo. Obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3. Rendimiento de trigo en kg ha⁻¹.

Densidad	Itapua 80	CD 154	IPR Catuara	IPR 85	IPR 144
100	3135.0 A	3083.7	2931.0	3079.8	2810.2
120	3369.4 AB	3163.5	2973.1	3294.6	3060.7
140	3409.2 AB	3186.5	3346.1	3377.4	31.85.3
160	3575.9 B	3278.4	3171.4	3300.0	3298.9
180	3511.0	2157.0	3171.4	3172.4	3182.1
DMS	433.8	288.8	346.1	258.4	322.0
CV	5.7	4.0	4.93	3.5	4.6

Fuente: Fernández (2015).

Fernández (2015) después de realizar un análisis y discusión, concluye que: en la variedad Itapuá 80 el mayor rendimiento en granos de trigo se obtuvo con la densidad de 160 kg ha⁻¹ de semillas, con 440,89 kg más de producción en comparación al uso de 100 kg ha⁻¹.

En la variedad CD 154 no se observó una diferencia de rendimiento importante por lo que la recomendación sería no utilizar altas densidades ya que la respuesta no es directa a las mismas.

Para las variedades IPR Catuara, IPR 85, los mejores rendimientos se obtuvieron con 140 kg ha⁻¹ de semillas, con 415,14 kg y 297,66 kg más de producción en comparación a cuando se usa 100 kg ha⁻¹. Por último, para la variedad IPR 144 el mayor rendimiento con 160 kg ha⁻¹ de semillas, con 488,76 kg más de producción en comparación a cuando se usa 100 kg ha⁻¹ de semilla.

La densidad y sistema de siembra óptima está en función de la variedad y de la condición del suelo. Suelos con baja capacidad de retención de agua y nutrientes requieren de densidades bajas. Una variedad alta y con mucho follaje requiere una densidad relativamente más baja. Cuando se cambia la densidad y el sistema de siembra sin cambiar los factores ambientales se afecta principalmente el tamaño de la planta (Barnett 1980).

La utilización de cultivos muy competitivos o de diferentes sistemas de siembra y a altas densidades; también pueden tener efectos indirectos sobre la población, al reducir la capacidad reproductiva de malas hierbas. Por otro lado, el laboreo del terreno ejerce un efecto indirecto sobre las poblaciones, desplazando la posición de las semillas enterradas en el suelo y promoviendo su germinación (Torner 1989).

Según el PDRS (2007), si la semilla es de buena calidad, seleccionada, pura y limpia; debe utilizarse 160 kg ha⁻¹, porque se ha comprobado que con esta cantidad asegura un adecuado número de plantas por m².

García (2012), presenta el siguiente cuadro, donde se observa promedios de resultados de un experimento sobre cantidades de semilla de trigo por hectárea.

Tabla 4. Resultados sobre densidades de siembra.

CARACTERISTICA	CANTIDAD DE SEMILLA (ha ⁻¹)		
	100	140	180
Número de plantas por m ²	186	246	346
Número de espigas por m ²	538	576	575
Rendimiento (kg/ha ⁻¹)	5890	5821	5489

Fuente: García (2012)

Estos resultados nos llevan a afirmar que, para la variedad y las condiciones ambientales, en las que se condujo el experimento; es suficiente usar 100 kg de semilla de trigo por ha. Al mismo tiempo usar 140 y 180 kg de semilla, significaría derroche de este importante recurso.

Solís *et al.* (2007) recomendaron usar 120 kg ha⁻¹ de semilla; pero también comentan que, esta densidad puede producir rendimientos menores que densidades mayores en siembras intermedias y tardías.

Solís *et al.* (2004), señalaron que en las siembras tempranas el ciclo es más largo porque el cultivo se desarrolla con temperaturas bajas. Al evaluar la etapa reproductiva (espiguilla terminal a antesis), encontró que en las siembras tempranas duro 49 días, en la siembra intermedia duro 40 días, y en siembra tardía duro 35 días. Las temperaturas medias de este periodo para cada fecha de siembra fueron 14.7, 15.7 y 17.3 °C, y los rendimientos 7735, 6828 y 5184 kg ha⁻¹, respectivamente.

Suaste *et al.* (2013) en experimentos realizados en Bajío – México, evaluó métodos y densidades de siembra; determinó que las densidades de 60 y 120 kg ha⁻¹, fueron superadas por el promedio de las densidades altas en dos ciclos y no hubo diferencias significativas entre las densidades de 180 y 240 kg ha⁻¹, en el ciclo 2006 - 07, pero si en el ciclo 2007- 08, con la densidad de 180 kg ha⁻¹. La diferencia de rendimiento entre la densidad de 120 kg y las densidades de 180 y 240 kg ha⁻¹, en los ciclos 2006 - 07 y 2007 - 08, fue de 2.9 y 6.4 %, respectivamente. Los resultados de este estudio concuerdan con los de

Ozturk et al. (2006), quienes observaron que el rendimiento de grano de trigo aumentó con la densidad de siembra.

2.5. Rendimiento

MINAGRI (2012) en el Perú se habrían sembrado 145 237 hectáreas, donde se había producido 213 467 toneladas; con un rendimiento promedio de 1470 kg ha⁻¹. Del mismo modo indica que para obtener la producción indicada se usaron 6 535 665 jornales. En la misma exposición, informan también, que en parcelas con productores del valle del Chicama se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 5. Rendimiento de nuevas variedades de trigo

Variedad	80-70-0 de NPK	0-0-0 de NPK
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 (2008)

Theodore (2012) comenta que los rendimientos de grano del trigo (al 11 % de humedad) pueden variar, desde la pérdida de la cosecha en estaciones con menos de 100 a 150 mm de agua disponible, hasta 1-3 t ha⁻¹ en condiciones de secano con agua limitada (ambientes mediterráneos, áridos, subtropicales en estaciones secas) y 4-10 t ha⁻¹ en climas templados (Europa Occidental y Septentrional) en condiciones de secano o sistemas con condiciones de riego (China). Excepcionalmente, los rendimientos de grano pueden alcanzar un máximo de 15 t ha⁻¹ en ambientes con estaciones frías prolongadas (ciclo biológico de más de 300 días) y radiación solar alta, como en Nueva Zelanda meridional, Chile meridional, Irlanda, Inglaterra y algunas regiones de China. En 2009, los rendimientos promedio de los países estuvieron entre menos de 0.5 t ha⁻¹ en Honduras, Lesoto, Somalia, Venezuela y Eritrea, hasta más de 9 t ha⁻¹ en Bélgica.

2.5.1. Componentes del rendimiento

Agüero *et al.* (2003) consideran a los siguientes componentes, con capacidad para determinar el rendimiento del trigo: Número de plantas por m², número de espigas por planta, número de espigas por m², número de granos por espiga, peso de espiga, peso de un grano. Luego indica la siguiente fórmula para determinar el rendimiento.

$$(\text{Número de granos por ha}) \times (\text{peso de un grano}) = \text{kg de grano por ha.}$$

2.6. Condiciones agroclimáticas para el cultivo

2.6.1. Suelo

En América Latina, Brasil, Chile y México tienen activos programas experimentales con triticale; en el Brasil se ha encontrado que da mejores resultados que el trigo en suelos ácidos de Rio Grande Do Sul, con toxicidad debido al aluminio (Ceres 1980).

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

Gómez (2008), indica que el cultivo de trigo, desarrolla bien en una amplia gama de suelos, sin embargo, se considera óptimos, aquellos que tienen textura de media a pesada, con buena estructura y buen drenaje. Se indican también los suelos arcillo-limosos y arcillosos y calcáreos. Estos suelos deben tener un pH entre 6 y 8.5. El trigo tolera la salinidad moderada y resiste los suelos ácidos.

2.6.2. 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) manifiesta que 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.

Gómez (2008) manifiesta que el consumo de agua para un rendimiento de 5 000 kg ha⁻¹ es de 450 a 550 mm; lo cual significa una producción total de 8 500 Kg de materia seca total en una ha.

2.6.3. Abonos.

López (2011) indica que, para producir una tonelada de grano seco de trigo, se requiere de 28 a 40 kg de N, de 9 a 15 kg de P₂O₅, de 20 a 35 kg de K₂O, de 5 a 7 kg de CaO, de 3,5 a 5 kg de MgO y 5,2 kg de S.

García (2012), manifiesta que la extracción media de nutrientes para producir 1 tonelada de grano de trigo, es: 30 kg de nitrógeno; 5 kg de Fosforo; 19 kg de Potasio; 3 kg de calcio; 3 kg de Magnesio; 4.5 kg de Azufre.

López (2011) manifiesta que 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 cantidades suficientes de los otros dos. La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de una nutrición potásica suficiente hace a los cereales sensibles a las enfermedades y accidentes, en especial al encamado, y limita los rendimientos, disminuyendo la calidad y el peso específico. Gracias al potasio la productividad del nitrógeno puede aumentar en más de un 50%. Sobre el fósforo manifiesta que mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radicular, teniendo un papel esencial en la formación de la espiga y del grano.

Sobre el potasio indica que 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 específico y el peso de 1000 granos aumentan gracias al potasio. También se afirma que el valor panadero del trigo y el valor cervecero de la cebada se mejora con el potasio.

García (2012) manifiesta 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.

2.7. Labores culturales y cuidado del cultivo de trigo.

2.7.1. Preparación del terreno

Este es uno de los factores que más inciden en la producción pero que lamentablemente muchas veces no se le da la debida importancia; una mayor preparación del suelo permite un mayor desarrollo del sistema radicular, una mejor asimilación de los nutrientes y el control de larvas y huevos de insectos (Paz 1981).

Según el PDRS (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.

2.7.2. Deshierbo

Para controlar grama o kikuyo, el INIA (2011) recomienda aplicar 2 litros de glifosato por ha, dos meses antes de la preparación del terreno o 2.5 meses antes de la siembra.

García (2007) indica que el deshierbo se debe realizar entre el macollamiento y el encañado. Para el control químico de hierbas de hoja ancha se debe usar herbicidas a base de 2,4, D y para hierbas de hoja angosta como cebadilla o avena fatua, se debe usar un herbicida específico como el Finaven. El momento de aplicar el herbicida es a los 35 a 40 días después de la siembra o cuando la planta llega a la 5 hojita. No aplicar herbicidas cuando el trigo ha iniciado el encañado.

García (2012) recomienda usar los siguientes herbicidas:

- Herbicidas hormonales: Herbicidas fenoxiacéticos (2,4 D; MCPA), para controlar principalmente crucíferas. No controlan Poligonáceas.
- Herbicidas Benzoicos y Picolinicos: Dicamba (NC Bamvel) y Picloram (NC Tordón). Postemergente sistémico, de acción hormonal. Absorción foliar y radicular (vía floemática y xilemática). Controla resistentes a 2,4D y MCPA. No poseen poder residual. Bromoxinail (NC Brominal, Weedex), Herbicidas de contacto. No controlan crucíferas

Estos herbicidas no deben aplicarse en suelos con un pH mayor a 7 u 8, porque en tales condiciones aumenta la residualidad de los productos, con lo cual se puede afectar a los cultivos que sigan en la rotación. No aplicar cuando el cultivo se encuentre en estrés hídrico, baja fertilidad, ataques de insectos, bajas temperaturas o heladas, porque el control puede ser deficiente y el cultivo resultará afectado. No aplicar en mezcla, con insecticidas órgano-fosforados

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

2.7.3. Cosecha

La cosecha del trigo se puede hacer desde el momento en que llega a madurez de cosecha. 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 cosecha.

Labor que se puede realizar en forma manual o mecánica: existen también el método de hacer el corte manual y la trilla con animales, siendo este método común en la siembra norte del Perú (Paz 1981).

2.8. Control de plagas y Enfermedades

2.8.1. Plagas

Prescott (s.f.), describe muchas plagas que afectan al cultivo de trigo, de las cuales solo algunas están en nuestra región y a su vez, de ellas se llega a controlar en forma esporádica únicamente a los afidos o pulgones.

Afidos o Pulgones que atacan al trigo.

Según CESAVEG (s.f.) el cultivo de trigo pueden presentarse cualquiera de los siguientes pulgones: Pulgón verde del follaje (*Schizaphis graminum* Rondani), pulgón de la espiga (*Sitobion avenae* Fabricius), pulgón ruso (*Diuraphis noxia*), pulgón amarillo del follaje (*Metopolophium dirhodum* Walker), pulgón negro del follaje (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus), pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis* Fitch).

Los daños que ocasionan las grandes poblaciones de ninfas y adultos de 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.

- Los controles químicos lleven como materia activa: acefato, 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, ya que existen diferentes resistencias a los aficidas.

2.8.2. Enfermedades

Las royas en Perú, atacan generalmente después de la floración y la intensidad de ataque varia con la especie y la altitud; como sigue:

2.8.2.1. 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.

Se observa la siguiente variación de la intensidad de ataque:

Alta intensidad: Entre 0 y 3000 msnm

Mediana intensidad : Entre 3000 y 3200 msnm

Baja intensidad: De 3200 a más msnm

2.8.2.2. Roya morena o roya de la hoyá (*Puccinia recóndita*)

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

2.8.2.3. Roya amarilla o (*Puccinia striiformis*)

En las hojas se presentan una especie de 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. El control de las royas en el Perú es solamente mediante el uso de variedades resistentes.

2.9. Competencia intraespecífica

Vera (2006) afirma que la competencia intraespecífica generalmente conduce a una reducción del crecimiento y el desarrollo de los individuos debido a los cambios en las cantidades de los recursos en reserva.

Konstantinidis y Banzato (s.f.) manifiestan que la densidad de los individuos en el espacio modifica la disponibilidad del recurso luz, a medida que los individuos se aproximan las interacciones se vuelven cada vez más negativas.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS.

3.1. Ubicación del experimento

El presente estudio se condujo en el Centro de Investigación Agraria La Victoria de la Universidad Nacional de Cajamarca – Distrito, Provincia y Región Cajamarca, situado a 9 km de la ciudad de Cajamarca (Vía a Cajabamba), a una altura de 2530 m.s.n.m. Y una precipitación de 508 mm por año. Las coordenadas del campo experimental son las siguientes: 781012E y 9206770N.

3.1.1. Materiales y equipos

a. Material biológico

Semilla de trigo: INIA 422- espigón.

b. Material de campo

Abonos (gallinaza), cal, estacas, pesticidas.

c. Equipos

Balanza de reloj, wincha, mochila, calculadora, cámara fotográfica, computador, rotulo, hoz.

d. Material y equipo de laboratorio

Balanza con aproximación a gramos y determinador de humedad.

3.2. Metodología

Este estudio consistió de 3 bloques y 9 tratamientos, en cada tratamiento se evaluó la distancia entre líneas de siembra y la densidad de siembra utilizando la variedad INIA 422, así como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Distribución de la semilla por parcela y línea.

Distancia (m)	Semilla/ha (Kg)	Semilla/parcela (Kg)	Semilla/línea (Kg)
0.25	60	0.072	0.006
	120	0.144	0.012
	180	0.216	0.018
0.50	60	0.072	0.012
	120	0.144	0.024
	180	0.216	0.036
0.75	60	0.072	0.018
	120	0.144	0.036
	180	0.216	0.054

Las semillas fueron sembradas en parcelas, distribuidas en líneas. Cada parcela constó de doce, seis y cuatro líneas según el tratamiento con 4 m de longitud. Los tratamientos fueron aleatorizados para cada repetición, y enumerado del uno (T1) al nueve (T9). Para este experimento se utilizó la variedad de trigo INIA 422 de las líneas avanzadas de trigo harinero. La investigación se realizó desde el 29 de enero 2016 y culminó con la cosecha el 27 junio de 2016.

Tabla 7. Factores niveles y tratamientos en estudio

FACTOR	NIVELES	TRATAMIENTOS	CODIGO
Distancia entre líneas (m)	0.25	0.25 m entre líneas + 60 kg ha ⁻¹	T1
	0.50	0.25 m entre líneas + 120 kg ha ⁻¹	T2
	0.75	0.25 m entre líneas + 180 kg ha ⁻¹	T3
		0.50 m entre líneas + 60 kg ha ⁻¹	T4
		0.50 m entre líneas + 120 kg ha ⁻¹	T5
Densidad de siembra (kg)	60	0.50 m entre líneas + 180 kg ha ⁻¹	T6
	120	0.75 m entre líneas + 60 kg ha ⁻¹	T7
	180	0.75 m entre líneas + 120 kg ha ⁻¹	T8
		0.75 m entre líneas + 180 kg ha ⁻¹	T9

Componentes de rendimiento:

- a. Rendimiento en grano seco.
- b. Rendimiento en gavilla.
- c. Espigas por m².
- d. Longitud de espiga,
- e. Número de granos por espiga.
- f. Peso de grano por espiga.
- g. Longitud de planta.

Datos meteorológicos.

En la tabla 8 se muestran las condiciones ambientales en las cuales se condujo el experimento.

Tabla 8. Condiciones ambientales durante los meses del experimento.

Mes	Condiciones ambientales		
	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
Febrero	55.6	66	15.4
Marzo	213.3	17	16.15
Abril	64.0	72	15.6
Mayo	76.6	69	15.45
Junio	3.0	55	14.85
Julio	4.5	65	14.4

Fuente: Estación Meteorológica Agrícola Augusto Weberbauer

El abonamiento se realizó de acuerdo a las recomendaciones del Laboratorio de suelos de la estación Experimental Agraria Baños del Inca. Para este experimento se usó dos sacos de 50 Kg de gallinaza.

Tabla 9. Composición química del suelo.

Nombre de la parcela	Código laboratorio	P (ppm)	K(ppm)	pH	MO %
Muestra 03	SU0521-EEBI-15	13.83	260.0	5.6	1.32

Fuente: INIA - Cajamarca.

Los requerimientos de los macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para un rendimiento de 4 t ha⁻¹ se indica en la tabla 10.

Tabla 10. Requerimientos nutricionales del cultivo.

Nutrientes	N (Kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	K ₂ O (Kg ha ⁻¹)	pH
Cantidad	120	20	76	5.6

Fuente: INIA - Cajamarca.

La composición química de la gallinaza de macronutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) se indica en la tabla 12.

Tabla 11. Composición química de la gallinaza.

Muestra	N (Kg/t)	P ₂ O ₅ (Kg/t)	K ₂ O (Kg/t)	pH
Gallinaza	34.7	30	20.9	7.9

Fuente: INIA - Cajamarca.

Cantidad utilizada de gallinaza en función al contenido químico del suelo y de la gallinaza en el experimento se indica en la tabla 13.

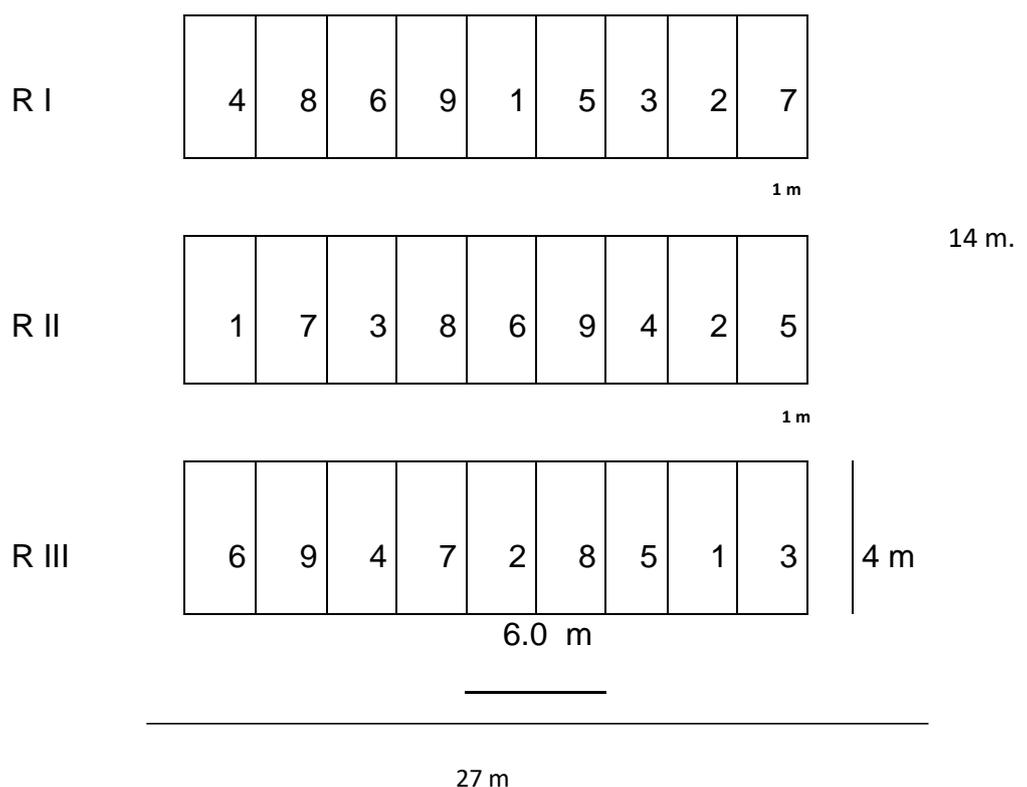
Tabla 12. Cantidad de gallinaza utilizada en 324 m²

Muestra	N (Kg/324m ²)	P ₂ O ₅ (Kg/324m ²)	K ₂ O (Kg/324m ²)	pH
Gallinaza	50	50	50	7.9

3.3. Diseño experimental y croquis de campo

Se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar, con arreglo factorial 3 X 3 con tres repeticiones. Los tratamientos se han determinado usando el arreglo factorial, obteniéndose los siguientes tratamientos:

Croquis del experimento:



3.4. Unidades experimentales

Cada unidad experimental tuvo 4 m largo y 3.0 m de ancho con un área total 12.0 m², donde se sembraron 12 o 6 o 4 líneas según el tratamiento.

3.5. Procedimiento del experimento

a) Trazado y rotulación de parcelas

Utilizando estacas, cal y rafia, se delimitó la totalidad del experimento. La identificación se hizo mediante una tarjeta para cada parcela. Las calles de separación de repeticiones tuvieron 1 m de ancho.

b) Trazado de líneas de siembra

Esta labor se realizó utilizando una cuerda para hacer el trazado de líneas, una wincha y un zapapico. La distancia dependía del tratamiento. Se hizo el mismo día de la siembra.

c) Siembra

Se instaló el experimento el 29 de enero del 2016, culminando con la cosecha el 27 de junio del 2016, inmediatamente después de trazar la línea de siembra. En primer lugar, se colocó el abono en línea corrida en el fondo de la línea trazada, abono que fue tapado con una capa de tierra de 5 cm. Seguidamente se colocaron las semillas a chorro corrido, en cantidades distintas de acuerdo al tratamiento, las mismas que fueron cubiertas con una capa de tierra, de 3cm de espesor.

d) Deshierbo

En el mismo día de la siembra, se aplicó Sencor Liquid, la cantidad de 4 ml diluido en 15 lts de agua, según las recomendaciones del producto, posteriormente. Después de 30 días de la siembra, se realizó un deshierbo manual, repitiéndose la misma actividad por 2 veces más en los siguientes meses.

e) Riegos

Fue necesario regar en dos oportunidades, la primera antes 3 días antes de la siembra, y la segunda en la floración, usando el riego por gravedad, no se regó más porque fue época de lluvia.

f) f) Cosecha

La cosecha se realizó parcela por parcela, cuando los granos habían llegado a la madurez de cosecha, que se reconoce pasando la uña por la superficie del grano. Está maduro el trigo, cuando la uña ya no raya al grano.

3.6. Variables evaluadas

a) Rendimiento en grano seco (kg)

Después de cada trilla de cada uno de las gavillas por parcela se pesó todo el grano, de cada unidad experimental y se relacionó a hectárea que representa al rendimiento en grano seco.

b) Peso de gavilla (kg)

Inmediatamente después de realizar la siega de cada parcela, se procedió a pesar en gramos, la gavilla obtenida (tallos, hojas y espigas sin trillar).

c) Espigas por m²

Se contaron todas las espigas de 2 m² de cada unidad experimental.

d) Longitud de espiga (cm)

Se midió en cm, la longitud de cada espiga, en 10 tallos tomadas completamente al azar.

e) Número de 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.

f) Peso de grano por espiga (g)

Se pesó el grano de 10 espigas tomadas totalmente al azar de cada tratamiento, en el momento de la cosecha.

g) Longitud de planta (cm)

Esta variable se evaluó en 10 plantas tomadas totalmente al azar en cada unidad experimental cuando las plantas llegaron a floración, se midió desde el cuello de la planta del trigo hasta la parte terminal de la espiga.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Componentes de rendimiento de trigo

4.1.1. Rendimiento en grano seco

El análisis de variancia (ANOVA) para el rendimiento en grano seco (Tabla 13) muestra significación estadística para el factor densidad, puesto que la F calculada supera a la F tabulares a la probabilidad del 5%, lo cual indica que la densidad causa un efecto significativo en el rendimiento del grano seco. Para el factor densidad entre líneas no se encontró significación estadística al igual que para la interacción de los factores (DL*D), esto indica que el factor densidad actúa independientemente, por lo que realizó la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para determinar la mejor densidad. El coeficiente de variación (CV = 16.2%), nos indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

En la Tabla 14, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que las densidades 180 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹ con un rendimiento promedio en grano seco de 3801.3 kg ha⁻¹ y 3232.8 kg ha⁻¹ respectivamente, son estadísticamente iguales y superiores a la densidad de 60 kg ha⁻¹ que obtuvo un promedio de 3061.1 kg ha⁻¹.

Tabla 13. Análisis de varianza del rendimiento en grano seco.

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	1604351.58	802175.79	2.7	3.63
Tratamientos	8	5709701.15	713712.64	2.41	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	1202194.71	601097.35	2.03	3.63
Densidad (D)	2	2701276.33	1350638.16	4.55*	3.63
DL * D	4	1806230.12	451557.53	1.52	3.01
Error	16	4747022.71	296688.92		
Total	26	12061075.4			

CV = 16.2 %

Tabla 14. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.

Ord. de merito	Densidad (kg ha ⁻¹)	Rdto. Promedio kg ha ⁻¹ Grano seco	Significación al 5%
1	180	3801.3	A
2	120	3232.8	A
3	60	3061.1	B

Los resultados indican que los rendimientos en grano seco aumentan conforme aumenta la cantidad de semilla por ha. De manera que el mayor rendimiento se obtiene con la máxima cantidad de semilla es decir 180 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹. En cambio, los menores rendimientos en grano seco se obtienen con la menor cantidad de semilla por ha, es decir 60 kg ha⁻¹.

Los resultados encontrados en el rendimiento de granos seco son corroborados por Gasparotto (2014), el cual indica que el rendimiento aumenta conforme aumenta la densidad, el autor encontró un rendimiento de 2403 kg ha⁻¹ utilizando 180 kg ha⁻¹ y el más alto rendimiento lo encontró con 400 kg ha⁻¹ con el cual se obtuvo un rendimiento de 2539 kg ha⁻¹.

Por otro lado, García (2012), encontró 5890 kg ha⁻¹ con una densidad de 100 kg ha⁻¹ el cual es el rendimiento más alto y los rendimientos más bajos se encontró una densidad 180 kg ha⁻¹ con el cual obtuvo un rendimiento de 5489 kg ha⁻¹.

4.1.2. Rendimiento en gavilla

El análisis de variancia (ANOVA) para el rendimiento en gavilla (Tabla 15) muestra significación estadística para las repeticiones y el factor densidad, puesto que la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 5%, lo cual indica que la densidad causa un efecto significativo en el rendimiento en gavilla. Para el factor distancia entre líneas no se encontró significación estadística al igual que para la interacción de los factores (DL*D), esto indica que el factor densidad actúa independientemente, por lo que realizó la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para determinar la mejor densidad. El coeficiente de variación (CV = 21.3%), nos indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

En la Tabla 16, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que la densidad de 180 kg ha⁻¹ con un rendimiento promedio de gavilla de 9994.8 kg ha⁻¹ es estadísticamente superior a las densidades de 120 kg ha⁻¹ y 60 kg ha⁻¹.

Tabla 15. Análisis de varianza del rendimiento en gavilla.

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	55556583.2	27778292	8.3 *	3.63
Tratamientos	8	58465317.5	7308165	2.18 NS	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	5515265.93	2757633	0.82 NS	3.63
Densidad (D)	2	31515298	15757649	4.71*	3.63
DL*D	4	21434753.6	5358688	1.6	
Error	16	53575045.8	3348440		
Total	26	167596946			

CV = 21.3%

Tabla 16. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.

Ord. de merito	Densidad (kg ha ⁻¹)	Rdto. Promedio kg ha ⁻¹ gavilla	Significación al 5%
1	180	9994.8	A
2	120	8400.3	B
3	60	7368.4	C

Los resultados encontrados para el rendimiento en gavilla indican que al aumentar la densidad de siembra aumenta el rendimiento, de manera que el mayor rendimiento se obtiene con la máxima cantidad de semilla es decir 180 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹. En cambio, los menores rendimientos en grano seco se obtienen con la menor cantidad de semilla por ha, es decir 60 kg ha⁻¹. Por lo tanto, se concluye que para el rendimiento en gavilla se debe utilizar la densidad de siembra de 180 kg ha⁻¹

4.1.3. Espigas por m²

El análisis de variancia (ANOVA) para el numero de espigas m² (Tabla 17) muestra significación estadística para el factor densidad, puesto que la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 5%, lo cual indica que la densidad causa un efecto significativo en el número de espigas por m². Para el factor densidad entre líneas no se encontró significación estadística al igual que para la interacción de los factores (DL*D), esto indica que el factor densidad actúa independientemente, por lo que realizo la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para determinar la mejor densidad. El coeficiente de variación (CV = 3.5%), nos indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

En la Tabla 18, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que las densidades 180 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹ presentan un promedio de 220 y 188 espigas por m² respetivamente, los cuales son estadísticamente iguales y a la vez semejantes a la densidad 60 kg ha⁻¹.

Tabla 17. Análisis de varianza para el número de espigas por m².

Fuentes de Variabilidad	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	23749.82	11874.91	6.98 *	3.63
Tratamientos	8	23979.81	2997.476	1.76 NS	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	5588.08	2794.04	1.64 NS	3.63
Densidad (L)	2	14917.07	7458.534	4.38 *	3.63
DL*D	4	3474.662	868.6656	0.51 NS	3.01
Error	16	27217.13	1701.07		
Total	26	74946.76			

CV = 3.5%

Tabla 18. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio

Ord. de merito	Densidad (kg ha ⁻¹)	Promedio de espigas/m ²	Significación al 5%
1	180	219.9	A
2	120	188.4	A B
3	60	162.5	B

Los resultados encontrados indican que el número de espigas/m² aumentan conforme aumenta la cantidad (densidad) de semilla por ha. De manera que el mayor número de espigas/m² se obtiene con la máxima cantidad de semilla es decir con 180 kg ha⁻¹. En cambio, los menores rendimientos en grano seco se obtienen con la menor cantidad de semilla por ha, es decir 60 kg ha⁻¹.

Los resultados encontrados en el número espigas/m² son corroborados por Gasparotto (2014), el cual indica que el número espigas/m² aumenta conforme aumenta la densidad, el autor encontró un promedio de 374 espigas por metro cuadrado utilizando 180 kg ha⁻¹ y el más alto rendimiento lo encontró con 400 kg ha⁻¹ con el cual obtuvo un promedio de 460 espigas.

4.1.4. Longitud de espiga

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para longitud de espiga (Tabla 19), indica que existe diferencia estadística al 5% para las repeticiones. Para los factores (densidad y distancia entre líneas) no se encontró significación estadística para los factores de igual manera para la interacción de dichos factores. Este resultado indica que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos, la diferencia se debe al azar. El coeficiente de variación (CV = 7.4%), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 19. Análisis de varianza para la longitud de espiga.

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	33.3346	16.6673	36.43 *	3.63
Tratamientos	8	3.6915	0.4614	1.01 NS	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	1.9208	0.9604	2.1 NS	3.63
Densidad (D)	2	1.5437	0.7718	1.69 NS	3.63
DL*D	4	0.227	0.0568	0.12 NS	3.01
Error	16	7.3209	0.4576		
Total	26	44.347			

CV = 7.4%

4.1.5. Numero de granos por espiga

El análisis de variancia (ANOVA) para el número de granos por espiga (Tabla 20) muestra significación estadística para el factor densidad, puesto que la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 5%, lo cual indica que la densidad causa un efecto significativo en el número de granos por espiga. Para el factor distancia entre líneas no se encontró significación estadística al igual que para la interacción de los factores (DL*D), esto indica que el factor densidad actúa independientemente, por lo que realizó la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para determinar la mejor densidad. El coeficiente de variación (CV = 3.5%), nos indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

En la tabla 21, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que la densidad 60 kg ha⁻¹ con un promedio de 48 granos por espiga, es estadísticamente superior a las densidades 120 kg ha⁻¹ y 120 kg ha⁻¹ que obtuvieron 43 y 40 granos por espiga respectivamente.

Tabla 20. Análisis de varianza del número de granos por espiga.

Fuentes de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	1040.703	520.3515	21.39 *	3.63
Tratamientos	8	487.1919	60.8989	2.5 NS	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	140.8829	70.4415	2.9 NS	3.63
Densidad (D)	2	258.2763	129.1381	5.31*	3.63
DL*D	4	88.0326	22.0081	0.91NS	3.01
Error	16	389.277	24.3298		
Total	26	1917.172			

CV = 11.2%

Tabla 21. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.

Ord. de merito	Densidad (kg ha ⁻¹)	Promedio de grano/espiga	Significación al 5%
1	60	48.1	A
2	120	43.1	B
3	180	40.7	C

Los resultados encontrados indican que el número de granos por espiga presenta una relación inversamente proporcional a la densidad de semillas, es decir, que el mayor número de granos por espigas se obtiene con la mínima cantidad de semilla 60 kg ha⁻¹. En cambio, el menor número de granos por espiga se obtienen con la mayor cantidad de semilla por ha, es decir 180 kg ha⁻¹.

Los resultados encontrados en el número de granos por espigas son corroborados por Gasparotto (2014), el cual indica que el número granos por espiga disminuye conforme aumenta la densidad, el autor encontró un promedio de 18 granos/espiga utilizando 430 kg ha⁻¹ y con una densidad de 180 kg ha⁻¹ se encontró en promedio 24 semillas por espiga.

4.1.6. Peso de granos por espiga

El análisis de variancia (ANOVA) para el peso de granos por espiga (Tabla 22) muestra significación estadística para el factor densidad, puesto que la F calculada supera a la F tabular a la probabilidad del 5%, lo cual indica que la densidad causa un efecto significativo en el peso de granos por espiga. Para el factor distancia entre líneas no se encontró significación estadística al igual que para la interacción de los factores (DL*D), esto indica que el factor densidad actúa independientemente, por lo que se realizó la prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para determinar la mejor densidad. El coeficiente de variación (CV = 11.4%), nos indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

En la Tabla 23, al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observa que la densidad 60 kg ha⁻¹ con un promedio de 2.3 granos por espiga, es estadísticamente superior a las densidades 120 kg ha⁻¹ y 180 kg ha⁻¹ que obtuvieron 2.1 y 1.9 g por espiga respectivamente.

Tabla 22. Análisis de variancia para el peso de grano por espiga.

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	0.4081	0.2045	3.61	3.63
Tratamientos	8	0.8337	0.1042	1.84	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	0.3159	0.158	2.8	3.63
Densidad (D)	2	0.4543	0.2271	4.02*	3.63
DL*D	4	0.0635	0.0159	0.28	3.01
Error	16	0.904	0.0565		
Total	26	2.1459			

CV = 11.4%

Tabla 23. Prueba de significación de Duncan al 5% de probabilidad para las diferentes densidades en estudio.

Ord. de merito	Densidad (kg ha ⁻¹)	Promedio de peso grano/espiga	Significación al 5%
1	60	2.3	A
2	120	2.1	B
3	180	1.9	C

Los resultados encontrados indican que el peso de granos por espiga presenta una relación inversamente proporcional a la densidad de semillas, es decir, que el mayor peso de granos por espigas se obtiene con la mínima cantidad de semilla 60 kg ha⁻¹. En cambio, los menores pesos de granos por espiga se obtienen con la mayor cantidad de semilla por ha, es decir 180 kg ha⁻¹.

4.1.7. Altura de planta

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para longitud de planta (Tabla 24), indica que existe diferencia estadística al 5% para las repeticiones. Para los factores (densidad y distancia entre líneas) no se encontró significación estadística de igual manera para la interacción de dichos factores (DL*D). Este resultado indica que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos porque que la diferencia se debe al azar. El coeficiente de variación (CV = 6.7%), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada.

Tabla 24. Análisis de varianza para longitud de planta.

Fuentes de Variación	GL	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F calculada	F tabular al 5%
Repeticiones	2	3004.659	1502.324	61.01 *	3.63
Tratamientos	8	165.7968	20.7246	0.84 NS	2.59
Dist. entre líneas (DL)	2	3.19	1.5925	0.07 NS	3.63
Densidad (D)	2	75.88	37.9394	1.54 NS	3.63
DL*D	4	86.73	21.6832	0.88 NS	3.01
Error	16	394.01	24.6255		
Total	26	3564.45			

CV = 6.7

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

La cantidad de semilla (densidad), afecta al rendimiento en grano seco, el rendimiento en gavilla y el número de espigas por m^2 ; al aumentar la cantidad de semilla en el rango de 60 kg a 180 kg ha^{-1} ; aumenta también el rendimiento en grano seco, el rendimiento en gavilla y el número de espigas por m^2 . El mejor rendimiento en grano seco, el mayor rendimiento en gavilla y el mayor número de espigas por m^2 , se obtiene con 180 kg ha^{-1} .

El número de granos por espiga y el peso de granos por espiga, son afectados por la cantidad de semilla (densidad), cuando la semilla varía en el rango de 60 a 180 kg ha^{-1} . Al aumentar la densidad (cantidad de semilla), disminuye el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga.

No se encontró efecto de la distancia entre líneas sobre el rendimiento en grano seco, el rendimiento en gavilla, el número de espigas por m^2 , el número de granos por espiga y el peso de grano por espiga.

Los factores Cantidad de semilla (densidad) y distancia entre líneas, no están relacionados, son independientes.

En el análisis de varianza de todas las características evaluadas, no se encontró diferencias significativas debido a distancia entre líneas como tampoco para la interacción; debemos concluir que no hay efecto de la distancia entre líneas sobre las características evaluadas, como tampoco hay relación entre los factores densidad (cantidad de semilla) y distancia entre líneas.

5.2. RECOMENDACIONES.

Realizar estudio adicional para determinar con mayor precisión la densidad de siembra del cultivo de trigo.

Realizar estudios de siembra de la misma variedad estudiada, con la interacción de variedades locales y líneas avanzadas de trigo harinero.

BIBLIOGRAFÍA

Agüero, SN; Toll Vera, JR; Nicosia, MG; Fernández, MM y Lucas, J. 2003. Componentes del rendimiento y la productividad, de trigo cultivado en secano en la llanura central subhúmeda-húmeda de Tucumán Martín. Tucumán. Argentina. UNT.

García, E. 2012. Cereales y oleaginosas, trigo: Manejo y cultivo. Instituto Superior de Enseñanza, Estudios y Extensión Agropecuaria. Argentina. UNC.

Gasparotto, G. 2014. Sistemas agrícolas de producción extensivos. Respuesta agronómica en trigo a diferentes densidades de siembra en lotes con ondulaciones. UNC. 12 p. (en línea). Consultado 27 de octubre 2016. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1732/Gasparotto%20-%20Respuesta%20agron%C3%B3mica%20en%20trigo%20a%20diferentes%20densidades..%20%20.pdf?sequence=1>.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú). 2010. Tríptico de la variedad de trigo espigón.

Gómez L. 2008. El Cultivo de Trigo en el Perú y sus Requerimientos Hídricos. Lima, Perú. UNAM.

MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). 2013. Principales Aspectos de la cadena agro productiva del trigo. 27 p. www.minag.gob.pe.

García, MY. 2007. Cultivo de cereales: Trigo. Cajamarca, Perú. UNC.

Konstantinidis, E.M; Banzato, L. (s.f.). Estudios de competencia intra específica en plantas de trigo (*Triticum aestivum*) en condiciones de baja irradiación. La Plata, Argentina. UNP.

López, L. 2011. Abonado de los cereales de invierno: Trigo y cebada. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Córdoba, España. UNC.

López, L. 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en Celendín. España.

Solis, ME. 2007. Producción de trigo de riego en el bajío. INIFAP. Celaya Guanajuato, México. 94 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura, Perú). 2012. Cereales y granos andinos en el Perú con énfasis en trigo. Exposición de la Dirección General de Competitividad Agraria. Lima Perú.

Prescott, PA; Burnett, EE; Saari, J; Bowman, W; Milliano, RP; Singh, B. s.f. Enfermedades y plagas del trigo. Guía para la identificación en el campo. México, México. 135 p.

CESAVEG (Comité Estatal de Sanidad Vegetal, Guanajuato). S.f. Campaña manejo fitosanitario del trigo: Manual de plagas y enfermedades del trigo. 15 p.

PDRS (Programa Desarrollo Rural Sostenible, Perú). 2007. Manejo tecnificado del cultivo de trigo en la sierra. GTZ. Cajamarca, Perú.

Suaste, MP; Solis, E; Ledesma, L; De la Cruz, L; Grageda, O; Báez, 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 n° 2 México.

Theodore C. Hsiao. s.f. Cultivos herbáceos. Universidad de California, Davis, Estados Unidos.

Vera, A. (2006). Evaluación ecofisiológica de la competencia intraespecífica de *Cenchrus ciliaris* L. (Poaceae) en macetas. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 23: 151-160. Venezuela

ANEXOS

Tabla 25. Datos obtenidos de campo de la repetición I

Nº parcela	Tratmto	Área (m²)	Peso*parcela	Peso*gavilla (g)	Nº espigas	Nº espigas dañadas	Longitud de espiga (cm)	Nº granos*espiga	Peso de granos (g)	Longitud de planta (cm)
101	6	2.8	838	2700	774	100	8.53	43.8	2.22	64.7
102	9	2.9	1020	2498	646	54	9.85	47.2	2.18	60.49
103	4	2.2	830	1868	469	27	9.25	53.3	2.58	60.97
104	7	2.9	940	2087	681	44	8.36	41.8	2.16	63.46
105	2	2.2	945	2470	642	12	8.49	36.6	1.88	71.92
106	8	3.2	837	2153	510	40	9.41	41	2.11	74.02
107	5	2.2	630	1543	429	35	8.96	43	2.27	77.16
108	1	2.4	693	2000	478	13	8.71	33.9	1.79	64.35
109	3	2.2	630	1644	476	8	9.47	31.9	1.65	63.33

Tabla 26. Datos obtenidos de campo de la repetición II

Nº parcela	Tratmto	Área (m²)	Peso*parcela	Peso*gavilla (g)	Nº espigas	Nº espigas dañadas	Longitud de espiga (cm)	Nº granos*espiga	Peso de granos (g)	Longitud de planta (cm)
201	1	2.4	877	2668	420	18	11.8	57.7	2.53	91.2
202	7	2.9	625	1836	292	9	11.8	62.1	2.72	87.1
203	3	2.2	898	2336	359	9	10.3	45.7	2.1	88.2
204	8	3	972	4148	504	11	11.2	52.7	2.32	93.5
205	6	2.6	1289	3339	370	2	9.7	48.4	1.93	94
206	9	2.6	1006	3678	485	10	10.4	47.9	1.98	93.5
207	4	2.1	595	1703	231	19	10.8	58.2	2.33	86.6
208	2	2.2	785	1939	356	11	9.6	48.1	1.89	87.4
209	5	2.3	581	1938	355	17	9.5	52	2.28	83.9

Tabla 27. Datos obtenidos de campo de la repetición III

Nº parcela	Tratmto	Área (m²)	Peso*parcela	Peso*gavilla (g)	Nº espigas	Nº espigas dañadas	Longitud de espiga (cm)	Nº granos*espiga	Peso de granos (g)	Longitud de planta (cm)
301	4	2.2	397	1100	237	50	7.5	43.1	2.23	62
302	8	2.7	566	1344	468	33	7.8	40.9	2.01	64.1
303	6	2.2	758	2265	615	25	7.7	38.5	1.93	71.7
304	9	2.5	724	1759	456	36	7.4	36.3	1.91	64.7
305	1	2.3	677	1772	380	17	8.1	47.1	2.21	67.1
306	5	2.4	703	1551	444	7	7.4	34	1.79	66.2
307	3	2.1	756	1950	651	8	7.4	26.8	1.51	64.3
308	2	2.2	747	1788	456	22	8.4	39.3	1.92	73.8
309	7	3	682	1210	469	14	9	36	1.89	73.9

Tabla 28. Rendimiento de trigo en grano seco (kg ha⁻¹).

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60 kg de semilla	2984.5	3843.9	3106.0	9935.2	3311.7
Líneas a 0.25 m y 120 kg de semilla	4398.0	3662.7	3587.5	11648.1	3882.7
Líneas a 0.25 m y 180 kg de semilla	2923.6	4167.7	3657.5	10748.9	3583.0
Líneas a 0.50 m y 60 kg de semilla	4089.4	3044.1	2311.4	9444.9	3148.3
Líneas a 0.50 m y 120 kg de semilla	3224.8	2694.6	2981.4	8900.8	2966.9
Líneas a 0.50 m y 180 kg de semilla	3785.7	4972.5	3664.8	12423.0	4141.0
Líneas a 0.75 m y 60 kg de semilla	3569.1	2239.6	2361.5	8170.2	2723.4
Líneas a 0.75 m y 120 kg de semilla	2879.4	3325.1	2342.0	8546.4	2848.8
Líneas a 0.75 m y 180 kg de semilla	3923.2	3945.4	3171.0	11039.6	3679.9
Total	31777.6	31895.7	27183.9	90857.1	30285.7
Promedio	3530.8	3544.0	3020.4	10095.2	3365.1

Tabla 29. Rendimiento en gavilla (kg ha⁻¹)

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60					
kg de semilla	8333.3	11116.7	7704.3	27154.3	9051.4
Líneas a 0.25 m y 120					
kg de semilla	11227.3	8813.6	8127.3	28168.2	9389.4
Líneas a 0.25 m y 180					
kg de semilla	7472.7	10618.2	9285.7	27376.6	9125.5
Líneas a 0.50 m y 60					
kg de semilla	8490.9	8109.5	5000.0	21600.4	7200.1
Líneas a 0.50 m y 120					
kg de semilla	7013.6	8426.1	6462.5	21902.2	7300.7
Líneas a 0.50 m y 180					
kg de semilla	9642.9	12842.3	10295.5	32780.6	10926.9
Líneas a 0.75 m y 60					
kg de semilla	7196.6	6331.0	4033.3	17560.9	5853.6
Líneas a 0.75 m y 120					
kg de semilla	6728.1	13826.7	4977.8	25532.6	8510.9
Líneas a 0.75 m y 180					
kg de semilla	8613.8	14146.2	7036.0	29795.9	9932.0
Total	74719.2	94230.3	62922.4	231871.9	77290.6
Promedio	8302.1	10470.0	6991.4	25763.5	8587.8

Tabla 30. Espigas por m²

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60					
kg de semilla	199.2	175.0	165.2	539.4	179.8
Líneas a 0.25 m y 120					
kg de semilla	291.8	161.8	207.3	660.9	220.3
Líneas a 0.25 m y 180					
kg de semilla	216.4	163.2	310.0	689.5	229.8
Líneas a 0.50 m y 60					
kg de semilla	213.2	110.0	107.7	430.9	143.6
Líneas a 0.50 m y 120					
kg de semilla	195.0	154.3	185.0	534.3	178.1
Líneas a 0.50 m y 180					
kg de semilla	276.4	142.3	279.5	698.3	232.8
Líneas a 0.75 m y 60					
kg de semilla	234.8	100.7	156.3	491.9	164.0
Líneas a 0.75 m y 120					
kg de semilla	159.4	168.0	173.3	500.7	166.9
Líneas a 0.75 m y 180					
kg de semilla	222.8	186.5	182.4	591.7	197.2
Total	2008.9	1361.9	1766.8	5137.6	1712.5
Promedio	223.2	151.3	196.3	570.8	190.3

Tabla 31. Longitud de espiga

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60 kg de semilla	8.71	11.8	8.1	28.61	9.57
Líneas a 0.25 m y 120 kg de semilla	8.49	9.6	8.4	26.49	8.83
Líneas a 0.25 m y 180 kg de semilla	9.47	10.3	7.4	27.17	9.06
Líneas a 0.50 m y 60 kg de semilla	9.25	10.8	7.5	27.55	9.18
Líneas a 0.50 m y 120 kg de semilla	8.96	9.5	7.4	25.86	8.62
Líneas a 0.50 m y 180 kg de semilla	8.53	9.7	7.7	25.93	8.64
Líneas a 0.75 m y 60 kg de semilla	8.36	11.8	9.0	29.16	9.72
Líneas a 0.75 m y 120 kg de semilla	9.41	11.2	7.8	28.41	9.47
Líneas a 0.75 m y 180 kg de semilla	9.85	10.4	7.4	27.65	9.22
Total	81.03	95.1	70.7	246.83	82.28
Promedio	8.10	9.51	7.7	27.43	9.14

Tabla 32. Numero de granos por espiga

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60 kg de semilla	33.9	57.7	47.1	138.7	46.2
Líneas a 0.25 m y 120 kg de semilla	36.6	48.1	39.3	124.0	41.3
Líneas a 0.25 m y 180 kg de semilla	31.9	45.7	26.8	104.4	34.8
Líneas a 0.50 m y 60 kg de semilla	53.3	58.2	43.1	154.6	51.5
Líneas a 0.50 m y 120 kg de semilla	43.0	52.0	34.0	129.0	43.0
Líneas a 0.50 m y 180 kg de semilla	43.8	48.4	38.5	130.7	43.6
Líneas a 0.75 m y 60 kg de semilla	41.8	62.1	36.0	139.9	46.6
Líneas a 0.75 m y 120 kg de semilla	41.0	52.7	40.9	134.6	44.9
Líneas a 0.75 m y 180 kg de semilla	47.2	47.9	36.3	131.4	43.8
Total	372.5	472.8	342.0	1187.3	395.8
Promedio	41.39	52.5	38.0	131.9	43.9

Tabla 33. Peso de grano por espiga

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60 kg de semilla	1.79	2.53	2.21	6.53	2.18
Líneas a 0.25 m y 120 kg de semilla	1.88	1.89	1.92	5.69	1.90
Líneas a 0.25 m y 180 kg de semilla	1.65	2.1	1.51	5.26	1.75
Líneas a 0.50 m y 60 kg de semilla	2.58	2.33	2.23	7.14	2.38
Líneas a 0.50 m y 120 kg de semilla	2.27	2.28	1.79	6.34	2.11
Líneas a 0.50 m y 180 kg de semilla	2.22	1.93	1.93	6.08	2.03
Líneas a 0.75 m y 60 kg de semilla	2.16	2.72	1.89	6.77	2.27
Líneas a 0.75 m y 120 kg de semilla	2.11	2.32	2.01	6.44	2.15
Líneas a 0.75 m y 180 kg de semilla	2.43	1.98	1.91	6.32	2.11
Total	19.09	20.08	17.4	56.57	18.86
Promedio	2.12	2.23	1.93	6.29	2.10

Tabla 34. Longitud de espiga

Tratamientos	R. I	R. II	R. III	Total	Promedio
Líneas a 0.25 m y 60 kg de semilla	64.35	91.2	67.1	222.65	74.2
Líneas a 0.25 m y 120 kg de semilla	71.92	87.4	73.8	233.12	77.7
Líneas a 0.25 m y 180 kg de semilla	63.33	88.2	64.3	215.83	71.9
Líneas a 0.50 m y 60 kg de semilla	60.97	86.6	62	209.57	69.9
Líneas a 0.50 m y 120 kg de semilla	77.16	83.9	66.2	227.26	75.8
Líneas a 0.50 m y 180 kg de semilla	64.70	94	71.7	230.4	76.8
Líneas a 0.75 m y 60 kg de semilla	63.46	87.1	73.9	224.46	74.8
Líneas a 0.75 m y 120 kg de semilla	74.02	93.5	64.1	231.62	77.2
Líneas a 0.75 m y 180 kg de semilla	60.49	93.5	64.7	218.69	72.9
Total	600.40	805.4	607.8	2013.6	671.2
Prom	66.71	89.49	67.53	223.73	74.58

Figura 1. Resultado del análisis de suelo del experimento



“Año de la Diversificación Productiva y Fortalecimiento de la Educación”

LABORATORIO DE SERVICIO DE SUELOS

NOMBRE : **ING. HIPOLITO DE LA CRUZ ROJAS
SAMUEL CAJA LULAYCO**

PROCEDENCIA : **Cajamarca – Fundo La Victoria - UNC** Fecha: **20/12/2015**

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Nombre Parcela	Código Laboratorio	P Ppm	K Ppm	pH	M.O %	C.E. mS/cm	Al meq/100g	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
Muestra 3	SU0521-EEBI-15	13.83	260.0	5.6	1.32	--	--	-	-	-	-

INTERPRETACIÓN

Fósforo (P) : MEDIO
 Potasio (K) : MEDIO
 pH (reacción) : **MODERADAMENTE ACIDO**
 Materia orgánica (M.O) : BAJO
 Clase textural : --

RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES
Cultivo a Sembrar: TRIGO

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL
	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Ton /ha
Cantidad	120	20	76	--								

Recomendaciones y Observaciones Especiales:




Ing. Paulo A. Velásquez Camacho
JEFE LABORATORIO DE SUELOS

www.inia.gob.pe

Jr. Wiracocha s/n, Baños del Inca
Cajamarca. Cajamarca. Perú
T: (076) 348-386
E: binca@inia.gob.pe

Figura 2. Cultivo de trigo sembrado en líneas



Figura 4. Deshierbo manual de trigo en estado vegetativo.



Figura 3. Ultimo deshierbo manual de trigo en estado reproductivo



Figura 5. Formación del grano del cultivo de trigo



Figura 6. Formación del grano del cultivo de trigo



Figura 8. Cosecha del trigo por repeticiones



Figura 7. Identificación de las gavillas de cada parcela



Figura 9. Pesado de las gavillas de cada una de las parcelas



Figura 10. Gavillas de las tres repeticiones



Figura 11. Grano cosechado por parcela

