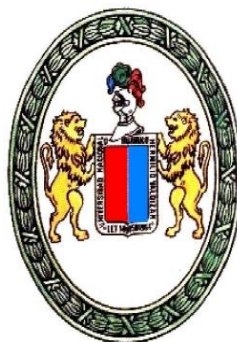


**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” DE  
HUÁNUCO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN EL  
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)  
VARIEDAD CENTENARIO EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE  
LA LOCALIDAD DE HUACRACHUCO, PROVINCIA DE MARAÑÓN-  
HUÁNUCO 2017”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Bach. JEAN HAGLER HERRERA VERAMENDI.**

**HUÁNUCO - PERÚ**

## **DEDICATORIA.**

**A MIS PADRES,**

**Fidencio Herrera R. y Gloria M.**

**Veramendi I.**, no hay palabras que puedan describir mi profundo agradecimiento hacia ellos, quienes durante todos estos años confiaron en mí; comprendiendo mis ideales y el tiempo que no estuve con ellos.

**A MIS HERMANOS, Russ, Roel y Jhon Herrera V.;** por su cariño y apoyo de siempre; y los insto a mantener una visión de éxito en sus vidas mediante el estudio continuo.

## **AGRADECIMIENTO.**

**A DIOS**, por enseñarme el camino correcto de la vida, guiándome y fortaleciéndome cada día.

No tengo palabras para seguir diciendo el gran regocijo que me da poder terminar esta carrera en donde también profesores y compañeros dejan parte de su vida, para dar vida a las ilusiones de niño y que hoy en día se hacen realidad. Sólo sé que este camino es sólo el comienzo de una gran historia enfatizada de virtudes. Gracias a JESUCRISTO, familia y amigos, muchas gracias.

### **A LOS DOCENTES DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA: SECCIÓN HUACRACHUCO.**

Por su valorable apoyo moral e intelectual durante mis estudios y que hicieron posible la culminación de mi profesión de Ingeniero Agrónomo.

A ellos mi eterna gratitud.

## ÍNDICE.

**DEDICATORIA.**

**AGRADECIMIENTO.**

**RESUMEN.**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>07</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.</b>	<b>12</b>
2.1. Fundamentación Teórica	12
2.1.1. El trigo. Generalidades	12
2.1.2. Origen	12
2.1.3. Clasificación Taxonómica	
2.1.4. Descripción botánica del trigo	14
2.1.5. Fisiología del cultivo de trigo	17
2.1.6. La fotosíntesis	23
2.1.7. Cultivares de trigo	24
2.1.8. Manejo agronómico del trigo	26
2.1.9. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de trigo	29
2.1.10. Plagas y enfermedades	30
2.1.11. La fertilización.	32
2.1.12. Calidad comercial del trigo	39
2.1.13. Variedad Centenario	40
2.2. Antecedentes	41
2.3. Hipótesis	42

2.4. Variables	43
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	<b>46</b>
3.1. Lugar de ejecución del experimento.	46
3.2. Tipo y nivel de investigación.	47
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	48
3.4. Factores y tratamientos en estudio.	49
3.5. Prueba de hipótesis.	49
3.6. Conducción del trabajo de investigación	43
<b>IV. RESULTADOS.</b>	<b>62</b>
<b>V. DISCUSIÓN.</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES.</b>	<b>83</b>
<b>LITERATURA CITADA.</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS.</b>	<b>88</b>

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.), variedad Centenario, este trabajo se realizó en la localidad de Huacrachuco, zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs- MBT). El Diseño experimental fue en Bloques Completamente al Azar (DBCA). Para evaluar los distintos efectos se usó el Análisis de Varianza (ANDEVA) y la prueba de DUNCAN AL 0.05 y 0.01 de nivel de significancia para comparar los promedios de los tratamientos. Los resultados indican que la fertilización orgánica con guano de isla mostró valores más altos en todas las variables evaluadas incluyendo al rendimiento. En cuanto a los tratamientos con fertilizantes inorgánicos el que sobresalió fue el de la dosis 80-60-00, con diferencias estadísticas significativas entre el nivel de fertilización con guano de isla con 5 380 kg/ha. Este resultado supera a lo encontrado por Huaroc (2011) quien reportó entre las líneas rendimientos de 2,477 a 4,323 kg/ha. Existe efecto significativo de la fertilización orgánica con guano de isla en el peso de 1000 granos con 100 gramos y rendimiento por parcela (de 7.2 m<sup>2</sup>) con 3.873 kg/parcela.

**Palabras claves:** Abonos orgánicos-fertilizantes inorgánicos-trigo variedad Centenario.

## SUMMARY

The objective of the study was to evaluate the effect of organic and inorganic fertilization on the yield of the wheat crop (*Triticum aestivum* L.), Centenario variety. This work was located in the town of Huacrachuco, Montane Bajo Tropical dry forest life zone (bs- MBT). The experimental design was in Completely Random Blocks (DBCA). To evaluate the effects were used the Variance Analysis (ANOVA) and the Duncan Test to 0.05 and 0.01 level of significance for to compare the treatments averages. According to the results, the organic fertilization with island manure was the best for all evaluated variables including yield, with more higher values. On the inorganic fertilizers treatments, the best was the dose 80-60-00, with statistical differences between the fertilization level of island manure that obtained 5 380 kg/ha. This result is better that obtained for Huaroc (2011) who reported between the lines yields of 2 477 to 4 323 kg/ha. There are a significant effect of organic fertilization with island manure in the weight of 1 000 grains with 100 grams and yield per plot (of 7.2 m<sup>2</sup>) with 3,873 kg/plot.

**Keywords:** Organic fertilizers-inorganic fertilizers-Centennial variety wheat.

## I. INTRODUCCIÓN

El trigo es la planta más ampliamente cultivada del mundo y supera en cantidad a todas las demás especies productoras de semillas silvestres y domesticadas, cada mes del año una cosecha de trigo madura en algún lugar del mundo, por ser este cereal una de las primeras plantas cultivadas.

Se ha encontrado granos de trigo carbonizados, de hace 6 700 años, en la localidad de Jarmo, al este de Irak; dicho poblado es el más antiguo de los descubiertos hasta ahora y puede que fuera uno de los lugares donde naciera la agricultura, cultivado desde hace más de 9 000 años y que surgió en el valle del río Nilo. El trigo llegó a América cuando inmigrantes rusos lo trajeron a Kansas en 1 873, y al Perú los españoles aproximadamente en 1 554.

El trigo se cultiva en todo el mundo, desde los límites del Ártico hasta cerca del Ecuador, aunque la cosecha es más productiva entre los 30° y 60° de Latitud Norte y entre 27° y 40° de Latitud Sur, y desde el nivel del mar hasta los 3 050 m en Kenya y 4 572 m en Tíbet.

La producción mundial para el 2 008, fue de 603 millones de TM, mostrando un incremento aproximado de 0.7 millones respecto de la campaña anterior que fue de 602.31 millones. Los países productores en millones de TM son: Unión Europea (27) 119.77; China 106; India 74.89; Estados Unidos 56.24; Rusia 49.4; Pakistán 23; Canadá 20.05; Kazajstán 16 ; Turquía 15.5; Argentina 15; Irán 15; Ucrania 13.8; Australia 13; Egipto 8.32; Uzbekistán 6; Afganistán 4.4; Otros 46.62.



El mundo vive una crisis alimentaria por lo que es necesario producir mayor cantidad de alimentos, la fertilización resulta un instrumento muy importante ya que contribuye directamente en el rendimiento del cultivo que beneficia a los productores.

En el Perú se adapta a distintas condiciones tanto de la Costa como de los valles interandinos y diferentes pisos altitudinales. La producción actual de trigo de Perú asciende a 180 mil TM, cubriendo solo el 11 % de la demanda que es más de 1.68 millones de TM, se importa todos los años más de 1.5 millones. 60.8 % de USA.

De las 180 mil TM de trigo que produce el agro nacional, 170 mil se destinan al autoconsumo y a la venta para consumo directo, y la otra pequeña parte se destina al sector industrial ya que sólo esta porción reúne los requerimientos de calidad. Existiendo tres tipos: "Trigo Pan" para la producción de harinas de panificación, "Trigo Durum" para la elaboración de sémolas y fideos y "Trigo Soft", especial para la fabricación de galletas y pastelería fina.

El cultivo del trigo en la sierra peruana ocupa un lugar importante dentro de la producción nacional, porque está presente en la mayor área del terreno cultivable, y es sin lugar a duda uno de los alimentos básicos en la dieta de la población, siendo utilizada en las más variadas formas, sin embargo, la sierra, pese a tener un mayor área de cultivo dedicada al trigo, ostenta los promedios más bajos de rendimiento por ha, debido especialmente a que subsisten

prácticas anticuadas que inciden negativamente en la producción y al empleo de variedades de escasos rendimientos.

En la actualidad la globalización exige la competitividad de los agricultores en el mercado, si se logra trabajar con eficiencia el cultivo de trigo, será una alternativa para que los agricultores puedan competir en el mercado local, nacional e internacional, logrando el desarrollo de la población y el acceso a mejores condiciones de vida, salir así de la extrema pobreza, ya que nuestra región está considerada como el segundo más pobre del Perú y la provincia de Marañón como la más pobre de la región Huánuco.

En la provincia de Marañón el trigo constituye un cultivo de importancia, ya que la mayoría de los pobladores tienen al menos una parcela de trigo. Los bajos rendimientos que actualmente aqueja a los agricultores de la zona, se debe principalmente a la falta de orientación y asistencia técnica en cuanto al manejo del cultivo como: elección de terreno, abonamiento y fertilización, uso de semillas mejoradas confiables, sistema de siembra, labores culturales adecuadas y oportunas, control fitosanitario y otros.

La variedad de trigo Centenario generada por la Universidad Nacional Agraria La Molina, por su adaptabilidad desde 0 hasta los 3 200 msnm, es apta para la panificación y los rendimientos obtenidos en otras regiones de nuestro país son óptimos.

La fertilización es una alternativa para los pequeños productores que no pueden acceder a insumos externos para la nutrición de sus cultivos, por lo que se requiere realizar investigaciones sobre los niveles y dosificaciones

por cultivo y fomentar su uso progresivo a todos los productores de la zona, a fin de obtener altos rendimientos que beneficiará a los agricultores y la población en general.

El propósito es llevar a los agricultores de las zonas alto-andinas los beneficios del abonamiento orgánico y fertilización inorgánica, contribuyendo así a la mejora de la dinámica del país y en particular la de los agricultores de la provincia de Marañón dedicados al cultivo de trigo, sin afectar el equilibrio ecológico y la economía del agricultor.

Esta realidad permitió formular el propósito de la siguiente manera:

### **Objetivo General.**

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de trigo (*Triticum aestivum*, variedad Centenario) en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, Marañón, Huánuco.

### **Objetivos Específicos.**

1. Identificar la fertilización orgánica con guano de isla, estiércol de ovino y cuy en el rendimiento; expresada por el número, tamaño y peso de granos de trigo (*Triticum aestivum* Var. Centenario).

2. Determinar la fertilización inorgánica con NPK en el rendimiento, expresada por el número, tamaño y peso de granos de trigo (*Triticum aestivum* Var. Centenario).
  
3. Comparar la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento, expresada por el número, tamaño y peso de granos por área neta experimental y hectárea del trigo (*Triticum aestivum* Var. Centenario).

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamentación Teórica

#### 2.1.1. El trigo, Generalidades

MINAG (2014), precisa que el trigo es uno de los tres cereales más importantes producidos a nivel mundial junto al maíz y el arroz y es el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde inicios de la humanidad. Del trigo se extrae el grano que es utilizado en la industria de harina, elaborándose: pan, fideos, galletas y una gran variedad de productos alimenticios; a su vez es utilizado en consumo directo para la preparación de muchos platos.

En el Perú, este cereal fue introducido por los españoles en forma casual alrededor del año 1540, en una remeza de garbanzos. Fueron tres damas españolas las que difundieron e introdujeron los primeros trigos, los cuales se sembraron en los alrededores de Lima y adquirieron gran importancia. El trigo forma parte del consumo básico de la población peruana, pero la producción es deficitaria. El 97% de la superficie cultivada se encuentra ubicada en la sierra y el 3% en la costa. El 90% del área sembrada en el país se realiza en secano.

#### 2.1.2. Origen.

El trigo (*Triticum aestivum L.*) se originó en el suroeste de Asia. Restos de antiguas cosechas han sido encontrados en Siria, Jordania y Turquía. Hoy en día se han descubierto parientes primitivos del trigo en excavaciones al

este de Irak, de hace 9 000 años atrás. Otros hallazgos arqueológicos demuestran que el trigo ha sido cultivado en el valle del Río Nilo, alrededor de 5 000 a.C., también, en países como India, China e Inglaterra de similar antigüedad. El trigo se cultivó por primera vez en los Estados Unidos en 1602 en una isla frente a la costa de Massachusetts (Gibson y Benson, 2002).

El trigo al Perú llega en 1535, la cual se introdujo de manera accidental junto a algunas legumbres por Inés Muñoz, cuñada de Francisco Pizarro. Los primeros granos fueron sembrados en su jardín, y años más tarde se cultivaron en los valles de Jauja y Majes (Gago *et al*, 2011).

El trigo es originario de la región montañosa y árida del sudeste de Asia, era cultivado en Siria ya 5000 a. C. y fue muy importante en la alimentación del pueblo de Babilonia, ya hace unos 6000 años el trigo era conocido, cultivado y utilizado por los egipcios en la época de los faraones, de ahí su cultivo y consumo se extendió al resto del mundo antiguo. Hoy en día es la gramínea más cultivada. El trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía e Irak. El trigo tiene la siguiente clasificación taxonómica (Villarreal, 2000)

### **2.1.3. Clasificación Taxonómica.**

De acuerdo a Villareal (2000), el trigo se ubica dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Vegetal  
División : Magnoliophyta

Subdivisión : Pteropsidae  
Clase : Angiospermae  
Subclase : Monocotiledonea  
Grupo : Glimiflora  
Orden : Graminales  
Familia : Poaceae  
Tribu : Triticeae  
Subtribu : Triticineae  
Género : Triticum  
Especie : aestivum, durum, turgidum, etc.

#### **2.1.4. Descripción botánica del trigo**

##### **2.1.4.1. Raíz.**

La planta de trigo posee dos tipos de raíces; las raíces seminales o primarias originadas de los primordios radiculares del embrión de la semilla, aparece durante la germinación a través de la coleorriza, posteriormente emergen 4 ó 5 raíces seminales laterales, los cuales, forman el sistema de raíz seminal que brindan soporte a la planta hasta la aparición de las raíces adventicias o nodales, al iniciar el macollaje, estas raíces son más gruesas, y crecen horizontalmente, emergen a partir de 3 a 7 nodos ubicados en la base de la planta, cuando el nodo superior está sobre el nivel del suelo, las raíces no penetran el suelo, estas sobresalen del tallo principal. En la madurez, el sistema radicular se puede extender de 1 a 2 m de profundidad o más,

dependiendo de las condiciones del suelo. La mayoría de las raíces se producen en los primeros 30 cm del suelo (Kirby, 2002).

#### **2.1.4.2. Tallo.**

El tallo es cilíndrico, recto, con nudos macizos y entrenudos huecos, sin embargo, difiere en grosor según la cantidad de médula. Debido al crecimiento continuo, el alargamiento del tallo es resultado de la elongación del entrenudo. El crecimiento en longitud es a partir del tejido meristemático de los nudos y no por el ápice como ocurre en la mayoría de las plantas, terminando en una espiga. La altura puede variar entre 40 y 180 cm (Herbek et al. 2008; Mellado, 2004).

El macollamiento se caracteriza por la aparición de brotes laterales (retoños) de las axilas de las hojas verdaderas en la base del tallo principal de la planta. Los macollos secundarios pueden desarrollarse a partir de la base de macollos primarios si las condiciones favorecen el desarrollo del tallo (Herbek et al. 2008).

#### **2.1.4.3. Hojas.**

Las hojas son lanceoladas y compuestas por la vaina que es de forma tubular y se envuelve alrededor de la axila de la hoja y de la lámina. En la unión de la vaina y la lámina existe una estructura membranosa, la lígula y un par de pequeñas proyecciones filiformes, las aurículas. La lámina posee una nervadura central bien marcada, que divide en dos partes casi iguales, la forma y tamaño de la hoja varían según su posición en la planta, siendo de



mayor longitud la hoja bandera y de menor longitud las hojas basales (Kirby, 2002).

#### **2.1.4.4. Inflorescencia**

La inflorescencia es una espiga donde cada parte de la misma puede ser identificada por una combinación de espiguillas sésiles, las mismas que van directamente unidas a un raquis sinuoso o eje de la inflorescencia, (Carver, 2009).

Cada espiguilla contiene flores hermafroditas (cada flor contiene tres estambres y dos estigmas plumosos), las que en número de 3 a 5 están protegidas por brácteas o glumas y cada flor está rodeada por dos glumas, llamadas palea y lema. En el caso de las variedades barbadas el lema se alarga como una arista (Mellado, 2004).

Poco después de que ha emergido totalmente la inflorescencia del trigo, la floración (anthesis) se produce. Sin embargo, la floración y polinización de los cereales pueden ocurrir ya sea antes o después de la emergencia de la espiga, dependiendo de las especies de plantas y variedades. En general, la floración del trigo comienza dentro de tres o cuatro días después de la emergencia de la inflorescencia (Herbeket al., 2008).

#### **2.1.4.5. Granos**

Los granos son cariósides de forma ovalada con extremos redondeados, en uno sobresale el germen y en el otro un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, representa el 82% del peso del grano. A lo largo

de la cara ventral del grano hay una depresión o surco, que es una invaginación de la aleurona y de todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación (FAO, 2006).

La textura del endospermo sirve para diferenciar los tipos de trigo; los trigos duros tienen más endospermo vítreo, mientras que los trigos harinosos tienen más endospermo harinoso. La estructura del grano está relacionada con la calidad y la capacidad del trigo para ser almacenado (Salunke *et al*, 1985).

## **2.1.5. Fisiología del cultivo del trigo**

### **2.1.5.1. Ciclo vegetativo.**

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres períodos (Infoagro, 2011):

- Período vegetativo, desde la siembra hasta el comienzo del desarrollo del tallo.
- Período de reproducción, desde el desarrollo del tallo hasta el final del espigado.
- Período de maduración, desde el final del espigado hasta la cosecha.

#### **2.1.5.1.1. Germinación**

La emergencia dura entre 5 a 10 días según la temperatura y humedad del suelo (Rasmusson, 1985). Después de la germinación, el coleóptilo (una vaina de la hoja que encierra la planta embrionaria) llega a la superficie y la primera hoja emerge. Las hojas crecen enrollado del tubo formado por las bases de las hojas anteriores, desenrollando una vez surgido. Las hojas surgen continuamente en el tallo principal y tallos hasta que surja la hoja final (hoja bandera). La aparición de la hoja bandera es una etapa de crecimiento importante para temporizar la aplicación de determinados reguladores de crecimiento. Las hojas maduras envejecen progresivamente y poco a poco las de toda la planta se secan hasta su plena madurez, cuando el grano está maduro (Box, 2008).

#### **2.1.5.1.2. Desarrollo del sistema radicular**

Uno o más nodos se forman bajo la superficie del suelo en función de la profundidad de siembra, pudiendo cada uno tener sus respectivas raíces. El número total de raíces formadas está asociado al número de hojas en el tallo principal y el grado de macollaje (Klepper *et al.*, 1984).

Las raíces de los macollos se desarrollan, después de haberse formado tres hojas en el tallo principal. El crecimiento radicular de un genotipo es proporcional al crecimiento foliar (López, 1991).

#### **2.1.5.1.3. Macollamiento.**

Los macollos o tallos secundarios aparecen de las yemas axilares del primer tallo. De acuerdo a Briggs; Reid y Wiebe citados por Rasmusson (1985) el número de macollos por planta es influenciado por la densidad y la genética del cultivar, así como también de factores ambientales. Por lo general una planta desarrolla entre uno y seis tallos sin embargo dentro de lugares favorables muchas veces se presentan ocho

Box, (2008). Precisa que dependiendo de la densidad de siembra y disponibilidad de agua y nutrientes el macollo presenta especial relevancia ya que el número y vigor de éstos determinará en porcentaje significativo el número de espigas verdaderas que sobrevivirán por metro cuadrado, un componente del rendimiento.

#### **2.1.5.1.4. Encañado.**

Guañuña, (2014), El encañado inicia con la aparición del primer nudo, determinándose antes de su presencia sobre la superficie del suelo. En ese momento es posible visualizar la futura espiga, la cual se encuentra justo sobre dicho nudo, presentando un tamaño de aproximadamente 5 mm. De ahí en adelante se produce un rápido crecimiento de los tallos, los cuales, durante la etapa de encañado, van estructurándose con base en la formación de nuevos nudos y entrenudos. Al finalizar la etapa del encañado se presentan las aurículas de la hoja bandera y aparecen las aristas o barbas en la espiga.

#### **2.1.5.1.5. Espigamiento y floración.**

Después del crecimiento de las hojas, se forma alrededor de 20 primordios de las espiguillas, con una espiguilla terminal. Durante el desarrollo de la espiga, los primordios más desarrollados se producen en la parte media de las espigas. A partir de la etapa de doble arruga, las distintas estructuras de las espiguillas son desarrolladas. Siendo los primordios de las glumas, seguido por los floretes. Dentro de las espiguillas, se forman primero la lemma y palea, y finalmente el carpelo, también los estambres se desarrollan, comenzando a diferenciarse el filamento y la antera, que eventualmente tiene cuatro lóculos contienen los granos de polen (Kirby, 2002).

El espigamiento se caracteriza por la emergencia de las aristas y por la presencia de espiguillas primordiales (Rasmusson, 1985). Días después del espigamiento, ocurre la aparición del primer estambre y la apertura de las flores comienza en el segundo tercio de la espiga empezando por la espiguilla central, posteriormente las laterales y continua hacia arriba y hacia abajo. La flor se abre por 100 minutos, pero la extrusión de las anteras y su dehiscencia es de solamente 10 minutos. La floración se completa en dos días, Guañuña, (2014).

#### **2.1.5.1.6. La Antesis**

El momento de la antesis y su duración, depende de la ubicación geográfica, el número de horas luz y temperatura (11-13°C.) que son necesarios para la floración (OECD, 1999).

La antesis ocurre de 3 a 10 días después de emerger las espiguillas del tallo principal. Las lodículas de cada flor se hinchan presionando la lemma y la pálea, los filamentos de los estambres se alargan, hay dehiscencia por parte de las anteras, se libera polen, los lóbulos del estigma se separan y se abren para receptor el polen. Todo el proceso se da en alrededor de cinco minutos (Barnard, 1955).

Los floretes de la espiga del tallo principal son los primeros en abrirse, la floración empieza en la parte media de cada espiga y continua constantemente hacia la parte apical y basal de la espiga. Cada espiguilla tiene de 8 a 12 floretes en la parte central de la espiga, mientras que las espiguillas basal y distal tienen entre 6 a 8 floretes, siendo menos de la mitad de estos floretes los que culminen el período de antítesis (Kirby, 2002).

#### **2.1.5.1.7. La Polinización y dispersión del polen.**

El trigo es una planta autógama, con bajas tasas de alogamia. Presenta cleistogamia, es decir, el polen es liberado antes de la apertura floral. Después de la liberación del polen, este se adhiere al estigma, y absorbe agua a través de la cutícula del estigma. Iniciando la germinación del tubo polínico, facilitando la fecundación. El estigma de trigo es receptivo de 6-13 días, y está influenciado por las condiciones ambientales (López, 1991).

La presencia del gen *Gn1a*, es responsable de la fertilidad de la espiga, codificando la citoquinina oxidasa, la cual influye en el número de órganos reproductivos de la espiga a través de la regulación de los niveles de

citoquinina. La participación aparente de reguladores de crecimiento en la determinación del número de granos podría ser la vía para explicar la interacción de la fertilidad de la espiga con el medio ambiente y su fundamento genético (Reynolds *et al.*, 2013).

#### **2.1.5.1.8. Formación del grano**

Después de la polinización, el crecimiento del grano dentro de la flor es muy rápido en longitud, terminando al séptimo día, cuando comienza a aumentar la materia seca del grano. A las dos semanas comienza el estadio de grano pastoso, es coincidente con el máximo contenido de agua del grano y el fin del aumento de materia seca.

La palea empieza a amarillear a partir del centro de su parte dorsal. El llenado del grano depende del suministro de carbohidratos y citoquininas. Al final de esta expansión las células acumulan carbohidratos, proteínas y el llenado del grano en el trigo se completa en 30 días después de la antesis, Guañuña, (2014).

#### **2.1.5.1.9. Madurez.**

Comienza en la madurez láctea cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta están verdes, seguidamente tiene lugar la maduración pastosa, en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo. A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su madurez completa. Por último, se alcanza la

madurez de muerte, en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis (López, 1991).

#### **2.1.6. La Fotosíntesis.**

La fotosíntesis consiste de dos fases, una no química que requiere de luz, llamada fase lumínica y otra química enzimática, la cual requiere de CO<sub>2</sub>, llamada fase oscura. En la fase lumínica se da la fotólisis que es el rompimiento foto inducido del agua para producir oxígeno y poder reductor (NADPH). En la reacción oscura se utiliza este poder reductor (NADPH), para reducir al CO<sub>2</sub> originando carbohidratos y agua (Bidwell, 1983).

El trigo presenta una fotosíntesis del tipo C<sub>3</sub>, en la cual las hojas del trigo abren sus estomas durante el día, intercambiando gases (CO<sub>2</sub>) con la atmosfera, el cual es fijado en un azúcar de 5 carbonos (ribulosa 1-5 difosfato) por acción de la enzima ribulosa carboxilasa, produciéndose 2 moléculas de ácido fosfoglicérico de 3 carbonos y este es reducido por acción del NADPH y ATP a aldehído fosfoglicérico, a partir del cual se producen los azúcares (glucosa, sacarosa y almidón) por el ciclo Calvin.

#### **2.1.7. Cultivares de trigo.**

El cultivar de trigo debe reunir un conjunto de características deseables desde el punto de vista de productividad. Además del rendimiento, un cultivar debe ser capaz de producir un grano de calidad, lo cual es fundamental para su comercialización, resistencia a plagas y enfermedades. (Mellado, 2004),



### **2.1.7.1. Cultivares según su habitud de desarrollo y requerimientos de temperatura.**

Según Mellado (2004), da la siguiente clasificación:

#### **a) Cultivares invernales.**

Estos cultivares requieren condiciones bajas temperaturas para poder pasar de la etapa vegetativa a la etapa reproductiva, es decir, necesitan estar bajo condiciones de frío para poder espigar y producir grano. Generalmente presentan un crecimiento inicial rastrero, y un largo periodo vegetativo.

#### **b) Cultivares de hábito alternativo.**

Son cultivares que tienen menos requerimiento de frío para poder espigar en comparación con los cultivares de invierno, pero requieren más frío respecto a un cultivar de primavera. Presentan un hábito de crecimiento inicial semi erecto y un periodo vegetativo intermedio entre los cultivares de hábito invernal y de primavera.

#### **c) Cultivares primaverales.**

Son cultivares que no tienen requerimientos de frío para poder pasar de su fase vegetativa a la fase reproductiva. Presentan un hábito de crecimiento inicial erecto y un corto periodo vegetativo.

### **2.1.7.2. Cultivar en estudio**

#### **Cultivar Centenario**

Gaceta Molinera, (2011), El cultivar centenario fue desarrollado por el Programa de Cereales y Granos Nativos de la UNALM, en conjunto con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Fue lanzada comercialmente en noviembre del año 2003. Su progenie es JUP/ZP//COC/3/PVN/4/GEN CH 93697-11 M-10Y-7AN-20AN-OAN, presentan un rendimiento promedio de 5 500 kg ha<sup>-1</sup> en sierra y 7 500 kg ha<sup>-1</sup> en costa.

La época de siembra para la costa es de abril a junio, en la sierra media de diciembre a enero y en la sierra alta de octubre a noviembre. En cuanto a las características agronómicas se describe a la planta como vigorosa, puede medir hasta 95 cm. de altura, la espiga aristada es de tamaño intermedio, con densidad intermedia con 16 a 18 espiguillas por espiga, entre 3 a 4 granos bien formados por espiguilla y un número de granos por espiga de 40 a 50. El cultivar centenario resistente a roya amarilla (*Puccinia striiformis f.sp.tritici*), enfermedad más importante en la región alto andina, y a roya morena (*Puccinia recondita f. sp.tritici*), enfermedad importante en costa y sierra hasta los 2 800 metros sobre el nivel del mar.

### **2.1.8. Manejo agronómico del cultivo del Trigo**

#### **2.1.8.1. Siembra época de siembra**

En la costa, bajo sistema de riego, la siembra se puede realizar entre los meses de abril a junio, e inclusive en el mes de julio; siempre y cuando

que no interrumpa la rotación del cultivo siguiente (Benites citado en Medina, 1990).

#### **2.1.8.2. Sistema de siembra**

Método manual, volear la semilla en forma uniforme sobre la superficie del terreno; enterrar la semilla a una profundidad de 3 a 5cm, utilizando polidiscos o rígidos con un riel. Método mecanizado, existen dos tipos; la voleadora montada y accionada por tractor agrícola, que esparce la semilla en el terreno y luego se entierra con discos rígidos. La Sembradora-abonadora, la misma que procede a enterrar la semilla e incorporar el fertilizante en forma uniforme, es el sistema más eficiente (INP citado en Adriazola, 1991).

#### **2.1.8.3. Labores culturales**

##### **2.1.8.3.1. Preparación del terreno.**

Cuando el trigo va en regadío puede suceder a muchos otros cultivos y, según el cultivo precedente, será distinta la labor de preparación. Si por tratarse de sembrar sobre rastrojo de maíz o incluso sobre un rastrojo anterior de trigo, etc., se considera conveniente alzar el terreno a cierta profundidad, siempre hay que tener muy en cuenta que al trigo le va mal para su nascencia que se encuentre la tierra demasiado hueca.

Si por las razones que sean se ha realizado una labor de alzar relativamente profunda, habrá que tratar de dejar el terreno más apelmazado. Esto se consigue mucho con las gradas de discos pesadas, que, aunque

aparentemente dejan el terreno muy fino y hueco, esto ocurre en algunos centímetros de la superficie, pero debajo de esta capa superficial, dado su elevado peso, más bien compactan.

Es curioso observar que, en las rodadas de los tractores, al regresar de la besana sobre el terreno sembrado, la nascencia del trigo es mejor. (INP citado en Adriazola, 1991).

### **2.1.8.3.2. Siembra**

#### **2.1.8.3.2.1. Época de siembra**

En la costa, bajo sistema de riego, la siembra se puede realizar entre los meses de abril a junio, e inclusive en el mes de julio; siempre y cuando que no interrumpa la rotación del cultivo siguiente (Benites citado en Medina, 1990).

#### **2.1.8.3.2.2. Sistemas de siembra**

Método manual, volear la semilla en forma uniforme sobre la superficie del terreno; enterrar la semilla a una profundidad de 3 a 5cm, utilizando polidiscos o rígidos con un riel. Método mecanizado, existen dos tipos; la voleadora montada y accionada por tractor agrícola, que esparce la semilla en el terreno y luego se entierra con discos rígidos. La Sembradora-abonadora, la misma que procede a enterrar la semilla e incorporar el fertilizante en forma uniforme, es el sistema más eficiente (INP citado en Adriazola, 1991).

#### **2.1.8.3.3. Riego.**

No es corriente tener que regar el trigo antes del encañado. En otoños secos puede ser necesario regar antes o después de nacer. Durante el espigado es conveniente regar, aunque puede ser peligroso en los sitios donde las temperaturas elevadas favorecen la roya. (INP citado en Adriazola, 1991).

#### **2.1.8.3.4. Recolección.**

Actualmente todo el trigo se recoge con cosechadora autopropulsada. El trigo recolectado con cosechadora suele salir suficientemente limpio para su entrega. No obstante, aunque su humedad, sobre todo en zonas poco húmedas, no suele exceder del 11%, es conveniente dejar el trigo en la era en montones para que se solee durante varios días. Es evidente que esta práctica es propia de las comarcas en que son poco frecuentes las lluvias en el verano. (INP citado en Adriazola, 1991).

### **2.1.9. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de trigo.**

#### **2.1.9.1. Temperatura.**

Infoagro (2004). La temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo está entre 10 y 24 °C, pero lo más importante es la cantidad de días que transcurren para alcanzar una cantidad de temperatura denominada integral térmica, que resulta de la acumulación de grados días. La integral térmica del trigo es muy variable según la variedad de que se trate.

Como ideal puede decirse que los trigos de otoño tienen una integral térmica comprendida entre los 1.850 °C y 2.375 °C.

La temperatura no debe ser demasiado fría en invierno ni demasiado elevada en primavera ni durante la maduración. Si la cantidad total de lluvia caída durante el ciclo de cultivo ha sido escasa y es especialmente intensa en primavera, se puede producir el asurado.

#### **2.1.9.2. Humedad.**

Infoagro (2004). Se ha demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 ó 400 mm de lluvia, siempre que la distribución de esta lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera.

#### **2.1.9.3. Suelo.**

Infoagro (2004). El trigo requiere suelos profundos, para el buen desarrollo del sistema radicular. Al ser poco permeables los suelos arcillosos conservan demasiada humedad durante los inviernos lluviosos. El suelo arenoso requiere, en cambio, abundante lluvia durante la primavera, dada su escasa capacidad de retención. En general se recomienda que las tierras de secano dispongan de un buen drenaje.

#### **2.1.9.4. pH.**

Infoagro (2004). El trigo prospera mal en tierras ácidas; las prefiere neutras o algo alcalinas. También los microorganismos beneficiosos del suelo prefieren los suelos neutros o alcalinos.

## 2.1.10. Plagas y Enfermedades.

### 2.1.10.1. Plagas

Infoagro (2004), menciona a las siguientes plagas del trigo:

**Chinche del trigo:** Paulilla, garrapatillo o sampedito (géneros *Aelia* y *Eurygaster*).

Estas grandes chinches atacan a las espigas clavando su pico en el grano, que arrugan y deforman. Más que por la disminución de cosecha que producen, los daños que ocasionan son porque su pico emite unos enzimas que destruyen el gluten y dan origen a harinas de inferior calidad.

**Pulgones:** Los pulgones, también conocidos por los agricultores con el nombre de “piojillos”, son insectos chupadores, con un largo pico que clavan en la planta, absorbiendo sus jugos. Pertenecen a la familia *Aphidae*, por lo que se les conoce con el nombre de áfidos.

Al trigo le atacan los pulgones, haciéndolo en las hojas y, sobre todo, en las espigas una vez salidas del “zurrón”, causando daños en la producción de grano cuando son abundantes.

**Hetrodera Avenae:** El trigo y los demás cereales de invierno pueden verse afectados por varias especies de **Nematodos** entre la que destaca esta especie.

Los ataques de Nematodos suelen presentarse en rodales, tomando las hojas del trigo un color atabacado. Los ataques pueden confundirse con el

### 2.1.10.2. Enfermedades

Infoagro.com (2004), menciona a las siguientes enfermedades del trigo:

**Las royas de los cereales:** Son hongos del género *Puccinia*, que ocasionan unas pústulas en las hojas y las espigas de los cereales. En las hojas, las pústulas perjudican la asimilación y perturban el metabolismo, con lo que el rendimiento disminuye. En el tallo afectan a los vasos conductores, disminuyendo el transporte de savia. El grano queda pequeño y rugoso.

Entre las royas más importantes se encuentran la Roya amarilla, producida por el hongo *Puccinia striiformis*, la Roya de la hoja, producida por *Puccinia recondita* y la Roya del tallo, producida por *Puccinia graminis*.

**Oidio (*Erysiphe graminis*):** La enfermedad se manifiesta por la aparición del micelio, que toma forma de una borra blanca, que al final toma una tonalidad gris y aparecen pequeños puntos negros (peritecas). La enfermedad tiene lugar sobre todo cuando alternan días húmedos con cálidos.

**Caries o tizón del trigo:** También llamado niebla. Es un hongo del grupo de los Basidiomicetos, del género *Tilletia*. Los granos enfermos contienen en su interior un polvillo negruzco, constituido por numerosísimas esporas del hongo. Estos granos atacados suelen ser más pequeños y redondos que los granos normales.

El interior del grano queda destruido y sólo subsiste la envoltura externa. Las espigas atacadas son más erectas que las sanas porque el grano no pesa.



## **2.1.11. La fertilización**

### **2.1.11.1. La fertilización orgánica.**

Cóndor (1989) señala que el abono orgánico es incorporado en forma adecuada al suelo representa una estrategia básica para darle vida al suelo, ya que sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a la microflora responsable de realizar una serie de procesos de gran importancia en la dinámica del suelo. Este sistema de neutralización de los recursos orgánicos se ha utilizado tradicionalmente desde tiempos remotos en todas las civilizaciones del mundo con muy buenos resultados.

Bottner y Paul citado por Morales (2002) indica que la materia orgánica en el suelo está constituida por los residuos vegetales y animales, la cual es atacada, transformada y descompuesta por la meso fauna y microorganismos del suelo, producto de una oxidación enzimática que restituye los mismos compuestos minerales, que gracias a la fotosíntesis fueron transformados en compuestos orgánicos constituyentes del material vegetal.

Coraminas y Pérez (1994), informa que los abonos orgánicos, también conocidos como enmiendas orgánicas, fertilizantes orgánicos, fertilizantes naturales entre otros, presentan diversas fuentes como los abonos verdes, estiércol, compost, humus de lombriz, bioabonos, de las cuales varía su composición química según el proceso de preparación e insumos que se emplean.

Alaluna (1993), menciona que la fertilización orgánica mejora las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo y estimula la intemperización de las sustancias minerales y contribuyen con la adición de elementos nutritivos.

Cervantes (2008), señala la importancia de los abonos orgánicos, que tienden a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, y juegan un papel importante, aumentando la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos.

Sánchez, (1987) reporta que los estiércoles de aves de corral deben ser empleados con precaución por su riqueza en nitrógeno fosforo y potasio, existe el riesgo de una excesiva fertilización orgánica.

**Cuadro 1.** Riqueza media de algunos estiércoles

Producto	Materia seca (%)	Contenido de elementos nutritivos en kg.t <sup>-1</sup> de producto tal cual				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	S
De vacuno	32	7	6	8	4	
De oveja	35	14	5	12	3	0,9
De cerdo	25	5	3	5	1,3	1,4
De caballo	100	17	18	18		
Purines	8	2	0,5	3	0,4	
Gallinaza	28	15	16	9	4,5	
Guano de Perú	100	13	12,5	25	10	4

**Fuente:** García (1987).

WIKIPEDIA (2007) indica que el guano (quechua: *wanu*) es el nombre que se le da a los excrementos de murciélagos y aves marinas cuando éstos se acumulan. Sostiene que los suelos deficientes en materia orgánica pueden hacerse más productivo si se le adiciona el guano. El guano está compuesto de amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico, y ácidos carbónicos, sales e impurezas de la tierra, que puede ser utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. A partir de la concentración de dichos componentes también se puede elaborar el superfosfato.

**Cuadro 2.** Riqueza en nutrientes del guano de las islas

<b>Elemento</b>	<b>Formula/símbolo</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno	N	10 - 14%
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 - 12%
Potasio	K <sub>2</sub> O	3%
Calcio	CaO	8%
Magnesio	MgO	0.50%
Azufre	S	1.50%
Hierro	Fe	0.032%
Zinc	Zn	0.0002%
Cobre	Cu	0.024%
Manganeso	Mn	0.020%
Boro	B	0.016%

**Fuente:** Pro abonos (2007).

### **2.1.11.2. Fertilización inorgánica.**

Ponce y Abad (2011) mencionan que un análisis de suelo permite identificar la cantidad de fertilizante requerida por el cultivo, para nuestro medio las recomendaciones generales en el caso del trigo son: 80 kg de Nitrógeno, 60 kg de Fosforo, 40 kg de Potasio y 20 kg de Azufre por hectárea.

En caso de conocerse el análisis del terreno se podrán modificar estas cantidades de acuerdo con la riqueza en el suelo de los tres elementos principales.

La distribución del abonado se puede realizar en la siembra o durante la fase de crecimiento vegetativo, según el cultivo precedente y la resistencia al encamado de la variedad utilizada, si la planta se destina para forraje en verde debe intensificarse la cantidad de nitrógeno que se aporta para conseguir una abundante vegetación. En cambio, si se destina para grano, el exceso de nitrógeno alarga el ciclo vegetativo de la planta, lo cual no suele ser conveniente, pues se corre el riesgo de que se asure el grano.

El nitrógeno es necesario para mantener el follaje verde, esto es indispensable para que se realice la función fotosintética; asimismo, se requiere mayor cantidad de nitrógeno en el periodo del encañe. El fósforo estimula el crecimiento de las raíces y acelera la maduración de los granos. El potasio fortalece los tallos y estimula el crecimiento de los entrenudos.

Respecto al calcio, magnesio y azufre, es necesaria la presencia durante el crecimiento de la planta, no es de mucha importancia por encontrarse en cantidades suficiente en el suelo.

Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera (1989) indica que teniendo en cuenta el cultivo anterior es recomendable utilizar 50 kg de N, 50 de P y 60 de K.

Parsons (1989) manifiesta que la aplicación de los fertilizantes apropiados, ayuda en ocasiones a disminuir el efecto de los ataques de la roya limitándose al uso de estiércol y fertilizantes nitrogenados en exceso, el uso excesivo de nitrógeno puede ser la causa de los cultivos tupidos y de una maduración tardía, este da mayor oportunidad a que la roya se desarrolle con más tiempo.

En cuanto al fósforo y potasio, éstas permiten el desarrollo de un sistema radicular bueno, tallo vigoroso y una maduración temprana del grano que permitirá reducir la acción de la roya del tallo.

#### **2.1.12. Calidad comercial del trigo.**

La calidad comercial hace referencia a la suma de cualidades que presenta el grano de trigo después de la cosecha, depende de la genética del grano, el medio ambiente en el cual se desarrolló el cultivo. Para medir el valor comercial de los granos de trigo se tienen en cuenta algunos parámetros de calidad, peso y tamaño del grano, peso hectolitro, peso de mil granos, el contenido de humedad, proteína, gluten y cenizas. (Rojas, 2003).

#### **2.1.12.1. Peso y tamaño.**

Tamaño del grano no es equivalente a masa del grano y menos aún al peso hectolítrico. Por otra parte, estudios han demostrado que el tamaño del grano de trigo está relacionado con el rendimiento de harina, esta relación es compleja y variable de acuerdo al cultivar y el tipo de trigo. En general, a medida que el grano es más pequeño el rendimiento y pureza de las harinas son inversamente afectados. En algunos casos el tamaño grande es una ventaja para la calidad y cantidad de harina, es muy importante diferenciar entre granos pequeños llenos y los chupados (Morgan *et al*, 2000).

#### **2.1.12.2. Peso hectolítrico.**

Mide la relación entre el peso y el volumen (kg hl<sup>-1</sup>), de una determinada muestra de trigo. Es decir, determina el peso en kilogramos de un volumen de 100 litros de grano. El peso hectolítrico y el contenido de cenizas del grano son parámetros ligados a la proporción de endospermo y tegumentos, se encuentran directamente relacionados (López, 1991).

Con este parámetro se tiene una buena estimación de la calidad física del grano y rendimiento en molienda; es influenciado por el cultivar, las condiciones de cultivo, la homogeneidad de la muestra, los factores bióticos y abióticos (Goñi y Lafarga, 2009).

#### **2.1.12.3. Composición química.**

En el Cuadro 3, presenta el rango de los principales componentes del grano de trigo.

**Cuadro Nº 4 Composición química del grano de trigo**

<b>Componentes</b>	<b>Valor (%)</b>
Humedad	8,0 –18,0
Proteínas	7,0 – 18,0
Lípidos	1,5 – 2,0
Almidón	60,0- 68,0
Fibra Cruda	2,0 –2,5
Cenizas	1,5 – 2,0

**Fuente:** (López, 1991).

#### **2.1.12.4. Proteínas.**

El contenido de proteínas es un rasgo muy importante en el trigo harinero, se define como el contenido de nitrógeno multiplicado por un factor (5,7); y generalmente se informa como porcentaje en base a 13,5% de humedad. Se determina por el método de Kjeldahl (García, 2004).

Groos *et al.*, (2003) logró identificar QTL estables para el contenido de proteína en el grano en los cromosomas 2A, 3A, 4D y 7D, explicando cada uno alrededor del 10% de la variación fenotípica de contenido de proteína en el grano de trigo. Más adelante Uauy *et al.* (2006), estudio un alelo de trigo silvestre en el locus *Gpc-B1*, hallando en el alelo de dominantes *Gpc* este confiere una menor duración de llenado de grano, debido a principios de la senescencia de la hoja bandera y el aumento del contenido de proteínas en el grano.

#### **2.1.12.5. Gluten.**

El gluten es una sustancia albuminosa, viscosa, amarillenta y elástica cuando está húmeda; es un complejo de proteínas insolubles en agua, que le confiere a la harina de trigo la cualidad de ser panificable. Está formada por dos proteínas la glutenina que aporta la tenacidad y la elasticidad de la masa y la gliadina responsable de la extensibilidad de la masa (Casta, 2008). Estas incluyen combinaciones de sub unidades específicas de gluteninas de alto peso molecular (G-APM), gluteninas de bajo peso molecular (G-BPM) y gliadinas. (Weegels *et al.*, 1996).

#### **2.1.13. Variedad Centenario**

El cultivar de trigo “Centenario” ha sido desarrollado por el Programa de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en esfuerzo conjunto con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

UNALM, Programa de Cereales y Granos Nativos (2003) institución responsable del mantenimiento de la semilla genética menciona las siguientes características técnicas de la variedad Centenario:

##### **2.1.13.1. Descripción botánica**

La planta es vigorosa y puede llegar a medir hasta 95 cm de altura, la espiga aristada es de tamaño intermedio, con densidad intermedia de 16 a 18 espiguillas por espiga y entre tres y cuatro granos bien formados por espiguilla.



### 2.1.13.2. Rendimiento y otras características agronómicas

En condiciones experimentales rendimientos desde 5 500 kg por ha (Sierra media) a 7 500 kg (Costa), y alcanza la madurez a los 140 días en promedio (precoz); el tamaño del grano es intermedio y su color es cremoso. El rango de adaptación es desde los 0 hasta los 3 200 msnm.

### 2.1.13.3. Comportamiento a enfermedades

Es resistente a roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. Tritici*), enfermedades más importantes en la región alto andina y a la roya morena (*Puccinia recóndita f. sp. Tritici*), enfermedad importante en costa y sierra hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar.

### 2.1.13.4. Época y densidad de siembra

La época de siembra está en función de las regiones; así tenemos que en la sierra alta es entre octubre y noviembre; en la sierra media de diciembre a enero y en la costa de abril a junio. La densidad de siembra es entre 150 kg a 200 kg por ha de semilla.

**Cuadro 5.** Regiones y periodos de siembra de trigo en el Perú

Región	Época de siembra
Sierra alta	octubre a noviembre
Sierra media	diciembre a enero
Costa	abril a junio

**Fuente:** Universidad Nacional Agraria La Molina

### 2.1.13.5. Abonamiento:

Responde a la dosis 80 - 60 - 0 de N, P, K y se recomienda fraccionar la dosis de nitrógeno a 40 unidades a la siembra y 40 unidades en el macollamiento.

**Tabla 5.** Características de la variedad Centenario

<b>Características</b>	
Altura de planta	70 a 90 cm
Maduración	150 días
Longitud de espiga	8 a 10 cm
Color de grano	Blanco cremoso
Tamaño de grano	Mediano
Nº. de granos por espiga	40 a 50
Época de siembra.	Enero a febrero.
Rendimiento	Hasta 3.5 TM por ha.
Cantidad de semilla	160 kg por ha
Calidad de grano	Bueno para panificación
Resistencia	A la roya (polvillo)

**Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina**

## 2.2. Antecedente

A título de ejemplo, la cantidad de nitrógeno del fertilizante que es tomado por el trigo generalmente es menor al 50 % de lo aplicado. Estas pérdidas de nitrógeno no sólo impactan desfavorablemente en el costo de producción, sino que también generan problemas medioambientales.

El análisis de suelo es la única herramienta universalmente aceptada para determinar cuánto fertilizante fosforado es necesario aplicar. Es válido

mencionar que la mayor eficiencia de estos fertilizantes se logra realizando la fertilización a la siembra y colocando el fertilizante cerca de la semilla a fin de favorecer un rápido crecimiento inicial de las raíces. Una adecuada exploración del suelo permitirá captar el agua y otros nutrientes, lo que redundará en un adecuado desarrollo del trigo.

En la actualidad, nuevos trabajos que se están desarrollando en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA (Instituto Nacional del Trigo Argentino) en Balcarce, han permitido confirmar que un mejor resultado se obtiene cuando la determinación de nitratos se realiza en macollaje temprano. En ese período podemos hacer una muy buena estimación del nitrógeno disponible para el cultivo y determinar cuánto del N se tendrá que aplicar por fertilización.

Para cubrir los requerimientos de alto rendimiento y alta calidad del grano de trigo, una sola aplicación de N, en un sólo momento del cultivo, difícilmente sea correcta.

Para finalizar, es válido mencionar que la producción agrícola moderna requiere continuar incrementando el rendimiento del cultivo de trigo, pero sólo mediante el empleo de prácticas de manejos eficientes, sustentables y amigables con el ambiente. Para cubrir este gran desafío el productor tiene que aplicar todo el conocimiento y tecnología actualmente disponible, o sea, volver a empezar (Echeverría 2009).

Campos (2008), indica que realizó una investigación con abonamiento orgánico con el uso de biol en la localidad de Huacrachuco, asimismo indica

que mejora la producción de cereales y no daña el medio ambiente; además los recursos necesarios para su uso son locales y por lo tanto no generan costos económicos elevados.

Vega (2009), realizó una investigación en el distrito de Huacrachuco, referente al uso de abonos orgánicos y los comparó con los fertilizantes inorgánicos en el cultivo del maíz; donde recomienda el uso del guano de isla por ser el mejor abono orgánico que no daña el suelo y los productos son de mejor calidad, en seguida recomienda utilizar el estiércol de ovino; dichos abonos no tienen efectos secundarios en el suelo ni en el ambiente, por lo que su uso debe ser más frecuente para mejorar la textura y estructura de los suelos de la provincia de Marañón. Así mismo menciona que el objetivo del abonamiento debe ser para alimentar a las plantas y los microorganismos edáficos y no sólo alimentar a la planta.

Fonseca (1997) en tesis selección de líneas de trigo duro por rendimiento y respuestas a enfermedades concluye que los tamaños de las líneas de trigo duro variaron entre 71 a 99 cm; días a la maduración entre 114 a 139 días, siendo consideradas muy precoces.

Respecto al macollamiento varía entre 478.5 a 253 por m<sup>2</sup>; la longitud de la espiga varió entre 11.775 a 5.385 cm, y respecto a número de granos por espiga tenemos entre 65.7 a 34; peso de granos por espiga 2.905 a 1.515 g y para peso de 1 000 granos varía entre 50.55 a 28.75 g, el rendimiento varió entre 2 293,3 kg a 4 545,2 kg por ha.

### 2.3. Hipótesis

#### Hipótesis general.

Si se aplica la fertilización orgánica con guano de isla, estiércol de ovino y estiércol de cuy y la fertilización inorgánica con NPK, por contener los nutrientes que necesita la planta, entonces se tiene efecto significativo en el rendimiento del trigo (*Triticum aestivum*, variedad Centenario) en condiciones de Huacrachuco, Huánuco.

### 2.4. Variables

Variable independiente	:	Abonamiento orgánico.
	:	Fertilización inorgánica.
Variable dependiente	:	Rendimiento.
Variable interviniente	:	Condiciones de Huacrachuco, Huánuco.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución del experimento

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en la localidad de Huacrachuco, Huánuco; cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

- **Posición geográfica**

Latitud sur: 8° 31' 35"

Longitud oeste: 76° 11' 28"

Altitud: 2 920 msnm.

- **Ubicación política**

Región: Huánuco

Provincia: Marañón

Distrito: Huacrachuco

Localidad: Huacrachuco

Según el mapa ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales –ONERN- (1976) el área donde se realizó el trabajo de investigación se encuentra en la zona de vida bosque seco Montano Bajo Tropical (bs-MBT).

Según la clasificación de Javier Pulgar Vidal, Huacrachuco está situado en la región quechua, con una temperatura promedio de 17 °C con precipitaciones estacionales.

Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto, por estas variaciones hacen que Huacrachuco tenga un clima templado hasta templado frío.

El suelo es de origen transportado, aluvial con pendiente moderada, posee una capa arable hasta 0.4 m de profundidad, característica principal para el cultivo del trigo.

El terreno donde se llevó a cabo el experimento es de uso extensivo donde anteriormente se cultivaron maíz, arveja y alfalfa en condiciones de secano y sin uso de fertilización inorgánica.

### **3.2. Tipo y nivel de investigación**

#### **Tipo de investigación.**

Aplicada, porque generó conocimientos tecnológicos expresados por la dosis de fertilización inorgánica y niveles de abonamiento orgánico adecuado en el rendimiento, destinado a la solución del problema de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores dedicados al cultivo de trigo.

#### **Nivel de investigación.**

Experimental, porque se manipuló la variable abonamiento orgánico con guano de isla, estiércol de ovino y de cuy; y la fertilización inorgánica con dosis de NPK y se comparó sus efectos en el rendimiento del *trigo* variedad Centenario en condiciones de Huacrachuco, Huánuco comparándola con el testigo sin fertilización.

### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis**

#### **Población.**

Constituida por la totalidad de plantas de trigo por experimento que fue sembrado a chorro continuo, en donde se sembró 2.765 kg por 172.8 m<sup>2</sup> y por unidad experimental 0.115 kg por 7.2 m<sup>2</sup> (aproximadamente 2 091 semillas por unidad experimental; es decir, a razón de 160 kg por ha.

#### **Muestra.**

Constituida por las plantas de trigo de las áreas netas experimentales, donde se aplicó 0.983 kg por 61.44 m<sup>2</sup> y por cada área neta experimental (2.56 m<sup>2</sup>) 0.041 kg (aproximadamente 745 semillas por área neta experimental).

#### **Tipo de muestreo.**

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de trigo al momento de la siembra tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental. La unidad de análisis es la parcela con las plantas de trigo.

### **3.4. Factores y tratamientos en estudio**

Los factores y tratamientos en estudio son los siguientes:



<b>Factor</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Nivel (TM) y dosis / ha</b>	<b>Cantidad por Experim. (kg)</b>	<b>Cantidad por parcela (kg)</b>
<b>ORGÁNICO</b>				
TA <sub>1</sub> .	Guano de isla	1.5	3.24	1.08
TA <sub>2</sub> .	Estiércol de ovino	16	34.56	11.52
TA <sub>3</sub> .	Estiércol de cuy	20	43.2	14.4
TA <sub>0</sub> .	Testigo	0	0	0
<b>INORGÁNICO</b>				
TF <sub>1</sub> .	N-P-K	40-60-00	0.298	0.096
TF <sub>2</sub> .	N-P-K	60-80-20	0.474	0.158
TF <sub>3</sub> .	N-P-K	80-60-00	0.474	0.158
TF <sub>0</sub> .	Testigo	00-00-00	0	0

### **3.5. Prueba de hipótesis**

#### **3.5.1. El diseño de la investigación**

Experimental, en el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 8 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales.

El análisis se ajusta al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

**Donde:**

<b>Y<sub>ij</sub></b>	=	Observación de la unidad experimental
<b>U</b>	=	Media general
<b>T<sub>i</sub></b>	=	Efecto del i - ésimo tratamiento
<b>B<sub>j</sub></b>	=	Efecto de la j - ésima repetición
<b>E<sub>ij</sub></b>	=	Error aleatorio

Se utilizó la técnica estadística del Análisis de Variancia (ANDEVA) al 0.05 y 0.01 de margen de error, para determinar la significación estadística entre repeticiones y tratamientos y para la comparación de los promedios la Prueba de DUNCAN, al 0.05 y 0.01 de margen de error.

### **Análisis de Varianza (ANDEVA)**

<b>Fuente de Variación (F.V.)</b>	<b>Grados de Libertad (G.L.)</b>
Bloques (r – 1)	<b>2</b>
Tratamientos (t – 1)	<b>7</b>
Error experimental (r – 1) (t – 1)	<b>14</b>
<b>TOTAL (r t – 1)</b>	<b>23</b>

### **Características del campo experimental**

#### **Campo experimental**

A: Longitud del campo experimental : 21.2 m

B: Ancho del campo experimental : 13 m

C: Área total del campo experimental (21.2 x 13 m)	: 275.6 m <sup>2</sup>
D: Área del campo experimental sin calles ni caminos	: 172.8 m <sup>2</sup>
E: Área de calles y caminos (275.6 - 172.8 m)	: 102.8 m <sup>2</sup>

### **Característica de los bloques**

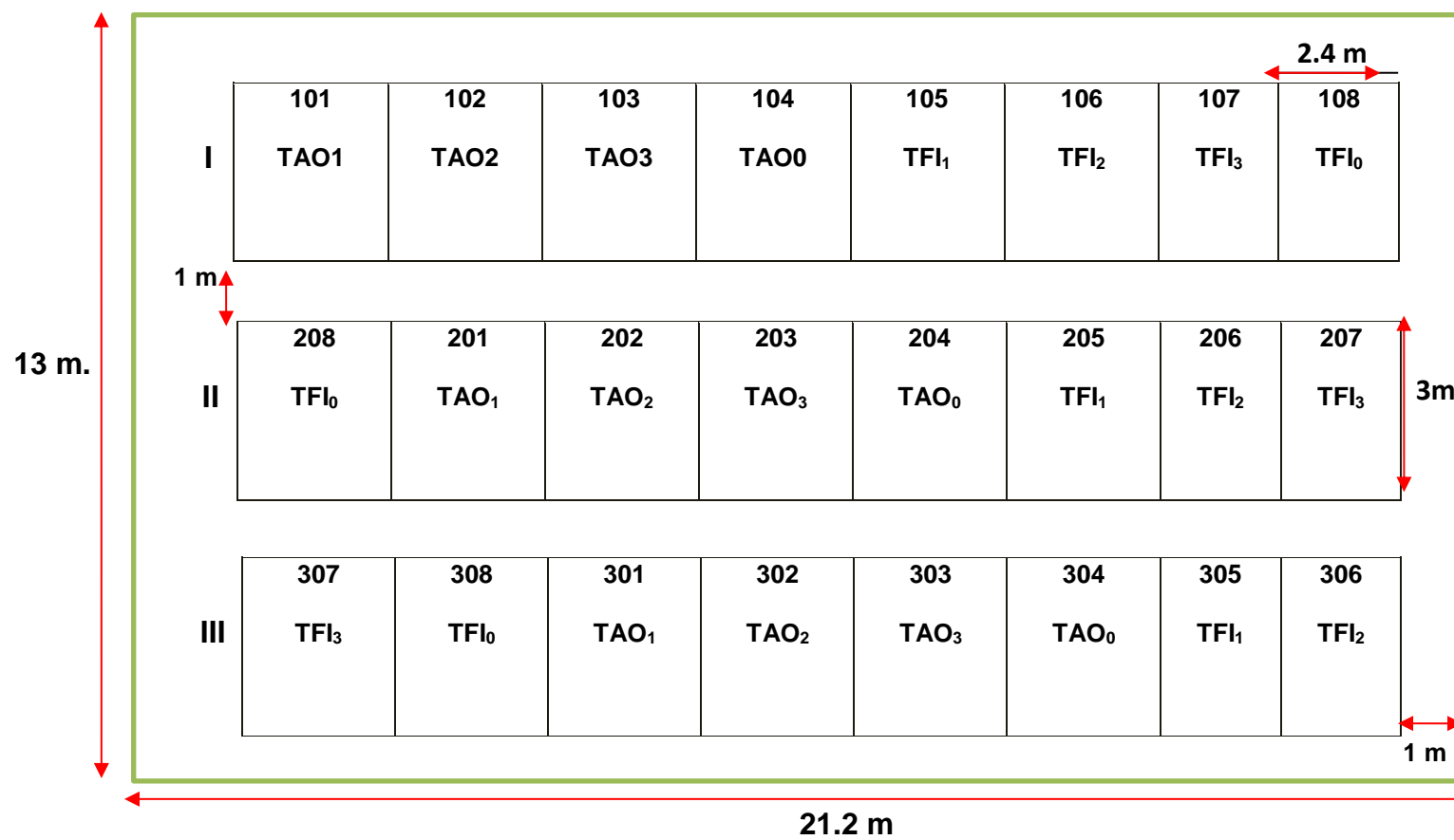
A: Número de bloques	: 3
B: Tratamiento por bloque	: 8
C: Longitud del bloque	: 19.2 m
D: Ancho de bloque	: 3 m
E: Área total del bloque	: 57.6 m <sup>2</sup>
F: Ancho de las calles	: 1 m

### **Características de la parcela experimental**

A: Longitud de la parcela	: 3 m
B: Ancho de la parcela	: 2.4 m
C: Área total de la parcela (2.4 x 3 m)	: 7.2 m <sup>2</sup>
D: Área neta experimental de parcela (1.6 x 1.6 m)	: 2.56 m <sup>2</sup>

### **Características de los surcos.**

A. Longitud de surcos	: 2.60 m
B. Distanciamiento entre surcos	: 0.40 m
C. Distanciamiento entre plantas	: Chorro continuo



**Fig. 1.** Croquis del campo experimental

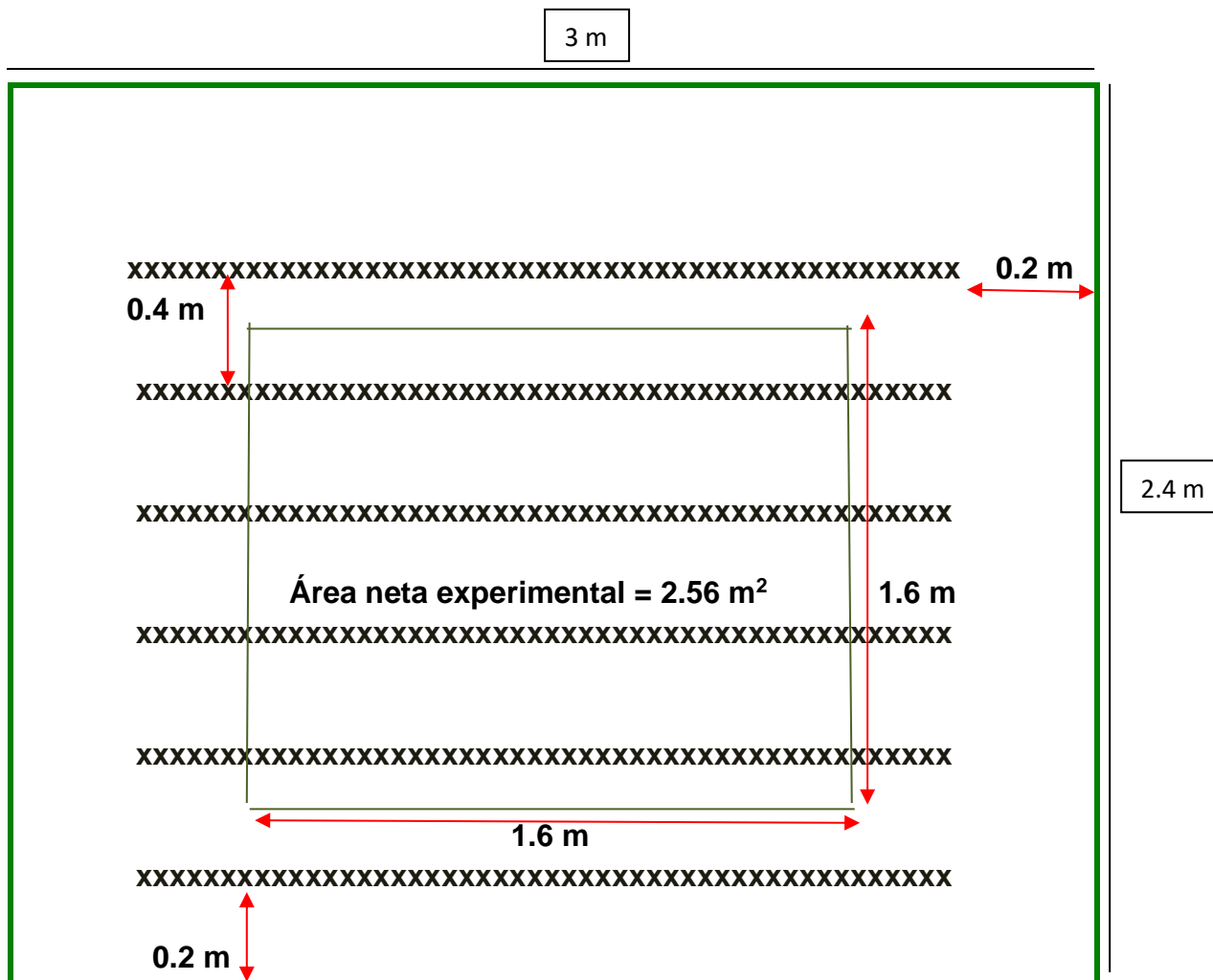


Fig. 2. Croquis de la unidad experimental

### **3.5.2. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

#### **3.5.2.1. Técnicas bibliográficas y de campo.**

##### **Análisis de contenido**

Es el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficos leídos sobre el cultivo de trigo.

##### **Fichaje.**

Permitió recolectar la información bibliográfica para elaborar el marco teórico que sustente la investigación.

##### **Observación.**

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del cultivo de trigo de la variable dependiente.

#### **3.5.2.2. Instrumentos de recolección de información.**

##### **Fichas**

Para registrar la información producto del análisis del documento en estudio. Estas fueron de:

- Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas).
- Documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario).

### **Libreta de campo.**

Se registró las observaciones realizadas sobre la variable dependiente como número, tamaño y peso de granos, así como las actividades agronómicas y culturales realizadas durante el trabajo de campo.

#### **3.5.3. Datos registrados**

##### **1. Número de espigas por tratamiento**

Se contaron las espigas de las plantas del área neta experimental, previa eliminación de las plantas débiles, rotas.

##### **2. Longitud de espiga**

De las plantas del área neta experimental se tomaron 10 espigas que fueron medidas a través de un calibrador graduado en cm.

##### **3. Macollos por planta**

Se contaron los macollos por cada planta, se hizo un muestreo de 10 plantas de cada unidad neta experimental.

##### **4. Número de granos por espiga**

Se contaron los granos de 10 espigas de las plantas del área neta experimental y se obtuvo el promedio por espiga.

### **5. Peso de granos por planta**

Se cosecharon los granos de las plantas del área neta experimental, se pesaron y se obtuvo el promedio por planta expresados en g.

### **6. Peso promedio de 1 000 granos**

Se pesaron mil granos de los granos de las plantas del área neta experimental y se obtuvo el promedio.

### **7. Peso de granos por parcela**

Se cosecharon las plantas de trigo del área neta experimental, se trillaron y se pesaron utilizando una balanza de precisión y el promedio se expresó en kg.

### **8. Rendimiento de granos**

De los granos pesados por parcela se transformaron a hectárea a través de una regla de tres simple y se obtuvo el promedio por ha.

## **3.6. Conducción del trabajo de campo**

### **Elección y preparación del terreno**

El terreno elegido fue plano con buen drenaje para evitar el estancamiento del agua, poseía fácil acceso para el transporte de materiales e insumos, tuvo disponibilidad de agua si la planta lo hubiera requerido.

Se tomó las muestras para el análisis por el método zigzag, cubriendo toda el área del terreno.



Se procedió a limpiar la superficie equivalente a 50 cm<sup>2</sup> de cada punto escogido, con una pala recta se abrió un hoyo con 40 cm de profundidad en forma cuadrada, se tajó y extrajo 5 cm de espesor de suelo, luego se introdujo en un balde limpio y se mezcló las sub-muestras, se obtuvo una muestra representativa de 1 kg, la muestra se llevó al laboratorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco; los resultados de análisis de suelo fueron así:

Nº DE MUESTRA	ANÁLISIS MECÁNICO			CLASE TEXTURAL	pH	Calcáreo
	Campo	ARENA	ARCILLA			
	%	%	%		1:1	%
Jean H. Herrera V.	47.84	37.28	14.88	Franco	7.1	0.13

M.O.	N	Elemento disponible		C.I.C.	Bases cambiables		
		P	K <sub>2</sub> O		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>
%	%	ppm	kg/ha	Me/100 g	Me/ 100 g	Me/ 100 g	Me/ 100 g
2.06	0.09	3.9	136	9.6	3.5	0.8	0.12

**Fuente:** Laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias UNHEVAL.

### Interpretación:

- La clase textural es franco, favorable para el cultivo.
- Tiene un pH neutro.
- Contenido calcáreo bajo, por lo tanto, es un suelo liviano.
- Contenido bajo de M.O.
- Nitrógeno disponible en el suelo es de 32.4 kg/ha.
- Fósforo disponible en el suelo es de 6.69 kg/ha, bajo contenido.

- En conclusión, un suelo apto para el cultivo con NPK en baja proporción, pero es apto para el cultivo del trigo.

El día 20 de setiembre del 2017 se hizo el barbecho (1ª cruza), con tracción animal y el 27 de octubre la segunda cruza, también con el uso de yuntas; se modificó así la estructura del suelo logrando el mullido adecuado para la siembra, emergencia y desarrollo del cultivo.

Inmediatamente después, se niveló con la ayuda de una rastra y cuando estuvo completamente nivelado se procedió a señalar las parcelas para los tratamientos y a aplicar el abono orgánico donde correspondía.

### **La siembra**

Se realizó el 12 de noviembre del 2017. La semilla se obtuvo del Instituto de Investigación Agraria Santa Ana de Huancayo.

Antes de realizar la siembra, la semilla fue tratada con Homai a razón de 200 g por 100 kg de semilla, para evitar el ataque de la chupadera fungosa. Se realizó la siembra a chorro continuo en las costillas del surco con distanciamiento de 40 cm entre surcos, a una profundidad de 8 a 10 cm. La densidad de siembra fue de 160 kg por ha; para el experimento se utilizó 2.765 kg de semilla; aplicándose 5.53 g de homai para su desinfección.

## **Deshierbo**

Se realizó el día 14 de diciembre, a los treinta días después de la siembra, de forma manual favoreciendo el desarrollo normal de las plantas y evitando la competencia con las malezas por luz, agua y nutrientes.

## **Fertilización y abonamiento.**

La fertilización inorgánica con NPK se hizo en forma fraccionada, se aplicó todo el fósforo, potasio y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno al momento del deshierbo a una distancia de 10 cm de las plantas, cuando empezaban a macollar.

La cantidad de cada dosis de fertilización que se aplicó en la parcela de 7,2 m<sup>2</sup> se efectuó así:

Sabiendo los contenidos de los elementos N, P y K son:

Úrea: el 46 % es N

Superfosfato triple de Ca: el 46 % es P y el 21 % es Ca

Cloruro de K: el 60 % es K

### **Dosis 1:**

#### **40 de N**

Úrea total a aplicar/ha:  $40 (100) / 46 = 86,957$  kg.

Úrea total a aplicar/parcela (7,2 m<sup>2</sup>) =  $[(86,957) / 10\ 000] 7,2 = 0,063$  kg. Transformando a g:  $0,063 (1000) = 63$  g.

N disponible expresado en base a úrea/ha:  $32,4 (100) / 46 = 70,435$  kg.

N disponible expresado en base a úrea/parcela (7,2 m<sup>2</sup>):  $(70,435 / 10\ 000) \cdot 7,2 = 0,051$  kg. Transformando a g:  $0,051 (1000) = 51$  g.

Aplicación en g para la aplicación de úrea:  $63 \text{ g} - 51 \text{ g} = 12 \text{ g}$ .

1° aplicación:  $12 / 2 = 6 \text{ g}$                       2° aplicación:  $6 \text{ g}$ .

Aplicación en g por experimento:  $12 (3) = 36 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(86,957 - 70,435) = 16,522 \text{ kg}$ .

### **60 de P**

Superfosfato triple de Ca total a aplicar/ha:  $60 (100) / 46 = 130,435 \text{ kg}$ .

Superfosfato triple de Ca total a aplicar/parcela (7,2 m<sup>2</sup>) =  $[(130,435) / 10\ 000] \cdot 7,2 = 0,094$  kg. Transformando a g:  $0,094 (1000) = 94$  g.

P disponible expresado en base a Superfosfato triple de Ca/ha:  $6,69 (100) / 46 = 14,543 \text{ kg}$ .

P disponible expresado en base a Superfosfato triple de Ca/parcela (7,2 m<sup>2</sup>):  $(14,543 / 10\ 000) \cdot 7,2 = 0,010$  kg. Transformando a g:  $0,010 (1000) = 10$  g.

Aplicación en g para la aplicación de Superfosfato triple de Ca:  $94 \text{ g} - 10 \text{ g} = 84 \text{ g}$ .

Aplicación en g por experimento:  $84 (3) = 252 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(130,435 - 14,543) = 115,992 \text{ kg}$ .

### **Dosis 2:**

#### **60 de N**

Úrea total a aplicar/ha:  $60 (100) / 46 = 130,435 \text{ kg}$ .

Úrea total a aplicar/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ) =  $[(130,435) / 10\ 000] 7,2 = 0,094$  kg. Transformando a g:  $0,094 (1000) = 94 \text{ g}$ .

N disponible expresado en base a úrea/ha:  $32,4 (100) / 46 = 70,435 \text{ kg}$ .

N disponible expresado en base a úrea/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ):  $(70,435 / 10\ 000) 7,2 = 0,051 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,051 (1000) = 51 \text{ g}$ .

Aplicación en g para la aplicación de úrea:  $94 \text{ g} - 51 \text{ g} = 43 \text{ g}$ .

1° aplicación: 22 g                      2° aplicación: 21 g

Aplicación en g por experimento:  $43 (3) = 129 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(130,435 - 70,435) = 60 \text{ kg}$ .

### **80 de P**

Superfosfato triple de Ca total a aplicar/ha:  $80 (100) / 46 = 173,913 \text{ kg}$ .

Superfosfato triple de Ca total a aplicar/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ) =  $[(173,913) / 10\ 000] 7,2 = 0,125 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,125 (1000) = 125 \text{ g}$ .

P disponible expresado en base a Superfosfato triple de Ca/ha:  $6,69 (100) / 46 = 14,543 \text{ kg}$ .

P disponible expresado en base a Superfosfato triple de Ca/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ):  $(14,543 / 10\ 000) 7,2 = 0,010 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,010 (1000) = 10 \text{ g}$ .

Aplicación en g para la aplicación de Superfosfato triple de Ca:  $125 \text{ g} - 10 \text{ g} = 115 \text{ g}$ .

Aplicación en g por experimento:  $115 (3) = 345 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(173,913 - 14,543) = 159,370 \text{ kg}$ .

**20 de K**

Cloruro de K total a aplicar/ha:  $20 (100) / 60 = 33,333 \text{ kg}$

Cloruro de K total a aplicar/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ) =  $[(33,333) / 10\ 000] 7,2 = 0,024 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,024 (1000) = 24 \text{ g}$ .

K disponible expresado en base a Cloruro de K /ha:  $136 (100) / 60 = 226,667 \text{ kg}$ .

K disponible expresado en base a Cloruro de K /parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ):  $(226,667 / 10\ 000) 7,2 = 0,163 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,163 (1000) = 163 \text{ g}$ .

Aplicación del Cloruro de potasio:  $24 \text{ g} - 163 \text{ g} = -139 \text{ g}$ .

Aplicación en g por experimento:  $-139 (3) = -417 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(33,333 - 226,667) = -193,334 \text{ kg}$ .

**Dosis 3:****80 de N**

Úrea total a aplicar/ha:  $80 (100) / 46 = 173,913 \text{ kg}$ .

Úrea total a aplicar/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ) =  $[(173,913) / 10\ 000] 7,2 = 0,125 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,125 (1000) = 125 \text{ g}$ .

N disponible expresado en base a úrea/ha:  $32,4 (100) / 46 = 70,435 \text{ kg}$ .

N disponible expresado en base a úrea/parcela ( $7,2 \text{ m}^2$ ):  $(70,435 / 10\ 000) 7,2 = 0,051 \text{ kg}$ . Transformando a g:  $0,051 (1000) = 51 \text{ g}$ .

Aplicación en g para la aplicación de úrea:  $125 \text{ g} - 51 \text{ g} = 74 \text{ g}$ .

1° aplicación: 37 g                      2° aplicación: 37 g

Aplicación en g por experimento:  $74 (3) = 222 \text{ g}$ .

Cantidad en kg/ha:  $(130,435 - 70,435) = 60 \text{ kg}$ .

La fertilización inorgánica se realizó de la siguiente manera:

Dosis en trata- miento	Fuente de fertilización	Parcela de 7.2 m <sup>2</sup>		Aplicación (g por experi- mento)	Cantidad (kg/ha)
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>		
		aplicación (g)	aplicación (g)		
<b>40-60-00</b>	Úrea	6	6	36	16,522
	Superfosfato triple de Ca	84	0	252	115,992
	Úrea	22	21	129	60,000
<b>60-80-20</b>	Superfosfato triple de Ca	115	0	345	159,370
	Cloruro de Potasio (K <sub>2</sub> O)	-139 (excede en el suelo)	0	-417 (excede en el suelo)	-193,334 (excede en el suelo)
	Úrea	37	37	222	60
<b>80-60-00</b>	Superfosfato triple de Ca	84	0	252	115,992

**Fuente:** Elaboración propia.

El abonamiento orgánico se aplicó en el momento de la preparación del terreno, cada uno conforme a las cantidades establecidas de los tratamientos, como se menciona a continuación:

Tratamiento	Fuente de fertilización	Nivel (tm/ha)	Aplicación (kg por parcela de 7.2 m <sup>2</sup> )	Cantidad (kg) por experimento
TO1	Guano de isla.	1,5	1.08	3.24
TO2	Estiércol de ovino.	16	11.52	34.56
TO3	Estiércol de cuy.	20	14.4	43.20

**Fuente:** Elaboración propia.

### Riegos

No fue necesario realizar riegos, por las suficientes precipitaciones que se tuvo durante el cultivo.

### Aporque

Se hizo teniendo en cuenta el requerimiento el cultivo; cuando las plantas tenían 40 a 45 cm de altura, a los 50 días después de la siembra (05 de enero de 2018); con el fin de favorecer una adecuada humedad y se propició un buen sostenimiento del área foliar, evitando el tumbado y previniendo el ataque de plagas y enfermedades.

### Control fitosanitario

Se tuvo el ataque de los pájaros en el momento del llenado de grano, pero no fue considerable su ataque. No hubo significancia en el ataque de enfermedades, por ello no se aplicó ningún fungicida.



## **Cosecha**

Se realizó en forma manual con el uso de la hoz, cuando las plantas habían alcanzado su madurez de cosecha a una humedad de granos de 12 al 14%, se realizó en un momento de ambiente seco, evitando el daño de los granos; esto se realizó el día 03 de abril del 2018, a los 04 meses y 21 días después de la siembra.

## IV. RESULTADOS

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, de acuerdo al diseño de investigación propuesto. Los resultados se presentan en cuadros estadísticos, tablas y gráficos utilizando los programas Microsoft Office 2 016 y AutoCAD 2 013.

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y gráficos interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del Análisis de Varianza (ANDEVA), a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denotan con (ns), quienes tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*).

Para la comparación de los promedios de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 0.05 y 0.01 de probabilidades de éxito.

### 4.1. Número de espigas por tratamiento

Los resultados se indican en el anexo 1, donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 6.** Análisis de Varianza para número de espigas por tratamiento.

Fuente de variabilidad	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	2.25	1.13	0.52 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
Tratamientos	7	1828.96	261.28	120.26 <sup>**</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14	30.42	2.17	-	-	-
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>1861.63</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
C.V. = 0.22%			Sx: = 0.85			

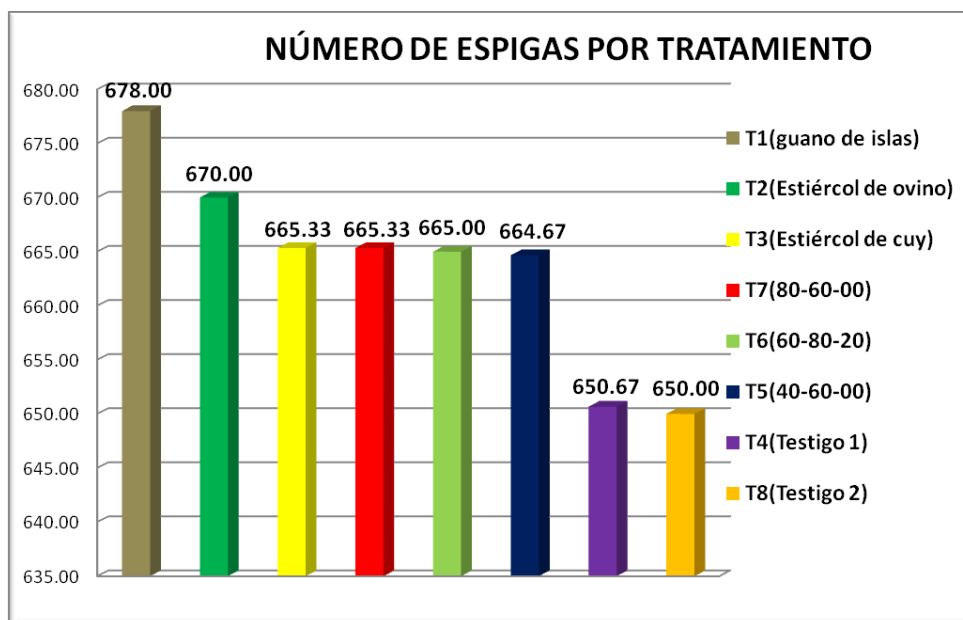
Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 0.22% y la desviación estándar (Sx) 0.85.

**Cuadro 7.** Prueba de significación de Duncan para número de espigas.

O.M.	Tratamientos	Promedio No.	Nivel de Significación	
			0.05	0.01
1º	T1(Guano de islas)	678.00	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	670.00	b	b
3º	T3(Estírcol de cuy)	665.33	b	b
4º	T7(80-60-00)	665.33	b	b
5º	T6(60-80-20)	665.00	b	b
6º	T5(40-60-00)	664.67	b	b
7º	T4(Testigo 1)	650.67	c	c
8º	T8(Testigo 2)	650.00	c	c

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 1% y 5% el tratamiento “guano de isla” supera estadísticamente de los demás tratamientos en el orden de mérito del 2º al 8º.

El mayor promedio en número de espigas por tratamiento se obtuvo con el tratamiento “guano de islas” con 678.00 espigas superando a los testigos quienes ocuparon el último lugar con 650.67 y 650.00 respectivamente.



**Fig. 3.** Número de espigas por tratamiento

#### 4.2. Longitud de espigas

Los resultados se indican en el anexo 2 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 8.** Análisis de Varianza para longitud de espigas.

Fuente de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft.	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	1.669			3.74	6.51
Tratamientos	7	12.036	0.834	1.947 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14	6.000	1.719	4.012*		
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>19.70</b>	<b>0.429</b>			

C.V. = 7.94% Sx: = 0.378

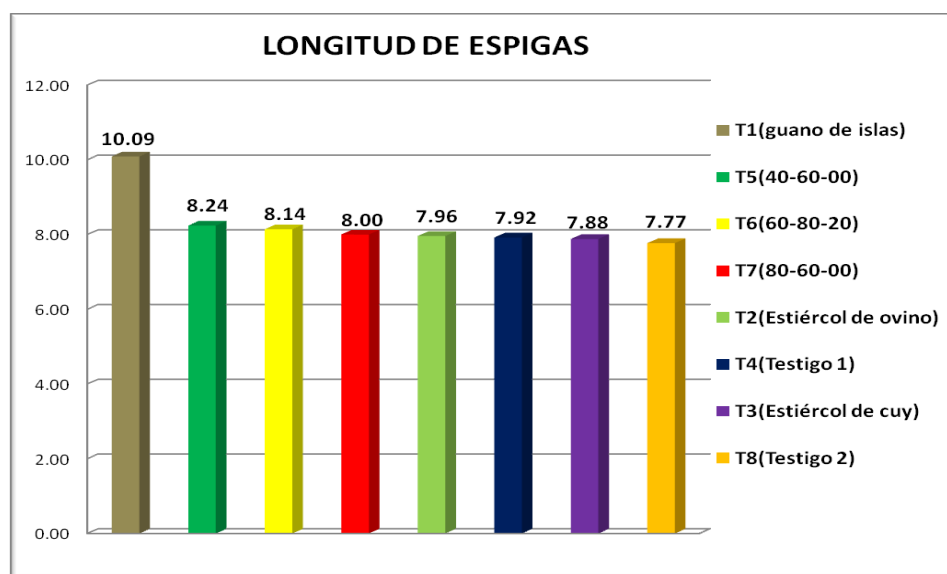
Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 7.94% y la desviación estándar (Sx) 0.378.

**Cuadro 9.** Prueba de significación de Duncan para longitud de espigas.

O.M.	Tratamientos	Promedio cm.	Nivel de Significación	
			0.05	0.01
1º	T1(Guano de islas)	10.09	a	a
2º	T5(40-60-00)	8.24	b	a
3º	T6(60-80-20)	8.14	b	a
4º	T7(80-60-00)	8.00	b	a
5º	T2(Estírcol de ovino)	7.96	b	a
6º	T4(Testigo 1)	7.92	b	a
7º	T3(Estírcol de cuy)	7.88	b	a
8º	T8(Testigo 2)	7.77	b	a

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5% el tratamiento “guano de isla” supera estadísticamente de los demás tratamientos en el orden de mérito del 2º al 8º y al nivel de 1% todos los tratamientos estadísticamente son iguales, pero el T1 (guano de islas) supera en promedio a los demás tratamientos.

La mayor longitud de espigas se obtuvo con el tratamiento “guano de isla” con 10.09 cm superando a los testigos quienes ocuparon el sexto y octavo lugar con 7.92 y 7.77 cm. respectivamente.

**Fig. 4.** Longitud de espigas expresada en cm

### 4.3. Macollos por planta

Los resultados se indican en el anexo 3 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 10.** Análisis de Varianza para macollos por planta.

Fuente de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	6.750	3.375	2.196 <sup>ns</sup>	3.74	6.51
Tratamientos	7	26.777	3.825	2.489 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14	21.520	1.537	-	-	-
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>55.047</b>	-	-	-	-

C.V. = 5.50% Sx: = 0.716

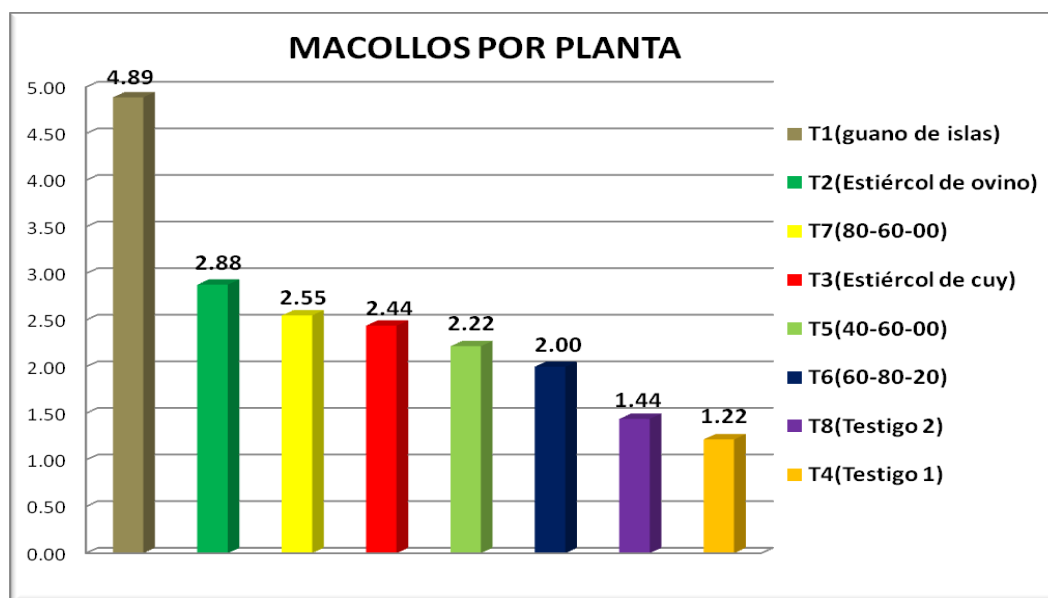
Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.50% y la desviación estándar (Sx) 0.716.

**Cuadro 11.** Prueba de significación de Duncan para macollos por planta.

O.M.	Tratamientos	Promedio No.	Nivel de Significación	
			0,05	0,01
1º	T1(Guano de islas)	4.89	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	2.88	a	a
3º	T7(80-60-00)	2.55	a	a
4º	T3(Estírcol de cuy)	2.44	a	a
5º	T5(40-60-00)	2.22	a	a
6º	T6(60-80-20)	2.00	a	a
7º	T8(Testigo 2)	1.44	a	a
8º	T4(Testigo 1)	1.22	a	a

La prueba de Significación de Duncan indica que al nivel del 5% y 1% todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

El mayor número de macollos se obtuvo con el tratamiento guano de isla con 4.89 superando a los testigos quienes ocuparon los últimos lugares con 1.44 y 1.22 macollos por planta respectivamente.



**Fig. 5.** Número de macollos por planta

#### 4.4. Número de granos por espiga

Los resultados se indican en el anexo 4 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.







Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 11.82% y la desviación estándar (Sx) 0.00058.

**Cuadro 15.** Prueba de significación de Duncan para peso de granos por planta.

O.M.	Tratamientos	Promedio g.	Nivel de Significación 0.05 0.01	
1º	T1(Guano de islas)	12.1	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	9.8	b	a
3º	T7(80-60-00)	9.3	b	a
4º	T3(Estírcol de cuy)	8.9	b	a
5º	T6(60-80-20)	7.8	b	a
6º	T8(Testigo 2)	7.1	b	a
7º	T4(Testigo 1)	6.7	b	a
8º	T5(40-60-00)	6.4	b	a

La prueba de Significación de Duncan confirma el Análisis de varianza, al nivel del 5% el tratamiento con guano de islas supera estadísticamente a los demás tratamientos y al nivel del 1% todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

El mayor peso de granos por planta se obtuvo con el tratamiento guano de isla con 12.1 gramos (0.0121 kilos) por planta superando a los testigos quienes ocuparon los últimos lugares con 6.7 y 6.4 gramos (0.0067 y 0.0064 kilos) respectivamente.

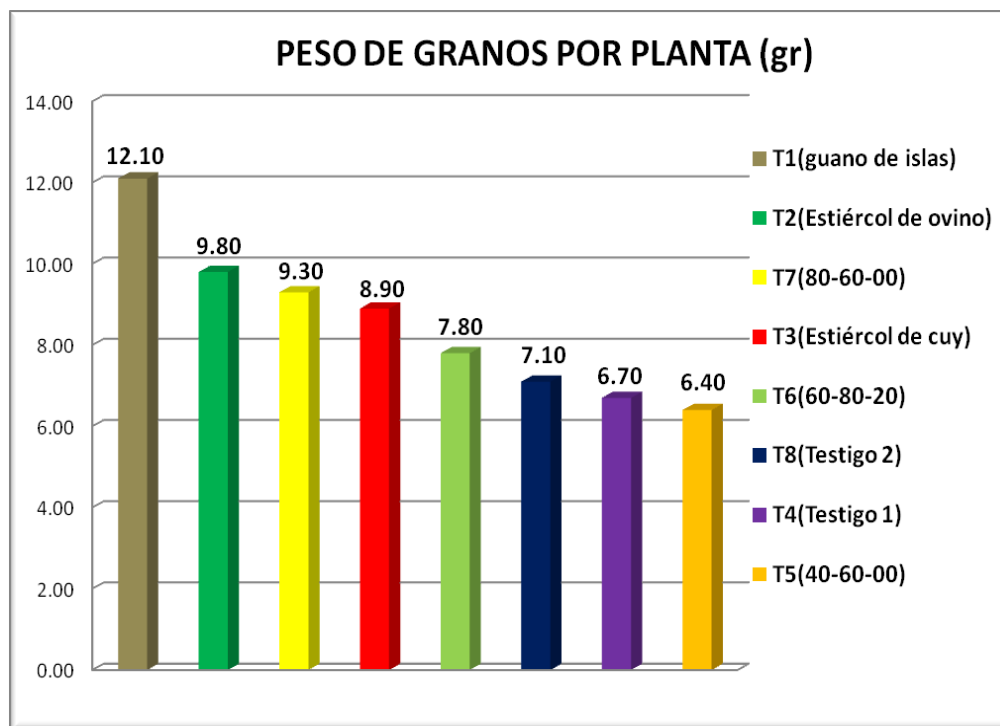


Fig. 7. Peso de granos por planta

#### 4.6. Peso de 1000 granos

Los resultados se indican en el anexo 6 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 16. Análisis de Varianza para peso de 1000 granos.

Fuente de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0.000508	0.000254	2.755 <sup>ns</sup>	3,74	6.51
Tratamientos	7	0.000696	0.000099	1.077 <sup>ns</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14	0.001292	0.000092	-	-	-
Total	23	0.002496	-	-	-	-

C.V. = 10.34%

Sx: = 0.0055

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 10.34% y la desviación estándar (Sx) 0.0055.

**Cuadro 17.** Prueba de significación de Duncan para peso de 1000 granos.

O.M.	Tratamientos	Promedio g.	Nivel de Significación	
			0,05	0,01
1º	T1(Guano de islas)	100	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	97	a	a
3º	T5(40-60-00)	97	a	a
4º	T6(60-80-20)	97	a	a
5º	T7(80-60-00)	93	a	a
6º	T3(Estírcol de cuy)	90	a	a
7º	T8(Testigo 1)	90	a	a
8º	T4(Testigo 2)	83	a	a

La prueba de Significación de Duncan confirma el Análisis de varianza al reportar que los tratamientos estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación.

El mayor peso de 1000 granos fue de 100 gramos (0.1 kilos) que se obtuvo con el tratamiento “guano de islas” superando a los testigos quienes ocuparon los últimos lugares con 90 y 83 gramos (0.090 y 0.083 kilos) respectivamente.

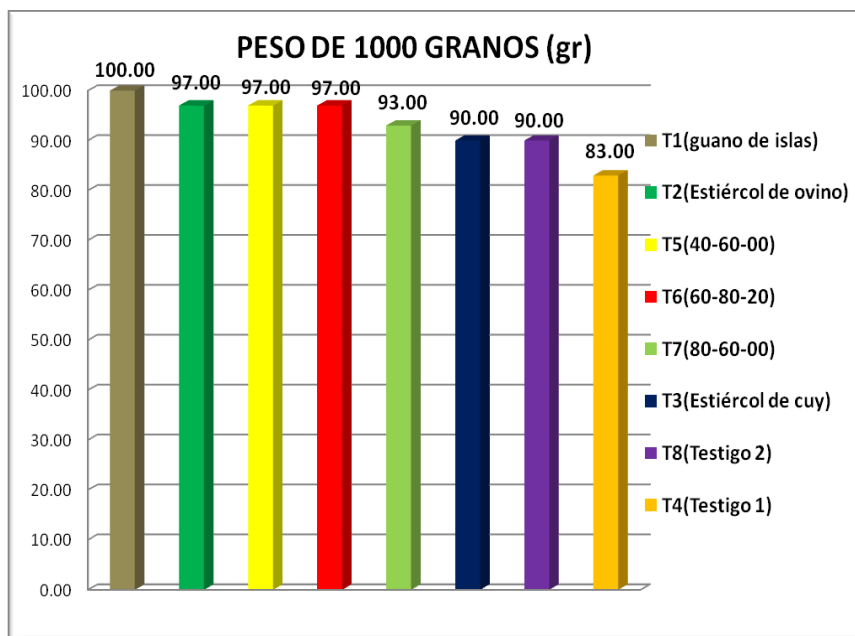


Fig. 8. Peso de 1000 granos

#### 4.7. Peso de granos por parcela.

Los resultados se indican en el anexo 7 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 18. Análisis de Varianza para peso de granos por parcela. (7.2 m<sup>2</sup>)

Fuente de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft.	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0.0854	0.0427	1.441 <sup>ns</sup>	3,74	6.51
Tratamientos	7	14.9544	2.1363	72.13 <sup>**</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14	0.4146	0.0296	-	-	-
Total	23	15.4544	-	-	-	-

C.V. = 9.33%

Sx: = 0.0994

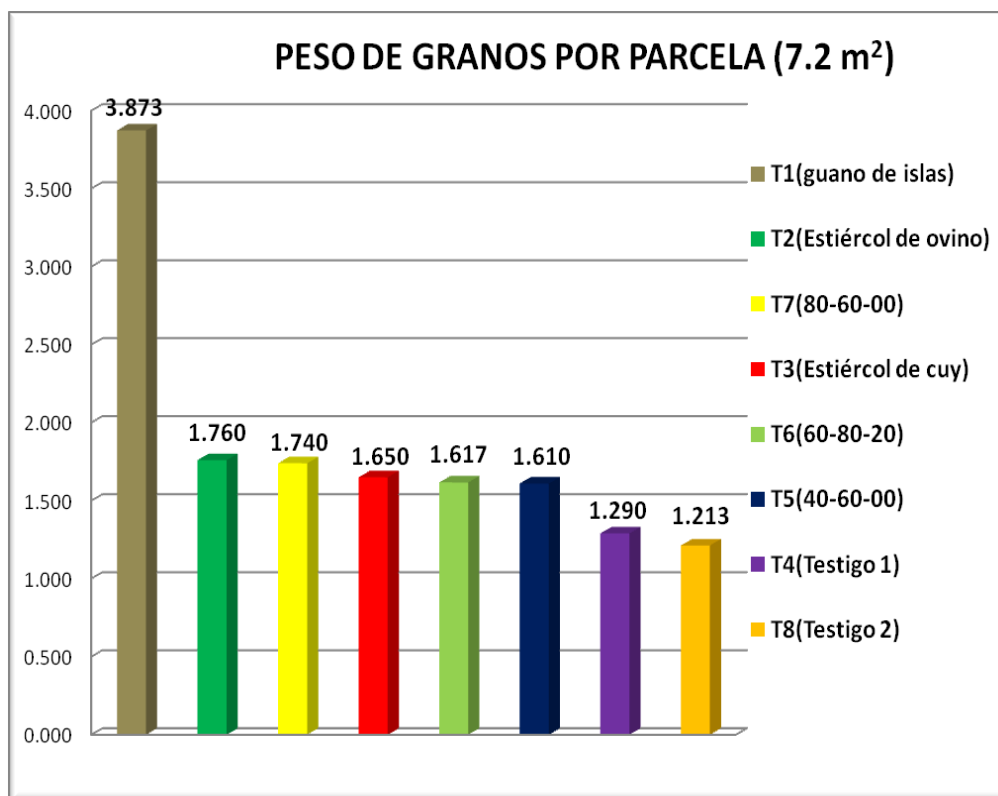
Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9.33% y la desviación estándar (Sx) 0.0994.

**Cuadro 19.** Prueba de significación de Duncan para peso de granos por parcela (7.2 m<sup>2</sup>).

O.M.	Tratamientos	Promedio g.	Nivel de Significación	
			0.05	0,01
1º	T1(Guano de islas)	3.873	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	1.760	b	b
3º	T7(80-60-00)	1.740	b	b
4º	T3(Estírcol de cuy)	1.650	b	b
5º	T6(60-80-20)	1.617	b	b
6º	T5(40-60-00)	1.610	b	b
7º	T4(Testigo 1)	1.290	bc	b
8º	T8(Testigo 2)	1.213	c	b

La prueba de Significación de Duncan confirma el Análisis de varianza al reportar que el tratamiento “guano de isla” supera estadísticamente a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor peso de granos por parcela se obtuvo con el tratamiento guano de isla con 3.873 kilos, superando a los testigos quienes ocuparon el sétimo y octavo lugar con 1.290 y 1.213 kg. por área de 7.2 m<sup>2</sup> respectivamente.



**Fig. 9.** Peso de granos por parcela

#### 4.8. Rendimiento de granos por hectárea.

Los resultados se indican en el anexo 8 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 20.** Análisis de Varianza para rendimiento de granos por hectárea.

Fuente de Variabilidad	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft.	
					0.05	0.01
Repeticiones	2.00	164 367.25	82 183.63	1.44 <sup>ns</sup>	3,74	6.51
Tratamientos	7.00	28 854 345.63	4 122 049.38	72.13 <sup>**</sup>	2.76	4.28
Error Exp.	14.00	800 044.75	57146.05	-	-	-
<b>Total</b>	<b>23.00</b>	<b>29 818 757.63</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Los resultados indican que no existe significación estadística en repeticiones y alta significación entre tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 9.33% y la desviación estándar (Sx) 138.017.

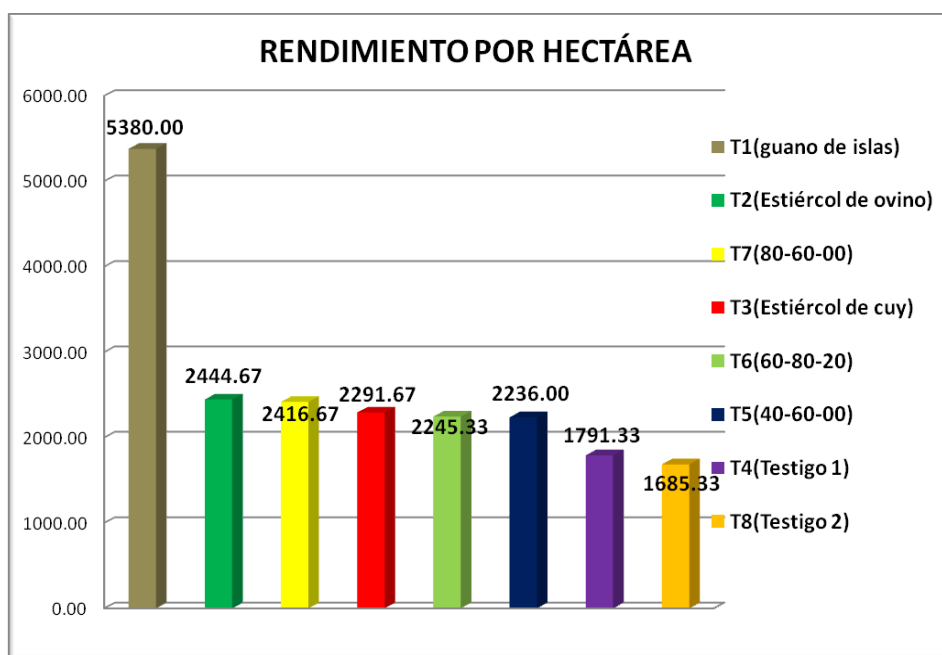
**Cuadro 21.** Prueba de significación de Duncan para rendimiento por hectárea.

O.M.	Tratamientos	Promedio kg.	Nivel de Significación	
			0,05	0,01
1º	T1(Guano de islas)	5,380.00	a	a
2º	T2(Estírcol de ovino)	2,444.67	b	b
3º	T7(80-60-00)	2,416.67	b	b
4º	T3(Estírcol de cuy)	2,291.67	b	b
5º	T6(60-80-20)	2,245.33	b	b
6º	T5(40-60-00)	2,236.00	b	b
7º	T4(Testigo 1)	1,791.33	bc	b
8º	T8(Testigo 2)	1,685.33	c	b

La prueba de Significación de Duncan confirma el Análisis de varianza al reportar que el tratamiento “guano de islas” supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor rendimiento por hectárea lo reportó el “guano de islas” con 5,380.00 kilos por hectárea superando a los testigos quienes ocuparon los últimos lugares con 1,791.33 y 1,685.33 kilos por hectárea.





**Fig. 10.** Rendimiento por hectárea

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Número de espigas por tratamiento

Los resultados indican que existe efecto significativo del abono guano de islas al obtener promedios de 678.0 espigas mostrando diferencias estadísticas significativas con los demás tratamientos entre ellos los testigos quienes ocupan los últimos lugares con 650.67 y 650.00 que en opinión de Mamani (2016) es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc, es uno de los abonos de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes, sobre todo en Nitrógeno.

### 5.2. Longitud de espigas

Los resultados indican que el tratamiento con guano de islas tiene mayor longitud de espiga con 10.09 cm, superando estadísticamente a los demás tratamientos entre los que se encuentran los testigos que ocuparon el setimo y octavo lugar con 7.920 y 7.770 cm respectivamente; resultados que son inferiores a lo reportado por Fonseca (1997) en trabajo de selección de líneas de trigo duro obtuvo con la línea LO3 11.755 cm, pero las demás líneas (46) obtuvieron de 9.335 a 5.385 cm.

### 5.3. Macollos por planta

Los resultados indican que el abono guano de isla obtuvo el mayor promedio con 4.89 macollos por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos donde los testigos ocuparon los últimos lugares con 1.44

y 1.22 macollos/planta reflejando el efecto de la fertilización orgánica que en opinión de Julca (2014) el guano de isla además de poseer elementos menores y mayores lleva un número diferente de bacterias nitrificadoras, bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, bacterias antagonistas de patógenos del suelo y hongos benéficos que ayudan a la planta en la nutrición vegetal.

Así mismo el Ministerio de Agricultura (2013) el guano de las islas es el producto de la acumulación de deyecciones (estiércoles) de las aves marinas, que nos entregan el único fertilizante natural del mundo: "el guano de las islas del Perú", y permite una buena germinación de la semilla; las plantas crecen fuertes y vigorosas; se acorta el periodo vegetativo de los cultivos; incrementa la producción por hectárea de los cultivos instalados.

#### **5.4. Número de granos por espiga**

El mayor número de granos lo obtuvo con el abono guano de islas con 63.55 granos/espiga y difiere estadísticamente con los demás tratamientos entre ellos los testigos que reportaron 38.44 y 37.78 granos por espiga demostrando que la fertilización con guano de islas es muy importante en el incremento de granos resultados que son ligeramente inferiores a los reportado por Fonseca (1997) quien obtuvo con 3 líneas un número de granos superiores a 65.70 entre ellos las líneas L35 con 65.70; L25 con 65.15 y L28 con 63.70, sin embargo existieron 46 líneas que tuvieron granos inferiores a 65.55 hasta 37 granos por espiga. (Número de granos que obtuvo el testigo en el presente experimento).

### **5.5. Peso de granos por planta**

Los promedios oscilan entre 12.1 a 6.4 gramos por planta donde el abono guano de isla reportó el mayor promedio superando estadísticamente a los demás tratamientos donde se encuentran los testigos que ocuparon los últimos lugares; con 6.7 y 6.4 gramos/planta estos resultados confirman que la fertilización orgánica con guano de islas restituye los nutrientes al suelo e incrementa el peso de los granos, que según Walton y Holt (1979) toda planta cultivada requiere fertilización y la aplicación de fertilizantes está de acuerdo con el objeto del cultivo y fertilidad del suelo; cuando el cultivo es para la producción de granos la aplicación del nitrógeno debe ser fraccionada, el fósforo y el potasio se puede aplicar en la preparación del terreno o al momento de la siembra.

### **5.6. Peso de 1000 granos**

Los promedios oscilan entre 100 a 83.3 gramos, sin embargo, los tratamientos estadísticamente son iguales donde el guano de islas obtuvo el mayor promedio, con 100 gramos superando a los testigos quienes ocuparon los últimos lugares con 90.0 y 83.3 gramos por 1000 granos. Estos resultados superan a lo reportado por Fonseca (1997) quien obtuvo 50.55 gramos con la línea L25 y la línea L23 reportó 28.75 gramos.

### **5.7. Rendimiento de granos por parcela y hectárea**

Los resultados indican que el rendimiento por parcela experimental (7.2 m<sup>2</sup>) el primer lugar lo reportó el tratamiento con guano de islas con

3.873 kilos que convertido a hectárea es de 5 380 kilos, difiriendo con los demás tratamientos, donde los testigos obtuvieron 1 791.33 y 1 685.33 kilogramos por hectárea. Resultados que superan a Huaroc (2011) quien reportó entre las líneas rendimientos de 2,477 a 4,323 t.ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSIONES

1. Existen diferencias estadísticas significativas entre la fertilización orgánica con guano de isla (aplicando 1.5 t/ha) quien obtuvo 5 380 kg/ha y la dosis de fertilización 80-60-00 que reportó el mayor rendimiento entre las dosis con 2 416,67 kg/ha.
2. Existe efecto significativo de la fertilización orgánica con guano de isla al reportar 678 espigas por parcela experimental (área 7.2 m<sup>2</sup>), 10.090 cm de longitud, 4.89 macollos por planta, 63.55 granos por espiga y 12.1 granos por planta.
3. Existe efecto significativo de la fertilización orgánica con guano de isla en el rendimiento por parcela (de 7.2 m<sup>2</sup>) 3.873 kg/parcela y por hectárea con 5 380 kg/ha.

## RECOMENDACIONES

1. Aplicar el abonamiento orgánico con guano de islas a razón de 1.5 t/ha, para obtener los mejores rendimientos por hectárea en los diferentes indicadores de rendimiento.
2. Repetir el presente ensayo en condiciones agroecológicas diferentes a las que presenta Huacrachuco, para evaluar el rendimiento.
4. Con el abono guano de islas realizar ensayos con diferentes niveles y épocas de siembra a fin de complementar los resultados del presente trabajo.
5. Realizar ensayos con diferentes abonos orgánicos de origen vegetal y animal, así como con diferentes dosis de fertilización inorgánica en Huacrachuco.
6. Introducir nuevas variedades y líneas de trigo a las condiciones de Huacrachuco y determinar su relación con las condiciones edafoclimáticas.

## LITERATURA CITADA

- Adriazola, J. R. 1991. Evaluación de 24 líneas de Trigo (*T. aestivum* L.) en la irrigación Majes. Tesis Ing. Agrónomo UNSA. Arequipa – Perú.
- Alaluna. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.
- Barnard, C., 1955, Histogenesis of the inflorescence and flower of *Triticum aestivum* L, Austr. J. Bot., Vol 3. Pp 1-20.
- Bidwell R.G.S. 1983. Fisiología vegetal. AGT, México.
- Box, A. 2008. The biology of *Hordeum vulgare* L. (Barley). Australian Government: Department of health and ageing (en línea). Consultado 21 jun 2017. Disponible en: <http://agencysearch.australia.gov.au/search/search.cgi?collection=agencies&profile=ogtr&query=barley&Submit=Search>.
- Carver, B. 2009. Wheat Science and trade. Oxford, UK. Wiley-Blackwell. p. 560.
- Cervantes. 2008. Abonos orgánicos (en línea). Consulta may 2017. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos_organicos.htm)
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México); 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México); 1991. Trigo duro nueva era para el cultivo antiguo. El Batán. México 20 p.
- Cóndor P. 1999. “El Compost” Manual Técnico. Edición Confederación Nacional Agraria. 12 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); 2006. Productos básicos y comercio (en línea). Consultado 16 abr 2017. Disponible: <http://ftp.fao.org/dpcprep/fao/009/ag038s00.pdf>.
- Gaceta Molinera. 2011. Record en cosecha de trigo centenario (en línea). UNA La Molina, Lima-Perú. Consultado 11 de ene 2017. Disponible: <http://www.lamolina.edu.pe>.



- García, A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. Serie Técnica N° 144. INIA La Estanzuela-Uruguay.
- Gibson, L; Benson, G. 2002. Origin, history and uses of oat (*Avena sativa*) and wheat (*Triticum aestivum* L.). Departamento de Agronomía, Universidad Estatal de Iowa. EEUU.
- Goñi J. y Lafarga A. 2009. Calidad de los trigos blandos en Navarra. Editorial ITGA. Navarra, España.
- Groos C; Robert N; Bervas E; Charmet G. 2003. Genetic analysis of grain protein-content, grain yield and thousand-kernel weight in bread wheat. Theoretical and Applied Genetics 106: 1032-1040. Consultado 3 may 2017. Disponible: <http://link.springer.com/>
- Guañuña, GD. 2014. Estudio de variabilidad fenotípica de accesiones de trigo (*triticumaestivuml.*) y cebada (*hordeumvulgarel.*) de la colección del INIAP. Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador.
- Herbek, J; Lee, C; Trimble, R. 2008. A comprehensive guide to wheat managment in Kentucky. Kentucky, US. Kathleen editor. 72 p.
- INFOAGRO (2004) El compostaje (en línea). Consultado 01 mar 2017. Disponible en: <http://www.infoagro.com/>
- Kirby, EJM. 2002. Botany of the wheat plant. En: BC Curtis, S Rajaram, H Gomez Macpherson, eds. Bread wheat. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization, Roma. Italia.
- Klepper B; Belford RK; Rickman RN. 1984. Root and shoot development in winter wheat. Agronomy Journal. 79(2):310-319. Consultado 16 set 2017. Disponible: <https://dl.sciencesocieties.org>
- López BL. (1991), Cultivos herbáceos. Vol. I. Cereales. Mundi-Prensa, 539.

- Medina HD.1990. Dinámica de malezas y su impacto en la producción y calidad de trigo (*T. Aestivum* L.). Tesis Ing. Agrónomo UNSA. Arequipa – Perú.
- Mellado M. 2004. Manejo tecnológico. Boletín INIA N° 114, Chillán, Chile.
- Ministerio de Agricultura - Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria. 2013. El cultivo de Maíz Blanco Gigante del Cusco Variedad Blanco Urubamba (PMV-560), Estación Experimental Agraria Andenes Cusco – Perú.
- Morgan, BC; Dexter, JE; Preston, KR. 2000. Relationship of kernel size to flour water absorption for Canada Western red spring wheat. Vol. 77(3). Pp 286-292. Manitoba, Canada. Consultado 14 abr 2017, disponible: <http://www.researchgate.net/>
- OECD 1999 (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Francia); Consensus Document on the Biology of *Triticum aestivum* (Bread Wheat). Report No. ENV/JM/MONO (99) 8, Environment Directorate; Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.p.
- Parsons, D. (1989), Trigo, cebada, avena. Manual para Educación.
- Rasmusson, D. 1985. Barley. Wisconsin, US. Columbia editor. p. 522.
- Reynolds, MP; Pask, AJD; Mullan DM; Chávez-Dulanto, PN. 2013. Fitomejoramiento Fisiológico I: Enfoques Interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo. México, D.F.: CIMMYT.
- Rojas, M. 2003. Módulo de granos y cereales.
- Sánchez. 1987. Suelos trópicos. IICA. San José Costa Rica. 634 p.
- Villarreal, M., 2000. Efectos de la producción del trigo (*Triticum aestivum* L) en el mundo, México y en las 5 Manantiales. Monografía para optar el título de Ingeniero Agrónomo en Producción. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, México.
- Weegels, PL; Hamer, RJ; Schofield, D. 1996. Functional properties of wheat glutenin. Journal of Cereal Science 23. Pp 1-18.
- Wikipedia. 2007. El Guano (en línea). Consultado el 13 de jul. 2017. Disponible <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>.

## ANEXOS

### I. Longitud de espigas (Cm)

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	10.70	9.90	9.66	30.26	10.09
T2	Estiércol de ovino	7.80	7.73	8.36	23.89	7.96
T3	Guano de cuy	7.80	7.60	8.23	23.63	7.88
T4	Testigo 1	7.80	7.56	8.40	23.76	7.92
T5	40-60-00	8.40	7.86	8.46	24.72	8.24
T6	60-80-20	7.20	8.76	8.46	24.42	8.14
T7	80-60-00	7.10	8.60	8.30	24.00	8.00
T8	testigo 2	6.30	8.80	8.20	23.30	7.77
<b>PROMEDIO</b>						<b>8.25</b>

### II. Macollaje por planta

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	8.33	2.33	4.00	14.66	4.89
T2	Estiércol de ovino	3.66	1.33	3.66	8.65	2.88
T3	Guano de cuy	2.66	1.33	3.33	7.32	2.44
T4	Testigo 1	1.00	1.33	1.33	3.66	1.22
T5	40-60-00	2.33	1.66	2.66	6.65	2.22
T6	60-80-20	1.00	2.00	3.00	6.00	2.00
T7	80-60-00	2.66	2.00	3.00	7.66	2.55
T8	testigo 2	1.00	1.66	1.66	4.32	1.44
<b>PROMEDIO</b>						<b>2.46</b>

### III. Número de granos por espiga

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	59.33	66.33	65.00	190.66	63.55
T2	Estiércol de ovino	41.66	45.66	48.00	135.32	45.11
T3	Guano de cuy	50.66	51.33	50.00	151.99	50.66
T4	Testigo 1	38.00	39.33	38.00	115.33	38.44
T5	40-60-00	50.33	50.33	49.00	149.66	49.89
T6	60-80-20	47.00	49.00	46.66	142.66	47.55
T7	80-60-00	43.00	47.66	46.33	136.99	45.66
T8	testigo 2	37.00	39.33	37.00	113.33	37.78
<b>PROMEDIO</b>						<b>47.33</b>

### IV. Peso de granos por planta (kg)

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	0.0120	0.0094	0.0150	0.0364	0.0121
T2	Estiércol de ovino	0.0098	0.0095	0.0102	0.0295	0.0098
T3	Guano de cuy	0.0081	0.0091	0.0095	0.0267	0.0089
T4	Testigo 1	0.0065	0.0067	0.0069	0.0201	0.0067
T5	40-60-00	0.0066	0.0065	0.0062	0.0193	0.0064
T6	60-80-20	0.0079	0.0077	0.0078	0.0234	0.0078
T7	80-60-00	0.0089	0.0095	0.0096	0.0280	0.0093
T8	testigo 2	0.0070	0.0071	0.0071	0.0212	0.0071
<b>PROMEDIO</b>						<b>0.0085</b>

V. **Peso promedio de 1000 granos (kg)**

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	0.11	0.09	0.10	0.30	0.100
T2	Estiércol de ovino	0.10	0.08	0.11	0.29	0.097
T3	Guano de cuy	0.09	0.09	0.09	0.27	0.090
T4	Testigo 1	0.08	0.09	0.08	0.25	0.083
T5	40-60-00	0.08	0.10	0.11	0.29	0.097
T6	60-80-20	0.10	0.08	0.11	0.29	0.097
T7	80-60-00	0.09	0.09	0.10	0.28	0.093
T8	testigo 2	0.09	0.08	0.09	0.26	0.087
<b>PROMEDIO</b>						<b>0.09</b>

VI. **Peso de granos por parcela (kg/7.2 m<sup>2</sup>)**

TRAT.		BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	TOTAL	PROMEDIO
T1	Guano de isla	3.64	3.89	4.09	11.62	3.873
T2	Estiércol de ovino	1.51	1.75	2.02	5.28	1.760
T3	Guano de cuy	1.73	1.62	1.60	4.95	1.650
T4	Testigo 1	1.22	1.40	1.25	3.87	1.290
T5	40-60-00	1.68	1.76	1.39	4.83	1.610
T6	60-80-20	1.65	1.69	1.51	4.85	1.617
T7	80-60-00	1.82	1.85	1.55	5.22	1.740
T8	testigo 2	1.08	1.46	1.10	3.64	1.213
<b>PROMEDIO</b>						<b>1.84</b>

**VII. Rendimiento de granos por hectárea (kg/ha)**

<b>TRAT.</b>		<b>BLOQUE I</b>	<b>BLOQUE II</b>	<b>BLOQUE III</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>T1</b>	<b>Guano de isla</b>	5056.00	5403.00	5681.00	16140.00	5380.00
<b>T2</b>	<b>Estiércol de ovino</b>	2097.00	2431.00	2806.00	7334.00	2444.67
<b>T3</b>	<b>Guano de cuy</b>	2403.00	2250.00	2222.00	6875.00	2291.67
<b>T4</b>	<b>Testigo 1</b>	1694.00	1944.00	1736.00	5374.00	1791.33
<b>T5</b>	<b>40-60-00</b>	2333.00	2444.00	1931.00	6708.00	2236.00
<b>T6</b>	<b>60-80-20</b>	2292.00	2347.00	2097.00	6736.00	2245.33
<b>T7</b>	<b>80-60-00</b>	2528.00	2569.00	2153.00	7250.00	2416.67
<b>T8</b>	<b>testigo 2</b>	1500.00	2028.00	1528.00	5056.00	1685.33
		<b>PROMEDIO</b>				<b>2561.38</b>



### PANEL FOTOGRÁFICO





