

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN - HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L*), EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS EN EL DISTRITO DE PANAJO, 2019.**

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

**BACH. DURAN ESPIRITU, RICHARD**

**ASESOR. MG. ILLATOPA ESPINOZA, DALILA**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Agradecer a Dios por cuidarme y guiarme en todo momento, a mis padre Francisco Duran Estela que desde el cielo siempre me guía por los buenos caminos, a mi madre Aida espíritu Rueda, por estar a mi lado y brindarme su apoyo incondicional por darme el ánimo para poder seguir con mi profesión.

“A mis hermanos Alan duran Espíritu, Julio Cesar Duran espíritu y Erineo Duran Espíritu gracias a todos ustedes por sus apoyos incondicionales hermanos queridos, agradecer mis colegas y a todos los Ingenieros de la universidad Nacional Hermilio Valdizan por brindar sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de muchas personas agradezco a Dios, por concederme la salud y bienestar, y por haberme permitido llegar hasta donde ahora me encuentro.

A mis padres y mis hermanos por haberme dado la oportunidad de estudiar y por brindarme su cariño, amor, valores y consejos, quienes han sido mi soporte y sin ellos no hubiera podido salir adelante durante mi carrera profesional.

A mis docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan quienes me guiaron en mi formación Profesional.

A mi asesora Mg. Dalila Illatopa Espinoza por su apoyo indispensable en la ejecución de mi proyecto

**EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*), EN CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DE PANAÓ, 2019.**

**RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*), se realizó el estudio en las condiciones agroecológicas de Panao. El trabajo se instaló en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) constituido por 3 bloques y 4 tratamientos (T1: testigo, T2: Gallinaza, T3: Compost y T4: Gallinaza + Compost). Los datos registrados comprendieron en seis componentes del rendimiento: altura de planta número de mazorcas/ANE, número de hilera/mazorca, número de granos/hilera, longitud de mazorcas, diámetro de mazorcas, peso de mazorcas/ANE, peso de 100 granos y peso de granos/ANE. Los resultados fueron que el efecto de la gallinaza, el compost y la gallinaza + compost obtuvieron comportamientos semejantes con el testigo en nueve componentes excepto en el peso de mazorcas/ANE donde solo en los tratamientos T2, T3 y T4, y al estimar el rendimiento de estos tres tratamientos se obtuvieron 15,41, 15,34 y 15,08 t/ha respectivamente, siendo estos valores superiores a otros estudios realizados.

Palabras clave: Gallinaza, compost, peso, mazorca.

**EFFECT OF THE FERTILIZERS ORGANIC IN YIELD OF THE CROP OF  
PURPLE (*Zea mays* L.) BLACK VARIETY TOMASA IN  
AGROECOLOGICAL CONDITIONS OF PANAÑO, 2019**

**ABSTRACT**

With objective to assess the effect of organic fertilizers on the yield of purple (*Zea mays* L.), the study was conducted in agroecological conditions of Panaño. The work was installed in a complete block design to the random (DBCA) consists of 3 blocks and 4 treatments (T1: witness, T2: manure, T3: Compost and T4: chicken manure + Compost). Data recorded included in six performance components: plant height weight number of cobs/ANE, row/cob, number of grains/row, ear length, diameter of cobs, cobs/ANE, 100-grain weight and grain weight / ANE. The results were that the effect of manure, compost and manure + compost obtained similar behaviors with the witness in nine components except for the weight of cobs/ANE where only in T2, T3 and T4 treatments, and to estimate the performance of These three treatments were obtained 15,41, 15,34 and 15,08 t / has respectively, being these values higher than other studies.

**Key words:** compost, chicken manure, cob, weight.

## INDICE

|  | <b>Pag</b> |
|--|------------|
| <b>DEDICATORIA</b>   | I          |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>  | li         |
| <b>RESUMEN</b>   | lii        |
| <b>ABSTRACT</b>  | lv         |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>  | V          |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b>   | Vii        |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>   | Viii       |
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>   | 1          |
| <b>II. MARCO TEÓRICO</b>   | <b>3</b>   |
| 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA  | 3          |
| 2.2. ANTECEDENTES  | 11         |
| 2.3. HIPÓTESIS   | 16         |
| 2.3.1. Hipótesis general   | 16         |
| 2.3.2. Hipótesis específicos   | 16         |
| 2.4. VARIABLES   | 16         |
| <b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>   | <b>18</b>  |
| 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN  | 18         |
| 3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN   | 18         |
| 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS                                       | 19         |
| 3.3.1. Población   | 19         |
| 3.3.1. Muestra   | 19         |
| 3.3.1. Unidad de análisis  | 19         |
| 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO   | 19         |
| 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS   | 20         |
| 3.5.1. Diseño de la investigación  | 20         |
| 3.5.2. Datos registrados   | 25         |
| 3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de<br>la información | 26         |
| 3.6. MATERIALES Y EQUIPO   | 27         |
| 3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  | 25         |
| <b>IV. RESULTADOS</b>  | <b>29</b>  |
| <b>V. DISCUSIÓN</b>  | <b>43</b>  |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>47</b>  |
| <b>RECOMENDACIONES</b>   | <b>48</b>  |
| <b>LITERATURA CITADA</b>   | <b>49</b>  |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>52</b>  |

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*), originario de América, representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial; junto con el arroz y el trigo son considerados como las tres gramíneas más cultivadas en el mundo. Originario de los valles andinos peruanos, es una mazorca de color negruzco, por el alto contenido del pigmento antocianicos (cianidina – 3 – b – glucosa) que se encuentra en mayor cantidad en la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano.

En el Perú, la producción de maíz morado durante la campaña 2009, se alcanzó a producir **alrededor** de 15 mil toneladas con un área cosechada de 3126 hectáreas, mientras que en la campaña 2010 fue aproximadamente de 11 mil toneladas, Lima, Cajamarca y Huánuco son los principales productores de este cultivo. Las variedades de maíz morado son: Morado Canteño, Morado Mejorado, Morado Caraz, Arequipeño, Cuzco Morado y Negro de Junín, estas se cultivan en las regiones alto andinas y costeñas del Perú.

El Distrito de Panao presenta condiciones favorables para el cultivo del maíz morado por las buenas condiciones agroecológicas que presenta, pero se obtienen bajos rendimientos debido a la mala selección de la semilla, labores culturales inadecuadas, baja fertilidad de los suelos, escaso contenido de materia orgánica y principalmente el desconocimiento por parte de los agricultores sobre los beneficios que trae consigo el uso de los abonos orgánicos a lo largo del desarrollo fenológico del cultivo.

Diversos estudios han reportado rendimientos en maíz morado por debajo de 10,00 t/ha (**Cantanero y Martínez, 2002**); **Fernández, 2009**; **Timoteo, 2009**; **Garay, 2013**; **Simón, 2014**), siendo la tendencia actual de la agricultura orgánica, es necesario e importante el estudio de las fuentes orgánicas como una medida urgente para disminuir el uso de fertilizantes y de esta manera conservar las características del suelo.

El presente trabajo de investigación permitió alcanzar los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de abonos orgánicos en el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) en condiciones agroecológicas de Panao, 2018.

### **Objetivos específicos**

- 1) Determinar el efecto de la gallinaza, el compost y gallinaza + compost en la altura de plantas y el número de mazorcas del cultivo de maíz morado.
- 2) Estimar el efecto de la gallinaza, el compost y gallinaza + compost en el número de hileras y granos por mazorca del cultivo de maíz morado.
- 3) Determinar efecto de la gallinaza, el compost y gallinaza + compost en la longitud y diámetro de mazorca del cultivo de maíz morado.
- 4) Estimar efecto de la gallinaza, el compost y gallinaza + compost en el peso de mazorcas y granos del cultivo de maíz morado.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Los abonos orgánicos

**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2010)** definen que son todos aquellos residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que, por proceso de descomposición y transformación, las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; necesarios para su crecimiento y desarrollo.

Otro aspecto a considerar es que su composición es muy irregular. El factor que más influye en ella es el origen del material. Asimismo, su contenido en agua es muy cambiante, variando incluso dentro de un mismo material según la época del año. En general, para determinar la cantidad de abono a utilizar se basa en el cálculo del abonado mediante tablas de composición media de abonos con un origen y unas características similares a las del material a emplear (**SAGARPA, 2010**).

**Sierra y Rojas (2012) y SAGARPA (2010)** indican los siguientes efectos de los abonos orgánicos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo:

#### **Propiedades físicas**

**Sierra y Rojas (2012) y SAGARPA (2010)** reporta los siguientes efectos sobre las propiedades físicas

- 1) El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que permite absorber con mayor facilidad los nutrientes.

- 2) Mejora la estructura y textura del suelo haciéndoles más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, disminuyendo así la erosión por efectos del agua o del viento.
- 3) Aumenta la capacidad del suelo para retener agua, debido a un aumento de la porosidad, incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración del agua del suelo.
- 4) Mejora la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste.
- 5) Incrementan la profundidad efectiva de los suelos dando lugar a un mayor desarrollo de las raíces.

### **Propiedades químicas**

**Sierra y Rojas (2012) y SAGARPA (2010)** reporta los siguientes efectos sobre las propiedades químicas

1. Incrementan la disponibilidad de elementos químicos (nutrientes) necesarios para la planta, dando lugar a la absorción de nutrientes de manera satisfactoria con el cual obtendremos mejores productos.
2. Reducen las oscilaciones del pH, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad.

### **Propiedades biológicas**

**Sierra y Rojas (2012) y SAGARPA (2010)** reporta los siguientes efectos sobre las propiedades biológicas

1. Incrementan la población de microorganismos y mayor actividad microbiana; en consecuencia, acelera la descomposición de la materia orgánica, para así favorecer la liberación de nutrientes y estén disponibles para las plantas.
- 2 Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

3. Ayuda a una correlación positiva entre el número de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo.

### 2.1.2. Descripción del compost

**Sierra y Rojas (2012)** reporta que el compost es un excelente abono orgánico de alta calidad, que resulta de la descomposición de la mezcla de restos vegetales y animales, estos materiales se deshacen o se descomponen en condiciones de buena aireación, humedad y temperatura, por la acción de los microorganismos (animalitos muy pequeños) que existen por miles en el terreno, es decir, es una transformación biológica

**Panaqué y Caleño (2002)** se obtiene al someter a la descomposición microbiana, por la oxidación, residuos de origen vegetal o animal o ambos juntos. Por lo general el **compost** es rico en materia orgánica (Humus) y contiene cantidades apreciables de elementos minerales (N, P, K, Ca y Mg)

**Sevilla et al (2010)** menciona que posee la propiedad de mejorar la estructura del suelo favoreciendo el movimiento del agua, aire y la penetración de raíces, retiene la humedad, incrementa la retención de nutrientes liberando progresivamente nitrógeno, fósforo, potasio y elementos necesarios para el crecimiento de las plantas e incrementando y favoreciendo la actividad de los organismos del suelo.

**Tabla 1.** Composición de NPK de los principales tipos de compost por tonelada comercial

| Tipos de compost             | N (kg) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg) | K <sub>2</sub> O (kg) |
|------------------------------|--------|------------------------------------|-----------------------|
| <b>Compost</b>               | 13,9   | 6,7                                | 6,9                   |
| Compost-heno de alfalfa      | 25,0   | 50,0                               | 21,0                  |
| Compost-paja de cereales     | 5,0    | 2,0                                | 11,0                  |
| Compost-follaje de papas     | 4,0    | 1,6                                | 3,0                   |
| Compost-pulpa de café        | 17,0   | 1,8                                | 20,0                  |
| Compost-sarmientos de vid    | 5,0    | 4,0                                | 6,0                   |
| Compost-corteza de árbol     | 5,0    | 3,0                                | 2,0                   |
| Comp. follaje de leguminosas | 12,0   | 8,0                                | 16,0                  |
| Compost-mezcla de rastrojos  | 10,4   | 15,0                               | 13,0                  |

Fuente: Morales (2002)

### 2.1.3 Descripción de la gallinaza

**Brechelt (2004)** define que son excrementos sólidos y líquidos de los animales, mezclados con los residuos vegetales que se han utilizado como cama.

**MINAG (Ministerio de Agricultura) (2016)** informa que la Gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne.

**Bongcam (2003)** indica que la gallinaza es cinco veces más rica en ácido fosfórico y cal que el vacuno debido a las altas concentraciones de elementos en las raciones de alimentos que consumen y a la poca agua que consumen. Además, está constituida de celulosa, urea, ácido úrico y está unida a una gran población microbial.

**Collins et al (1999) y Williams et al (1999)** indican que la cantidad y características de la gallinaza dependen de la especie, la edad, la dieta y la salud de las aves, así como de las prácticas de gestión agrícola. Las estimaciones de heces excretadas por 1 000 aves al día (basadas en el promedio de peso diario vivo durante el ciclo de producción de las aves) se sitúan en torno a 120 kg para las gallinas ponedoras, 80 kg para los pollos de carne, entre 200 y 350 kg para los pavos (hembras en fase de crecimiento y machos pesados en fase de crecimiento, respectivamente), y 150 kg para los patos

**Collins et al (1999) y Williams et al (1999)** indican que se pueden efectuar extrapolaciones para obtener estimaciones generales sobre el número de aves de una explotación determinada. Después de la excreción, la cantidad de gallinaza que ha de manejarse depende de factores tales como el contenido de agua, si la gallinaza se almacena en un lugar donde la lluvia se acumula o si se mezcla con materiales tales como paja, virutas de madera o cáscaras de arroz, lo cual es habitual en las camas de los alojamientos de

las aves de carne. Las estimaciones de la yacija producida por 1 000 aves de carne para la venta

**Tabla 2.** Composición de NPK de los principales estiércoles por tonelada comercial

| Fuentes de estiércol | N (kg) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg) | K <sub>2</sub> O (kg) |
|----------------------|--------|------------------------------------|-----------------------|
| Estiércol de vaca    | 16,7   | 10,8                               | 5,6                   |
| Estiércol de caballo | 23,1   | 11,5                               | 13,0                  |
| Estiércol de oveja   | 38,1   | 16,3                               | 12,5                  |
| Estiércol de llama   | 39,3   | 13,2                               | 13,4                  |
| Estiércol de vicuña  | 36,2   | 20,0                               | 13,1                  |
| Estiércol de cerdo   | 37,3   | 45,2                               | 28,9                  |
| Estiércol de gallina | 61,1   | 52,1                               | 32,0                  |

Fuente: Morales (2002)

#### 2.1.4 Generalidades del maíz (*Zea mays* L.)

##### Origen

Los colorantes naturales presentan demanda considerable en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica para reemplazar a los colorantes sintéticos, debido a su naturaleza química, inocuidad y funcionalidad. Entre estos colorantes naturales se encuentran las antocianinas que se distribuyen ampliamente en el reino vegetal y están presentes en raíces, tallos, hojas, flores y frutos de las plantas superiores. (Gorriti *et al.*, 2009)

##### Clasificación taxonómica

Reyes (2002) señala que la clasificación taxonómica del maíz morado se muestra en el siguiente esquema:

Reino..... Vegetal  
 División.....Fanerógama.  
 Clase.....Monocotiledónea.  
 Orden.....Glumiforas  
 Familia.....Poaceas

Género.....*Zea*.

Especie.....*Zea mays*.

### **Importancia del maíz morado**

La importancia del maíz morado radica por estar considerada como una nueva alternativa tecnológica por poseer gran adaptabilidad al clima de la sierra media del Perú, asimismo, presenta un alto contenido de coloración en la coronta y los granos, denominadas antocianinas, cianidina-3- $\beta$ -glucosa, el cual es un importante antioxidante **(Manrique, 1998)**

**Ekovida (2016)** reporta que recientes estudios clínicos en Japón han demostrado que entre otras maravillas, el maíz morado (*Zea mays* L.) podría ser un gran aliado en la lucha contra la diabetes y la obesidad. El año 2011 un equipo de investigación de la universidad japonesa Doshisha, Kyoto, vio la luz al comprobar que el extracto de maíz morado incrementa la actividad de un gen que regula la función de las células grasas. La obesidad y diabetes son los grandes males de este nuevo siglo, y las propiedades del maíz morado abren entonces nuevas esperanzas en su prevención.

### **Características botánicas**

**Risco (2007)** menciona las características botánicas del maíz morado:

- a) Raíz: adventicias que nacen del tallo.
- b) Tallo: erguido y macizo; una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas, que tienen hueco.
- c) Hoja: alternas, largas y estrecha.
- d) Inflorescencia: la inflorescencia masculina es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca. La mazorca crece envuelta en unas hojas modificadas, o brácteas.
- e) Fruto: una cariósida, redondeado, morado situado en hileras a lo largo de toda la mazorca.

## **Exigencias edafoclimáticas del maíz**

### **Clima**

El maíz morado es un cereal ampliamente distribuido en el país; por la diversidad de variedades se adapta a diversas condiciones ecológicas, tanto a climas de costa como de sierra desde el nivel del mar hasta los 4000 m, siendo la temperatura óptima de 15 a 28 °C. En dichas regiones naturales ejerce una notable producción del cultivo **(Risco, 2007)**

**Mendoza (1989)** indica que el clima del valle de Huánuco por sus buenas condiciones se considera neutro, posibilita la adaptación de una serie de cultivos, como en este caso, del maíz morado.

El maíz morado se desarrolla en altitudes entre 1000 y 2900 msnm. Contribuyen a una óptima producción de maíz morado, sin embargo, se puede producir también a 3000 msnm. La variedad más comercial es el maíz morado Canteño porque se desarrolla bien de 1800 a 2500 m.s.n.m. **(Mendoza, 1997)**

### **Suelo**

La humedad en el suelo para el cultivo de maíz morado es uno de los factores de mayor importancia que limitan los rendimientos y reduce la acumulación de pigmentos su exigencia se presenta durante la etapa de floración y el periodo de formación de mazorca **(Mendoza, 1997)**

El maíz se adapta a diferentes tipos de suelo, sin embargo, se desarrolla mejor en suelos sueltos y profundos de textura mediana (franca a franco arcilloso), con alto contenido de materia orgánica (2,5 a 4%), que muestren buena capacidad de retención del agua y con un buen drenaje, ya que son adversos a la acumulación de pigmentos en la mazorca. El rango óptimo de pH es 5 a 8 **(Mendoza, 1997)**.

### **Requerimiento nutricional**

**Risco (2007)** sostiene que el incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de

fertilizantes a aplicar depende principalmente de la densidad de siembra, del tipo de suelo y de su fertilidad. El cultivo de maíz morado tiene requerimientos altos de potasio, nitrógeno, magnesio y calcio, entre otros nutrientes, cuyas dosis por período del cultivo.

### **Nitrógeno**

**Briceño (2012) cita a Gamboa (1999)** donde indica que la tasa de acumulación de nitrógeno aumenta su absorción desde la emergencia y llega su máximo en el periodo de floración es máxima en el periodo que comprende entre los estadios V5-V6 y entre 15-20 días siguientes a la floración masculina donde extrae casi el 60 % de nitrógeno.

**Melgar y Torres (1998)** indican que el maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 t/ha de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N/ha absorbidos por el cultivo.

### **Fósforo**

**Loneragan (1997)** indica los procesos que controlan la absorción de nutrientes por el cultivo son complejos. Entre ellos se incluyen no solamente los mecanismos de absorción por las raíces, sino también la dinámica del nutriente en el suelo y las interacciones entre el crecimiento de las raíces con el comportamiento físico-químico de los suelos

**García et al (1997).** Diferentes estudios permitieron determinar umbrales críticos de P por debajo de los cuales las respuestas a la fertilización son significativas. Por ejemplo, estudios realizados en el área de Balcarce muestran que suelos con niveles de P (Bray Kurz 1) menores a 15 ppm las respuestas medias en secano serían de 800 kg/ha, con aplicaciones de 46 a 55 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (100-120 kg/ha de fosfato diamónico o superfosfato triple). En cultivos bajo riego, también el área de Balcarce, se observaron respuestas significativas al agregado de P aún con niveles de P entre 18 y 20 ppm

**Enci (1999)** indican que el pH es un factor que impacta considerablemente sobre la disponibilidad de fósforo. La mayor disponibilidad ocurre con pH entre 5,5 y 6,5, mientras que valores fuera de este rango su concertación en la solución del suelo se reduce significativamente. Por ende, la necesidad de disponibilidad del fósforo durante los estadios iniciales determina que el momento de aplicación de los fertilizantes fosfatados deba ser junto con la siembra, aplicándolo en bandas, y preferentemente por debajo y al costado de la línea de siembra.

**Briceño (2012) cita a Gamboa (1998)** refiere que cuando se empieza a formar el grano, se ha alcanzado el máximo contenido de fósforo en las hojas y tallo, simultáneamente a partir de ese momento se inicia la migración hacia el grano.

### **Potasio**

**Enci (1999)** indican que el potasio es un elemento que mejora la calidad en muchos aspectos la calidad del maíz, asegurando los efectos positivos del nitrógeno y fósforo, en el aumento del porcentaje de proteínas en los granos, mayor contenido de aceite y vitamina C, mejora el color y sabor de las frutas, aumento en el tamaño de frutos y tubérculos.

## **2.2. ANTECEDENTES**

**Álvarez et al (2010)** realizaron el estudio de la evaluación de tres abonos orgánicos con dos niveles de fertilización inorgánica. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos (sin abono o testigo, composta, bocashi y humus de lombriz; dosis, 6 t ha<sup>-1</sup>). El tamaño de la unidad experimental fue 6 m por 12 m. utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar. En el crecimiento vegetativo la fosfatasa alcalina fue 74,5% más alta con humus de lombriz, mientras que la fosfatasa ácida fue 41,9% más alta con composta, ambas en relación al testigo.

En la floración disminuyó 46.2% la actividad ureasa con la dosis alta de fertilización. El porcentaje de colonización micorrízica fue 1,3 veces más alto con bocashi que sin abono. El rendimiento de grano varió de 2152 a 3616 kg ha<sup>-1</sup>; el valor más bajo fue para la dosis baja de fertilización sin abono y el más alto para la dosis alta de fertilización con humus de lombriz. Con dosis baja de fertilización el rendimiento aumentó 3,8, 12,7 y 11,5% con composta, bocashi y humus de lombriz, mientras que, con dosis alta de fertilización, el incremento fue 17,7, 21,9 y 30,5%.

**Cantanero y Martínez (2002)** realizaron el estudio de la Evaluación de tres tipos de fertilizantes en el cultivo de maíz morado; El propósito del experimento fue la evaluación del cultivo de maíz morado ante la aplicación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol de vacuno) y un fertilizante mineral de la formula (18 – 46 – 0). Las dosis utilizadas fueron calculadas a partir de los requerimientos del cultivo y apoyadas en un análisis de suelo realizado previo a la siembra, de tales resultados se aplicaron las dosis de 2 772,84 y 1 386,42 kg/ha de gallinaza 2 303,59 y 1 151,79 kg/ha de estiércol y para el fertilizante Mineral las dosis de 249,56 y 124,78 kg/ha respectivamente. Las parcelas experimentales tuvieron un tamaño de 20 m<sup>2</sup>. La variedad evaluada fue la variedad NB-6; se usó un arreglo unifactorial con un diseño de bloque completos al azar (B.C.A), con siete tratamientos y cuatro repeticiones.

Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, Número de hojas, Diámetro de tallo, la altura de hoja bandera, altura de inserción de la mazorca, largo de la mazorca, número de granos por hilera y el diámetro la mazorca. A los datos obtenidos se le realizó un análisis de varianza utilizando el comparador de Tukey al 95%de confiabilidad. Los mejores resultados en cuanto al rendimiento agrícola, así como la mayor tasa de retorno marginal, se obtuvieron con la aplicación de 2 772,84 kg/ha de gallinaza obteniéndose un rendimiento de 5 848,86 kg/ha y una tasa de retorno marginal de 66,2%.

**Fernández (2013)** realizó el estudio de efecto de tres fuentes y tres dosis de materia orgánica en el rendimiento Fuentes de materia orgánica

(Humus de lombriz, Estiércol de ganado vacuno, Gallinaza) y B. Dosis: (5, 10 y 20 tm/ha), con la combinación de los dos factores se formaron 9 más 2 testigos, dando 11 tratamientos, se usó la variedad de maíz morado, PMV 581, una población heterogénea y heterocigoto, proveniente del Programa de Maíz- UNA-La Molina, en el presente trabajo se empleó el Diseño Experimental de Parcelas Subdivididas con 4 repeticiones. Se encontró que el tratamiento más rendidor fue gallinaza-15 tm/ha que alcanzó el mayor rendimiento en mazorca, con 9,819 tm/ha, siendo superior en 14,22% respecto al testigo absoluto y 5% respecto al testigo químico (150N-P80-K40), seguido del estiércol de vacuno con las dosis de 15 y 10 tm/ha, con rendimientos de 9,816 y 9,778 tm/ha.

Para los efectos principales destaca el estiércol vacuno, con un rendimiento promedio de 9,614 tm/ha, teniendo valores comparables con el humus de lombriz, testigo químico y gallinaza con 9,470, 9,363 y 9,331 tm/ha, respectivamente, mientras que el testigo sin fertilizar, quedó rezagado al último lugar con solo 8,596 tm/ha. Las mejores dosis fueron 15 y 10 tm/ha, con 9,749 y 9,554 tm/ha, correspondientemente. Para rendimiento en grano, se tuvo un comportamiento semejante. Los componentes de rendimiento fueron: diámetro de mazorca, peso de mazorca y prolificidad, con un coeficiente de determinación de  $r^2=99,9$ . El mejor beneficio económico se obtuvo con estiércol de vacuno con 10,5 tm/ha, con un beneficio de 1882 dólares, y una rentabilidad de 2,59. Para gallinaza el óptimo agrícola se obtuvo con 14,5 tm/ha, con una rentabilidad de 2,62. Mientras que, para el humus de lombriz,

**Roque (2013)** realizó estudios en el efecto abonos orgánicos en el cultivo de maíz morado variedad mejorada PMV-581, para evaluar el efecto que causa en la fenología del maíz, con los siguientes tratamientos C1 (Guano de isla), C2 (Compost + Guano), C3 (compost) y C4 (testigo) todos los resultados de análisis de varianza evaluados con la prueba de significación Duncan. Confirmando que el tratamiento C3 en el tamaño de mazorca esta con 16,63 superando al testigo C4 quien ocupo el último lugar con 15,12 cm.

Obteniendo significativamente el mayor diámetro de mazorca se obtuvo en los tratamientos C3 con 5,03 cm superando al testigo quien ocupó el último lugar con 4,16, el mayor peso de mazorcas por área neta experimental se obtuvo con el tratamiento C3 con 4,37 kilos superando al testigo quien ocupó el último lugar con 3,825.

**Timoteo (2009)** evaluó el rendimiento en dos cultivares de maíz morado, con tres dosis de abono orgánico. Con 2 tratamientos y 3 repeticiones y tres tipos de dosis con la prueba de Duncan, en los tratamientos no existen diferencia estadísticas significativa de las cuales se evaluando así la altura de planta a la madurez al nivel de 5 a 10 % estadísticamente siendo iguales, el cultivo Omaz (c2) obtuvo un promedio de 2,01 seguido con el cultivar Huacan (C2) de 2,00 m.

Los promedios guano de isla para la altura de planta, el tratamiento D3 estadísticamente difiere de los demás tratamientos del orden de mérito D1 y D2 a nivel de 5 %, pero al nivel de 1 % los tratamientos D3 y D1, estadísticamente son iguales. El mayor promedio obtuvo la dosis D3 con 2,02 m. en la interacción (cultivar por dosis de guano de isla) a nivel de 5 % los tratamientos c1d3, c2d1, difieren estadísticamente de los demás tratamientos

La interacción C1D3, quien reporta el mayor promedio con 2,04 m comparados con CIDI con 1,97 m. los cultivares respecto a la altura e inserción e mazorca de nivel de 5 % difieren estadísticamente, pero al nivel del 1 % estadísticamente son iguales el cultivar omaz (C1) obtuvo 0,94 cm, seguido por el cultivar Huacan (C2) con 0,89 m. la dosis de guano de isla respecto a la altura inserción de mazorca indican que la D1, D2, D3, no existen diferencias estadísticas significación al nivel 5 y 1 %, la dosis D1 alcanzo 0,92 m. seguido D2 que es 0,998,44 kg/ha. En el tamaño de mazorca en longitud en cm, los cultivares difieren estadísticamente a nivel de 5 %, pero al nivel de 1 %, estadísticamente son iguales,

El cultivar Omaz (C1), obtuvo 15,32 cm, seguido por el cultivar huacan C2 con 14,71 cm. tamaño de mazorca en diámetro, para cultivares en

diámetro de mazorca en cm, difieren al nivel de 5 %, pero al nivel de 1 % superando al cultivar huacan (C2) con 4.82 cm. número de hileras por mazorca al nivel de 5 y 1 % son estadísticos, son iguales, el peso de granos kg/ha con 14 % humedad, estadísticamente difieren al nivel de 5 y 1%, el cultivar Omaz (C1) alcanza por un promedio de 8,330.63 kg/ha, seguido por el cultivar Huacan (C2) con 8,138.67 kg/ha, de peso de granos secos.

**Garay (2013)** evaluó el rendimiento y el contenido de antocianinas totales en los cultivares de maíz morado PMV – 581 y Maíz Morado Mejorado (MMM). Los resultados de los componentes de rendimiento: el cultivar PMV – 581 obtuvo 1,57 mazorcas/planta; 18,72 kg/ANE a la cosecha; 12,08 kg mazorcas/ANE y de 9 515,625 kg/ha; y el cultivar MMM alcanzó 1,46 mazorcas/planta; 16,55 kg/ANE a la cosecha; 11,63 kg mazorcas/ANE y de 9 320,312 kg/ha. Además, menciona que el contenido de antocianinas totales en coronta y granos en el cultivar PMV – 581 fue de 1 195,2 y de 443,5 mg/L; asimismo con el Cultivar MMM obtuvo de 1 149,8 y 367,8 mg/L en coronta y grano.

**Simón (2014)** investigó el efecto del nivel bajo, medio y alto de potasio, magnesio y azufre en el contenido de antocianina en grano, coronta y rendimiento de maíz morado PMV – 581, donde la dosis 140 – 100 – 102 + 44Mg – 36S correspondiente al tratamiento T3 fue el que alcanzó el mayor contenido de antocianinas en coronta y grano con 1 122,17 y 92,40 mg/l respectivamente; asimismo en el rendimiento de antocianina en coronta y grano con 41,11 y 18,28 kg/ha respectivamente. Igualmente, en los componentes de rendimiento fue el que obtuvo los máximos valores: número mazorcas fue de 22,00 / ANE; en granos/hileras 27,28 granos y en el de hileras/mazorca 11,00 hileras. En cuanto a la longitud y diámetro de mazorcas fue de 17,19 cm y 4,80 cm respectivamente. En el peso de mazorcas de 4,50 kg/ANE y de 5 859,38 kg/ha.

### 2.3. HIPÓTESIS

#### Hipótesis general

Si incorporamos abonos orgánicos al cultivo de maíz (*Zea mays L.*) entonces tendremos efectos significativos en el rendimiento del cultivo de maíz.

### **Hipótesis específicas**

- 1) Si incorporamos al suelo la gallinaza, el compost y gallinaza + compost entonces se tendrá efecto significativo en la altura de planta y el número de mazorcas del cultivo de maíz morado.
- 2) Si incorporamos al suelo la gallinaza, el compost y gallinaza + compost entonces se tendrá efecto significativo en el número de hileras y granos por mazorca del cultivo de maíz morado.
- 3) Si incorporamos al suelo la gallinaza, el compost y gallinaza + compost entonces se tendrá efecto significativo en la longitud y diámetro de mazorca del cultivo de maíz morado.
- 4) Si incorporamos al suelo la gallinaza, el compost y gallinaza + compost entonces se tendrá efecto significativo en el peso de mazorcas y granos en el cultivo de maíz morado.

## **2.4. VARIABLES**

### **Variable independiente**

Abonos orgánicos

### **Variable dependiente**

Rendimiento

### **Variable interviniente**

Condiciones edafoclimaticas

### **2.4.1. Operacionalización de variables**

| DIMENSIONES | INDICADORES |
|-------------|-------------|
|-------------|-------------|

|  |                                    |                                 |                    |
|--|------------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| <b>V<br/>A<br/>R<br/>I<br/>A<br/>B<br/>L<br/>E<br/>S</b> | <b>Independiente:</b>              |                                 |                    |
|  | Abonos orgánicos                   | Gallinaza                       | 3 t/ha             |
|  |                                    | Compost                         | 3 t/ha             |
|  |                                    | Gallinaza + Compost             | 1,5 + 1,5 t/ha     |
|  | <b>Dependiente:</b><br>Rendimiento | Altura de planta                |                    |
|  |                                    | Número de mazorcas              | Por ANE            |
|  |                                    | Número de granos                | Por mazorca        |
|  |                                    | Longitud y diámetro de mazorcas | por ANE y hectárea |
|  |                                    | Peso de mazorcas                | Peso de 100 granos |
|  |                                    | Peso de granos                  |                    |
| <b>Interviniente:</b>                                    |                                    |                                 |                    |
| Condiciones agroecológicas                               | Caserío de Purupampa               | Clima<br>Suelo                  |                    |

**Tabla 3.** Operacionalización de las variables en estudio.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el caserío de Purupampa, ubicada en el margen izquierda de la carretera Panao - Chaglla.

### **Ubicación política**

|              |             |
|--------------|-------------|
| Departamento | : Huánuco   |
| Provincia    | : Pachitea  |
| Distrito     | : Panao     |
| Lugar        | : Purupampa |

### **Posición geográfica**

|                |              |
|----------------|--------------|
| Latitud Sur    | : 09°53´ 48” |
| Longitud Oeste | : 75°59´ 41” |
| Altitud        | : 2550 msnm  |

### **3.1.2 Condiciones agroecológicas**

Según el Mapa Ecológico actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el área donde se realizó el experimento posee una zona de vida monte espinoso – Pre montano Tropical con una temperatura media anual entre 15,3 y 19,5 °C; evapotranspiración anual entre 2 a 4 mm; el promedio de precipitación anual es de 250 a 500 mm; humedad relativa fluctúa de 60 a 70%. El clima es templado cálido. Las condiciones del suelo se observan en el Anexo 8

### **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es **aplicada**, porque se basó en los principios de la ciencia para evaluar el efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del maíz morado considerando las condiciones agroecológicas del lugar, con la finalidad de mejorar el rendimiento del maíz morado de los agricultores dedicados a la producción de este cultivo.

El nivel es **experimental**, porque se manipuló la variable independiente (abonos orgánicos) se midió el efecto de las variables dependiente (rendimiento), la cual se comparó con un testigo.

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

#### Población

Constituida por 2520 plantas de maíz morado por experimento y 210 plantas por área neta experimental.

#### Muestra

Constituida por 210 plantas de maíz de las áreas netas experimentales y cada área neta experimental con 66 plantas. El tipo de muestreo usado es Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las plantas de maíz morado tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

#### Unidad de análisis

Conformada por la parcela experimental, el cual tuvo un total 12 parcelas o unidades experimentales.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudiará el efecto de los abonos orgánicos en el desarrollo vegetativo y en el rendimiento del cultivo de maíz morado que estará constituido por 4 tratamientos incluyendo al testigo.

**Tabla 4.** Factor y tratamientos de estudio

| FACTOR           | CLAVE | TRATAMIENTOS        | DOSIS<br>(t/ha) | NPK (kg/ha) |       |        |
|------------------|-------|---------------------|-----------------|-------------|-------|--------|
|                  |       |                     |                 | N           | P     | K      |
|                  | T1    | Testigo             | 0               | 0           | 0     | 0      |
| Abonos orgánicos | T2    | Gallinaza           | 3               | 48,90       | 22,20 | 135,00 |
|                  | T3    | Compost             | 3               | 30,30       | 16,50 | 118,80 |
|                  | T4    | Gallinaza + Compost | 1,5 + 1,5       | 32,40       | 83,40 | 119,40 |

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es experimental en su forma de Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA); que estuvo constituido de 3 bloques y 4 tratamientos haciendo un total de 12 unidades experimentales.

El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

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

**Donde:**

|          |   |                                       |
|----------|---|---------------------------------------|
| $Y_{ij}$ | = | Observación de la unidad experimental |
| $U$      | = | Media general                         |
| $T_i$    | = | efecto del $i$ – ésimo tratamiento    |
| $B_j$    | = | Efecto del $j$ – ésimo repetición     |
| $E_{ij}$ | = | Error aleatorio                       |

Para la prueba de hipótesis se usará la técnica estadística de Análisis de Varianza o prueba de F (ANDEVA), al nivel de significación de 1 % y 5 % de las fuentes de variabilidad bloques y tratamientos. Para la prueba de comparación de medias se utilizará la Prueba de Duncan al nivel de significación de 1% y 5% para determinar las diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 5.** Esquema de Análisis de Variancia para el Diseño (DBCA)

| <b>Fuente de Variación (F.V.)</b>          | <b>Grados de Libertad (gl)</b> |
|--|--------------------------------|
| Bloques ( $r - 1$ )                        | <b>2</b>                       |
| Tratamientos ( $t - 1$ )                   | <b>3</b>                       |
| Error experimental ( $r - 1$ ) ( $t - 1$ ) | <b>6</b>                       |
| <b>TOTAL (<math>r t - 1</math>)</b>        | <b>11</b>                      |

## Características del campo experimental

### Campo experimental

|  |                      |
|--|----------------------|
| Largo del campo                            | 28, m <sup>2</sup>   |
| Ancho del campo                            | 20,0 m <sup>2</sup>  |
| Área total del Campo Experimental (28x 20) | 560,0 m <sup>2</sup> |
| Área Experimental (6.00x 5.60x12)          | 403,2 m <sup>2</sup> |
| Área de Camino (638-432)                   | 202,0 m <sup>2</sup> |
| Área neta Experimental (4.40 x 3.24 x 12)  | 164,8m <sup>2</sup>  |

### Bloques

|   |                      |
|---|----------------------|
| Nº de bloques                           | 3                    |
| Largo de bloque                         | 28                   |
| Ancho de bloque                         | 20.0 m <sup>2</sup>  |
| Área experimental por bloques (28x5,60) | 156,8 m <sup>2</sup> |

### Parcelas experimentales

|  |                     |
|--|---------------------|
| Longitud   | 6,0 m <sup>2</sup>  |
| Ancho  | 5,60 m <sup>2</sup> |
| Área Experimental (6.00x5.60)                    | 33,36m <sup>2</sup> |
| Área neta Experimental por parcela (3.24 x 4.40) | 14,2m <sup>2</sup>  |

### Surcos

|  |        |
|--|--------|
| Número de surcos por parcela             | 7      |
| Distanciamiento entre surcos             | 0,80 m |
| Distanciamiento entre golpes             | 0,40 m |
| Número de golpes por unidad experimental | 15     |
| Número de golpes por surco               | 15     |
| Número de semillas por golpe             | 33     |

Figura 01. croquis de campo experimental

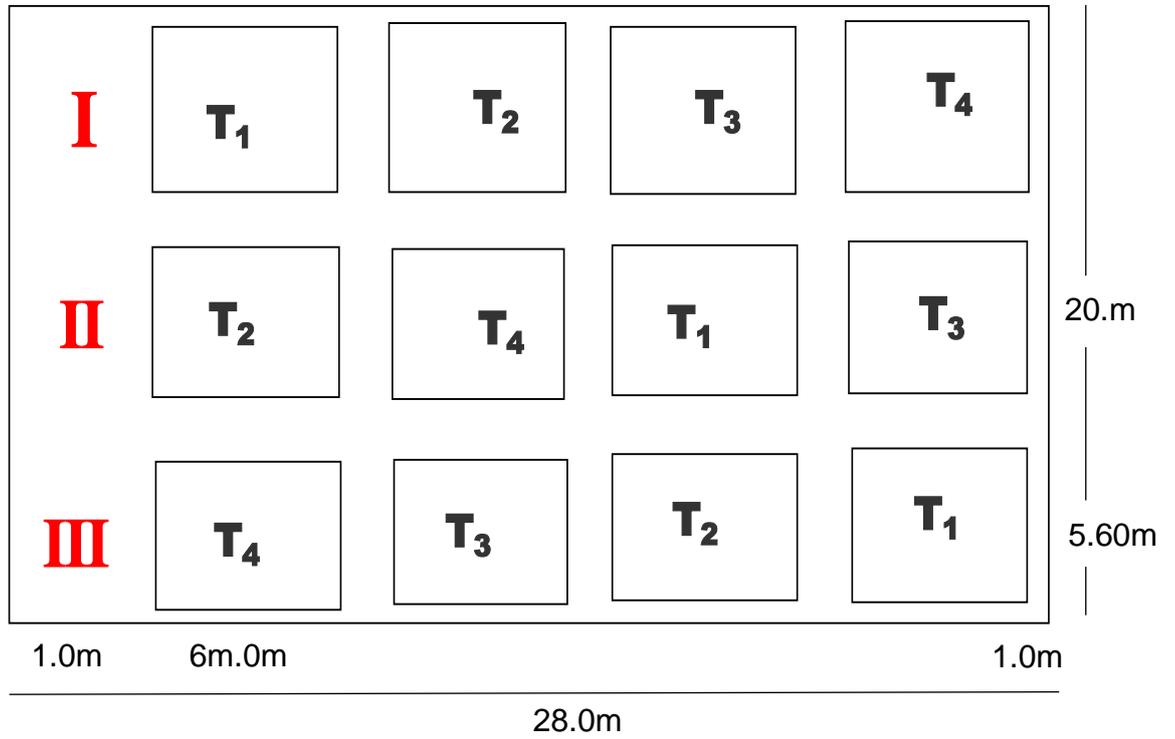


figura 02 croquis de la parcela experimental



| LEYENDA                                 |       |
|---|-------|
| Delimitación de la parcela experimental | ----- |
| Plantas experimentales                  | O O O |
| Plantas de borde                        | X X X |

### **3.5.2. Datos registrados**

#### **Altura de planta**

Para realizar la evaluación se tomaron 10 plantas del área neta experimental en cada una de las parcelas, Luego fueron medidas desde el cuello de la planta hasta la base de la última hoja bandera, con la ayuda de una regla graduada.

#### **Número de mazorcas por área neta experimental (ANE)**

Este indicador se obtuvo al contabilizar todas las mazorcas cosechadas pertenecientes al área neta experimental (ANE).

#### **Número de hileras por mazorca**

Este componente se registró paralelamente a la medición del diámetro de las 10 mazorcas de cada tratamiento, para realizar el conteo de las hileras de una mazorca, para ello se marcó con un plumón indeleble la hilera de inicio.

#### **Número de granos por hilera**

La actividad consistió en contar el número de granos por hilera de las 10 mazorcas, para facilitar el conteo se marcó con un plumón indeleble los granos correspondientes a la hilera. Esta actividad se llevó a cabo junto con la toma de datos del número de hileras de las 10 mazorcas de cada tratamiento.

#### **Longitud y diámetro de mazorca**

Se tomaron 10 mazorcas al azar de cada unidad experimental y de cada tratamiento, de las cuales se midió la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, con la ayuda de una regla graduada. La evaluación del diámetro de mazorcas se realizó simultáneamente a la toma de longitud de las 10 mazorcas de cada tratamiento, procediéndose a medir el diámetro a un 1/3 de la base de la mazorca con la ayuda de un vernier.

### **Peso de mazorcas**

Las mazorcas cosechadas del área neta experimental se agruparon por tratamiento y se pesaron en una balanza de 50 kilos de capacidad, luego se sumaron y promediaron los resultados que se expresaran en kilogramos. Con este dato, se estimó a hectárea mediante una regla de tres simple, para expresar el resultado en toneladas por hectárea.

### **Peso de granos**

Para el peso de granos las mazorcas del área neta experimental se desgranaron y se seleccionaron 100 granos y pesó en una balanza para registrar e peso de 100 granos. Una vez desgranados las mazorcas, se pesaron los granos en una balanza para obtener el peso de granos por ANE, y con estos datos se estimó el rendimiento de granos por hectárea.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.**

#### **a) Técnicas de recolección de información**

**Análisis de contenido:** Consistió en el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficas leídos.

**Fichaje:** permitió obtener la información bibliográfica para elaborar el marco teórico de las diferentes referencias consultadas.

**Observación:** permitió obtener información sobre las observaciones que se realizaran directamente del campo del cultivo de maíz.

#### **b) Instrumentos de recolección de la información**

**Fichas:** se empleó para registrar la información producto del análisis de los documentos en estudio. Estas fueron de: Registro o

localización (fichas bibliográficas y hemerográficas) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción y resumen).

**Libreta de campo:** se usó para registrar las observaciones realizadas sobre la variable dependiente.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **Material**

- Semillas de maíz morado variedad Negra Tomasa
- Abonos orgánicos (compost – gallinaza)
- Pesticidas
- Cal
- Papel bond A4
- Cinta métrica (50m)
- Lápiz
- Libreta de campo
- Cordel y estacascas
- Herramientas: pala, pico y azadón

#### **Equipos**

- Cámara fotográfica
- Tractor agrícola
- Mochila de fumigar
- Balanza
- Computadora

### **3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.7.1. Labores agronómicas**

##### **Elección del terreno y toma de muestras**

El terreno elegido tuvo una adecuada pendiente para evitar efectos en la conducción del cultivo. Posteriormente se tomaron muestras de suelo para

el correspondiente análisis de fertilidad. El procedimiento consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido y con la ayuda de una pala recta se abrieron hoyos de 30 cm de profundidad en forma triangular, y se mezclaron las sub muestras de cada uno puntos de muestreo obteniendo una muestra representativa de 1 kg para llevarlas al Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para el análisis respectivo

### **Riego de machaco**

Previo a esta actividad se retiraron del campo experimental residuos de cosecha en otros, luego se dispuso a realizar un riego de machaco con la finalidad de que el suelo presente capacidad de campo.

### **Preparación del terreno**

Se realizó a tracción mecánica después del riego de machaco, para ello se realizó dos pasadas de arado de discos y una en forma cruzada. Luego se procedió a nivelar el terreno con la rastra de discos..

### **Surcado**

Una vez efectuado nivelado del suelo se procedió al surcado del terreno, considerando el distanciamiento de 0,80 m entre surcos, con esto se garantizará la incorporación del abono orgánico en el suelo

### **abonamiento**

Los abonos orgánicos se pesaron en una balanza de 10 kg de capacidad según la Tabla 6. Finalizado el surcado del terreno se efectuó la incorporación de los abonos orgánicos de manera manual a chorro continuo por parcela, luego se mezclaron el abono orgánico más el suelo con la ayuda de un pico, y finalmente se uniformizó con un rastrillo.

**Tabla 6.** Cantidad de NPK en kg/ha de los abonos orgánicos en estudio

| TRATAMIENTOS            | Comp.<br>Qca. (%)  | Dosis (kg)       |                |               |
|-------------------------|--|------------------|----------------|---------------|
|                         |  | Por<br>golpe     | Por<br>parcela | Por<br>bloque |
| T1: Testigo             | 0  | 0                | 0              | 0             |
| T2: Gallinaza           | N: 1,63<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0,74<br>K: 4,50 | 0,05             | 6              | 24            |
| T3: Compost             | N: 1,01<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0,55<br>K: 3,96 | 0,05             | 6              | 24            |
| T4: Gallinaza + Compost | N: 1,03<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 0,68<br>K: 3,98 | 0,025 +<br>0,025 | 3 + 3          | 12 + 12       |

### Siembra

Previo a la siembra se realizó un riego con la finalidad de brindar humedad al suelo para la germinación de la semilla de maíz morado. La actividad consistió en enterrar la semilla con la ayuda de un pico, al fondo del surco colocando 3 semillas de maíz morado a una profundidad de 5 cm y a un distanciamiento entre golpes de 0,40 m.

### Riego

A los 10 días después de la siembra se realizó un riego ligero, para luego efectuarse cada 15 días, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la zona. Durante el periodo de floración y panojamiento, se realizaron riegos cada cuatro días, ya que son los estados cuando la planta demanda la mayor cantidad de agua.

### Control de malezas

Se realizó en forma manual a los 13, 20, 30 y 40 días después de la siembra, con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia con las malezas en cuanto a luz agua y nutrientes.

### Desahije

A los 30 días después de la siembra se efectuó el desahije de las plantas. Esta labor consistió en la extracción manual de aquellas plantas que

presenten una altura pequeña, mal conformada y dañada, dejando las plantas más vigorosas.

### **Aporque**

Se efectuó entre los 40 días después de la siembra cuando las plantas presentaron una altura de 50 cm, con la finalidad de dar mayor estabilidad a las plantas, el cual permitió la formación de raíces adventicias, además se proporcionó mayor área radicular y el aumento de la capacidad de absorción de elementos nutritivos.

### **Control fitosanitario**

Durante el periodo vegetativo se presentó el ataque del cogollero (*Spodoptera frugiperda*), para ello se realizó 2 aplicaciones de Thiodicarb a una dosis de 40 ml / 20 L de agua.

### **Cosecha**

La cosecha se realizó cuando las plantas alcancen la madurez fisiológica, donde el grano acumula el máximo de materia seca los que se reconocen cuando presentan un aspecto ceroso y el endospermo completamente duro.

## IV. RESULTADOS

Los resultados son expresados en el análisis de los promedios y se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos se aplica la prueba de F (Fisher), donde los parámetros que son iguales se denota con (n.s.), quienes tienen significación (\*) y altamente significativos (\*\*). Para la comparación de los promedios, se aplicó la Prueba de Duncan a los niveles de 5 y 1% de margen de error.

Antes de realizar el análisis de varianza se procedió a corroborar el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad para las variables evaluadas, donde el p valor resultó ser mayor al 0.05 de margen de error en la prueba de normalidad (Shapiro Wilks modificado) y en la prueba de Levene (homocedasticidad), tal como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Supuestos del análisis de varianza en las variables evaluadas.

| Variables                   | Prueba de Normalidad (Shapiro Wilks) |         | Prueba de Levene (homocedasticidad) |         |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|                             | W                                    | p-valor | Fc                                  | p-valor |
| Altura de planta            | 0,89                                 | 0,08    | 5,34                                | 0,06    |
| Número de mazorcas por ANE  | 0,92                                 | 0,46    | 1,53                                | 0,30    |
| Número hileras por mazorca  | 0,98                                 | 0,95    | 4,10                                | 0,07    |
| Número de granos por hilera | 0,86                                 | 0,08    | 0,66                                | 0,60    |
| Longitud de mazorca         | 0,91                                 | 0,32    | 1,61                                | 0,28    |
| Diámetro de mazorca         | 0,91                                 | 0,34    | 0,20                                | 0,89    |
| Peso de mazorcas            | 0,97                                 | 0,93    | 4,24                                | 0,06    |
| Peso de 100 granos          | 0,86                                 | 0,08    | 0,25                                | 0,86    |
| Peso de granos por ANE      | 0,97                                 | 0,89    | 3,95                                | 0,07    |

#### 4.1. ALTURA DE PLANTA Y NÚMERO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL (ANE)

Los resultados se indican en el Anexo 1 y 2, donde se presentan los promedios obtenidos.

##### 4.1.1. Altura de planta

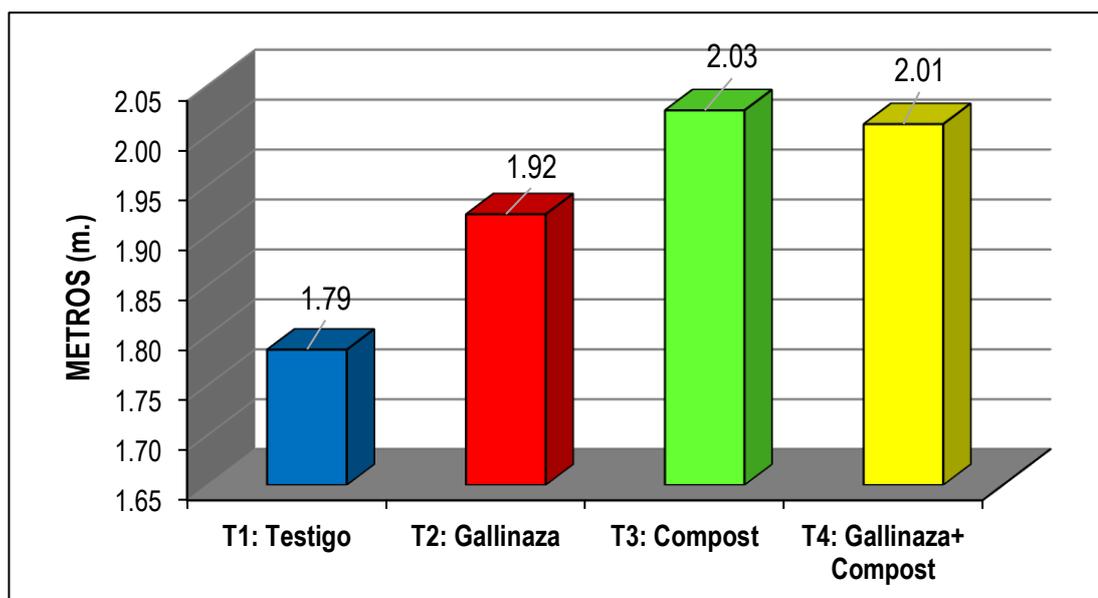
**Tabla 8.** Análisis de varianza para altura de planta expresada en centímetros

| Fuentes de Variación      | GL | SC   | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |      |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 0,04 | 0,02 | 0,82 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 0,11 | 0,04 | 1,36 <sup>n.s</sup> | 4.76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 0,16 | 0,03 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 0,31 |      |                     |      |       |

cv = 8,45%

$\bar{x}$  = 1,94 cm

El análisis de varianza de la Tabla 8, revela que no existe significación estadística al 5 y 1% de margen de error en la fuente bloques y tratamientos, es decir, los abonos orgánicos incorporados al suelo no ejercieron efecto en la altura de planta. El coeficiente de variabilidad es de 8,45%, lo que indica la confianza en la recopilación de datos. La media general es de 1,94 m.



**Figura 3.** Promedios obtenidos de altura de planta de los tratamientos

En la Figura 3 se muestran los promedios obtenidos en la altura de planta, donde aritméticamente el tratamiento T3 (Compost) obtuvo la mayor altura con 2,03 m y la menor altura obtenido por el tratamiento testigo T1 con 1,79 m.

#### 4.1.2. Número de mazorcas por ANE

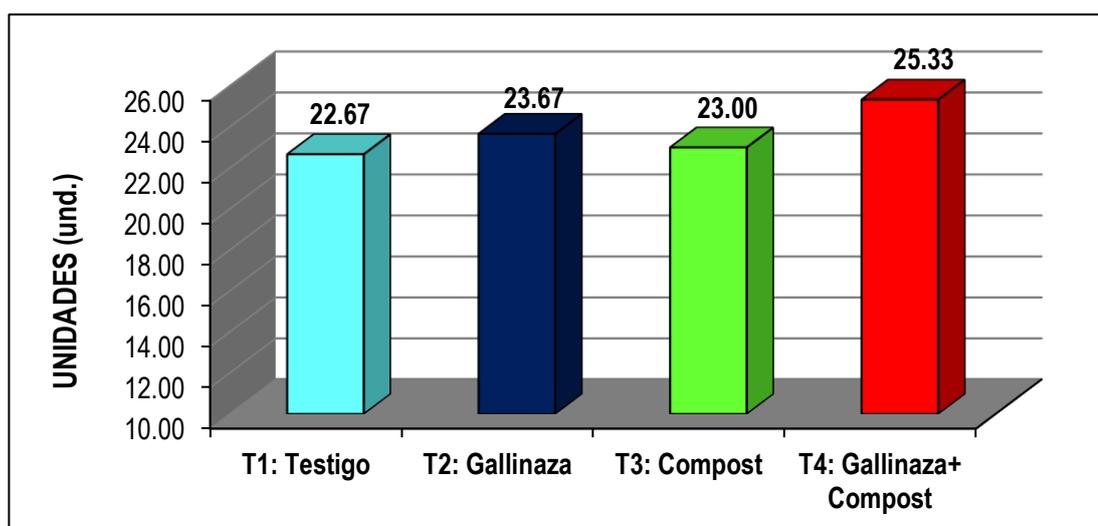
**Tabla 9.** Análisis de varianza para número de mazorcas por ANE

| Fuentes de Variación      | GL | SC    | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|-------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |       |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 10,17 | 5,08 | 0,61 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 12,67 | 4,22 | 0,51 <sup>n.s</sup> | 4.76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 49.83 | 8,31 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 72,67 |      |                     |      |       |

cv = 12,18%

$\bar{x}$  = 23,67 und.

El análisis de varianza de la Tabla 9, indica que en la fuente bloques y tratamientos no existe significación al 5 y 1% de margen de error, es decir que los abonos orgánicos incorporados no produjeron efecto en el número de mazorcas por ANE. El coeficiente de variabilidad es de 12,79%, lo que denota la confianza en el análisis estadístico. La media general es de 23,50 mazorcas.



**Figura 4.** Promedios obtenidos del número de mazorcas por ANE

En la Figura 4 se muestran los promedios obtenidos en el número de mazorcas por ANE, donde aritméticamente el tratamiento T4 (Gallinaza + Compost) obtuvo el promedio más alto con 25,33 mazorcas y el más bajo obtenido por el tratamiento testigo T1 con 22,67 mazorcas.

## 4.2. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA Y DE GRANOS POR HILERA

### 4.2.1. Número de hileras por mazorca

Los resultados se indican en el Anexo 3, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

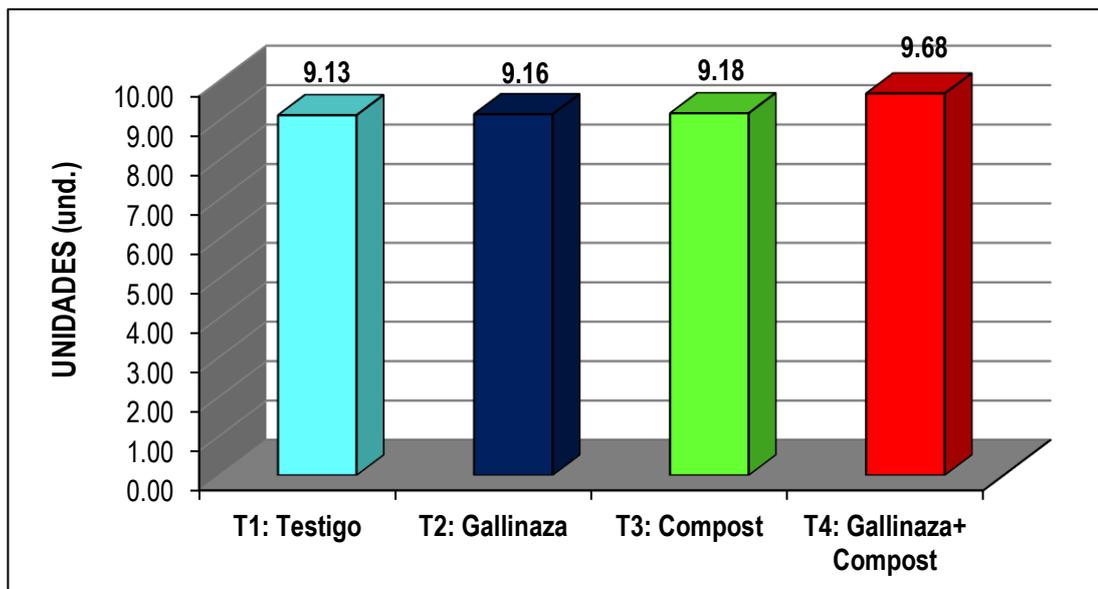
**Tabla 10.** Análisis de varianza para número de hileras por mazorca

| Fuentes de Variación | GL | SC   | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|----------------------|----|------|------|---------------------|------|-------|
|                      |    |      |      |                     | 95 % | 99 %  |
| Bloques              | 2  | 0,02 | 0,01 | 0,09 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| Tratamientos         | 3  | 0,62 | 0,21 | 1,73 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| Error experimental   | 6  | 0,72 | 0,12 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>         | 11 | 1,37 |      |                     |      |       |

cv = 3,73%

$\bar{X}$  = 9,29 und.

El análisis de varianza de la Tabla 10, indica que en la fuente bloques y tratamientos el Fc es menor al Ft, por lo que no existe significación al 5 y 1% de margen de error, es decir que los abonos orgánicos incorporados al suelo produjeron la misma respuesta en el número de hileras por mazorca. El coeficiente de variabilidad es de 3,73%, lo que denota la confianza en la recopilación de datos de campo. La media general es de 9,29 hileras.



**Figura 5.** Promedios obtenidos del número de hileras por mazorca

En la Figura 5 se observan los promedios obtenidos en el número de hileras por mazorca, donde aritméticamente el tratamiento T4 (Gallinaza + Compost) obtuvo el mayor promedio con 9,68 hileras y el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 9,13 hileras

#### 4.2.2. Número de granos por hilera

Los resultados se indican en el Anexo 4, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para número de granos por hilera

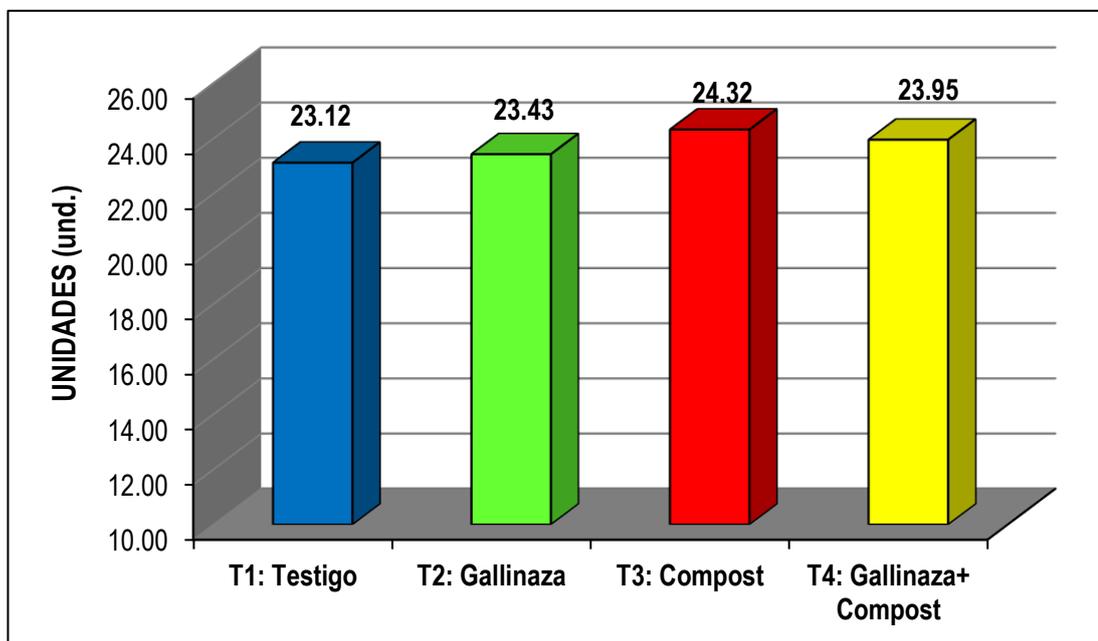
| Fuentes de Variación      | GL | SC    | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|-------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |       |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 4,46  | 2,23 | 3,40 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 2,57  | 0,86 | 1,31 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 3,94  | 0,66 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 10,98 |      |                     |      |       |

cv = 3,42%

$\bar{x}$  = 23,70 und.

El análisis de varianza de la Tabla 11, revela que en las fuentes bloques y tratamientos no existe significación estadística significativa al 5 y 1% de margen de error, en el que los abonos expresan un efecto similar para esta

variable. El coeficiente de variabilidad es de 3,42%, lo que denota la confianza en el análisis estadístico. La media general es de 23,70 granos.



**Figura 6.** Promedios obtenidos de número de granos por hilera

En la Figura 6 se muestran los promedios obtenidos en el número de hileras por mazorca, donde el tratamiento T4 (Gallinaza + Compost) obtuvo el mayor promedio con 23,95 granos y el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 23,12 granos.

### 4.3. LONGITUD Y DIÁMETRO DE MAZORCAS

#### 4.3.1. Longitud de mazorcas

Los resultados se indican en el Anexo 5, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

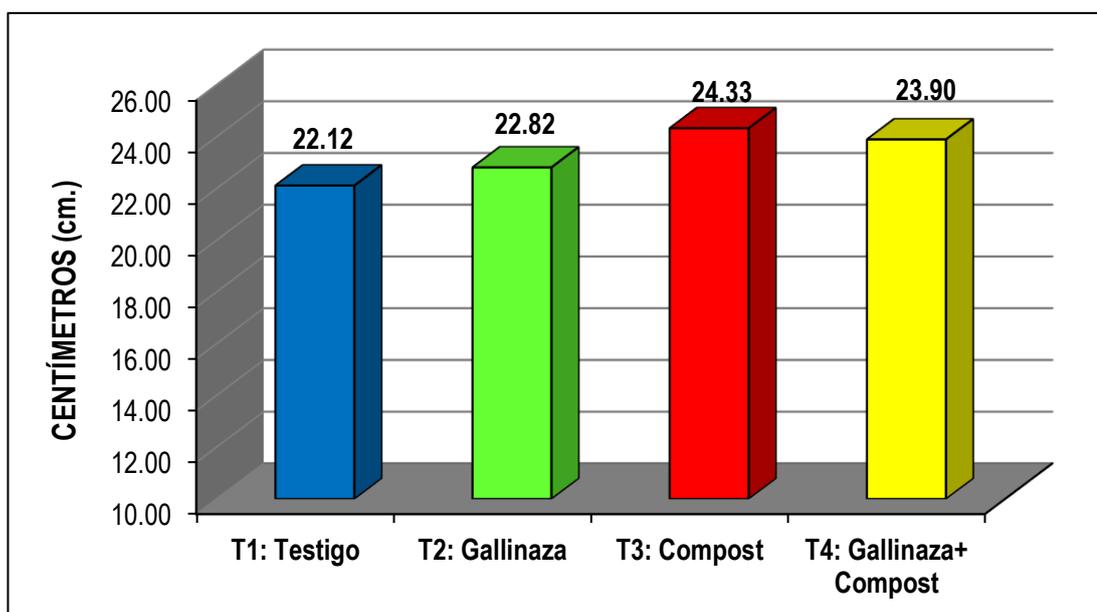
**Tabla 12.** Análisis de varianza para longitud de mazorcas

| Fuentes de Variación      | GL | SC    | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|-------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |       |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 4,41  | 2,21 | 1,31 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 9,18  | 3,06 | 1,81 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 10,16 | 1,69 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 23,77 |      |                     |      |       |

cv = 5,59%

 $\bar{X} = 23,29$  cm

El análisis de varianza de la Tabla 12, indica que en la fuente bloques y tratamientos el Fc es menor al Ft, por lo que no existe significación al 5 y 1% de margen de error, es decir que los abonos orgánicos incorporados al suelo no produjeron efectos diferentes en la variable analizada. El coeficiente de variabilidad es 5,59%, lo que denota la confianza en la recopilación de datos de campo. La media general es de 23,29 cm.

**Figura 7.** Promedios obtenidos de longitud de mazorcas.

En la Figura 7 se revelan los promedios obtenidos en la longitud de mazorcas, donde el tratamiento T4 (Gallinaza + Compost) obtuvo el mejor promedio con 23,90 cm y el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 22,12 cm.

### 4.3.2. Diámetro de mazorcas

Los resultados se indican en el Anexo 6, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

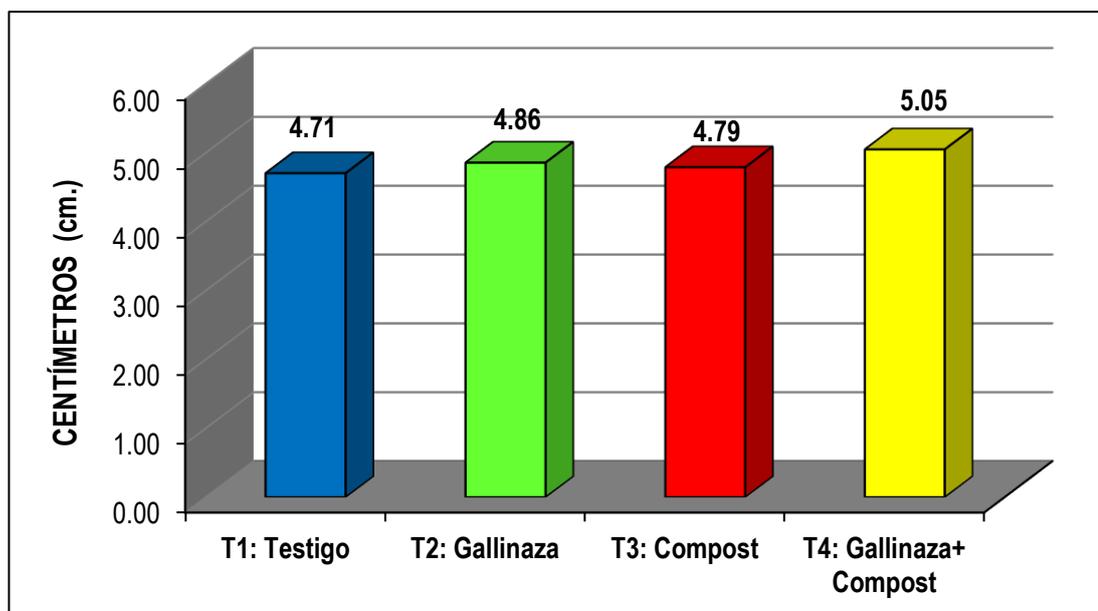
**Tabla 13.** Análisis de varianza para diámetro de mazorcas

| Fuentes de Variación      | GL | SC   | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |      |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 0,00 | 0,04 | 0,31 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 0,19 | 0,02 | 1,31 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 0,29 | 0,05 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 0,49 |      |                     |      |       |

cv = 4,56%

$\bar{X} = 4,85$  cm

El análisis de varianza de la Tabla 13, expresa que entre la fuente bloques y tratamientos no existe significación estadística al 5 y 1% de margen de error, es decir que los abonos orgánicos incorporados produjeron un efecto semejante en el diámetro de mazorcas. El coeficiente de variabilidad es de 4,56%, lo que denota la confianza en el análisis estadístico. La media general es de 4,85 cm.



**Figura 8.** Promedios obtenidos de diámetro de mazorcas.

En la Figura 8 se observan los promedios obtenidos en el diámetro de mazorca, donde aritméticamente el tratamiento T4 (Gallinaza + Compost) obtuvo el mayor promedio con 5,05 cm el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 4,71 cm.

#### 4.4. PESO DE MAZORCAS Y GRANOS

##### 4.4.1. Peso de mazorcas

##### Peso de mazorcas por ANE

Los resultados se indican en el Anexo 7, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

**Tabla 14.** Análisis de varianza para peso de mazorcas por ANE

| Fuentes de Variación      | GL | SC    | CM    | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|-------|-------|---------------------|------|-------|
|                           |    |       |       |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 5,16  | 2,58  | 0,95 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 59,14 | 19,71 | 7,24 *              | 4,76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 16,34 | 2,72  |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 80,65 |       |                     |      |       |

**cv = 8,16%**  **$\bar{x}$  = 20,23**

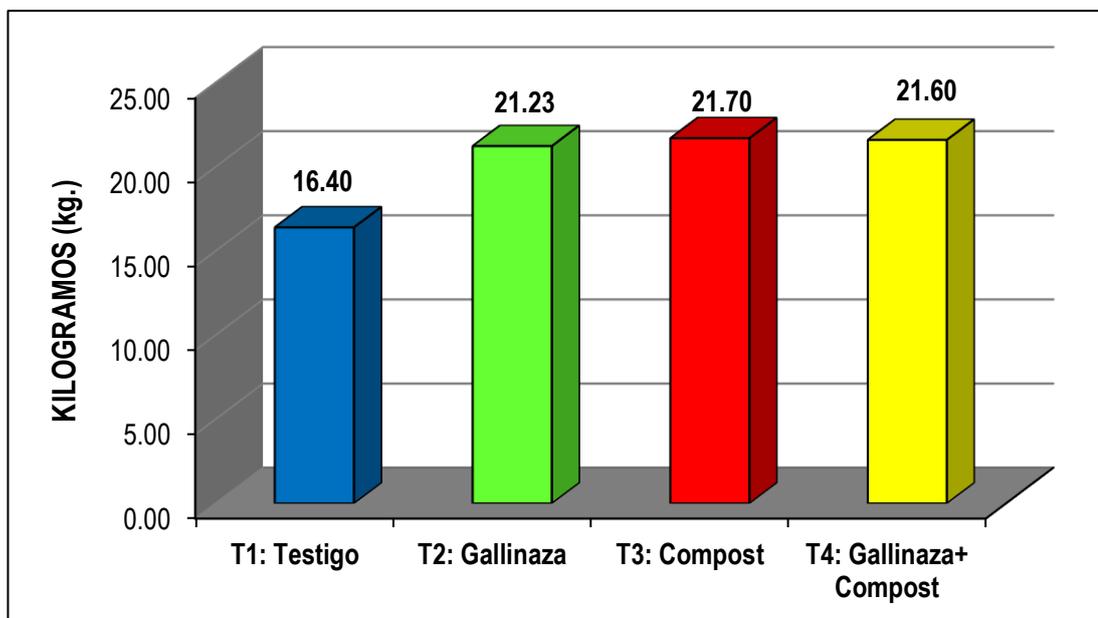
El análisis de varianza de la Tabla 14, revela que en la fuente bloques y tratamientos no existe significación al 5 y 1% de margen de error, es decir que los abonos orgánicos incorporados al suelo produjeron la misma respuesta en el peso de mazorcas por ANE. El coeficiente de variabilidad es de 8,16%, lo que denota la confianza en la recopilación de datos de campo. La media general es de 20,23 kg.

**Tabla 15.** Prueba de Duncan para peso de mazorcas por ANE

| O.M. | TRATAMIENTOS            | PROMEDIOS (kg) | SIGNIFICACIÓN 5% |
|------|-------------------------|----------------|------------------|
| 1    | T3: Compost             | 21,70          | a                |
| 2    | T4: Gallinaza + Compost | 21,60          | a                |
| 3    | T2: Gallinaza           | 21,23          | a                |
| 4    | T1: Testigo             | 16,40          | b                |

**$S\bar{x}$  = ± 0,95 kg**

La Prueba de Duncan consignada en la Tabla 15, denota que los tratamientos T3 (Compost), T4 (Gallinaza + Compost) y T2 (Gallinaza) demuestran tener un efecto semejante, es decir son iguales estadísticamente en sus promedio, y a la vez difieren del tratamiento testigo.



**Figura 9.** Promedios de diámetro de mazorcas por ANE

La Figura 9 representa los promedios de los tratamientos en el peso de mazorcas, en el cual se observa el tratamiento T3 (Compost) y T4 (Gallinaza + Compost) obtuvieron los mayores pesos promedio con 21,70 y 21,60 kg., el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 16,40 kg.

### **Peso de mazorcas por hectárea**

La Figura 10 representa gráficamente el rendimiento estimado por hectárea de los tratamientos en estudio, donde el tratamiento T3 (Compost) y T4 (Gallinaza + Compost), T2 (Gallinaza) obtuvieron los mayores rendimientos estimados con 15,41, 15,34 y 15,08 t/ha el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 11,65 t/ha.

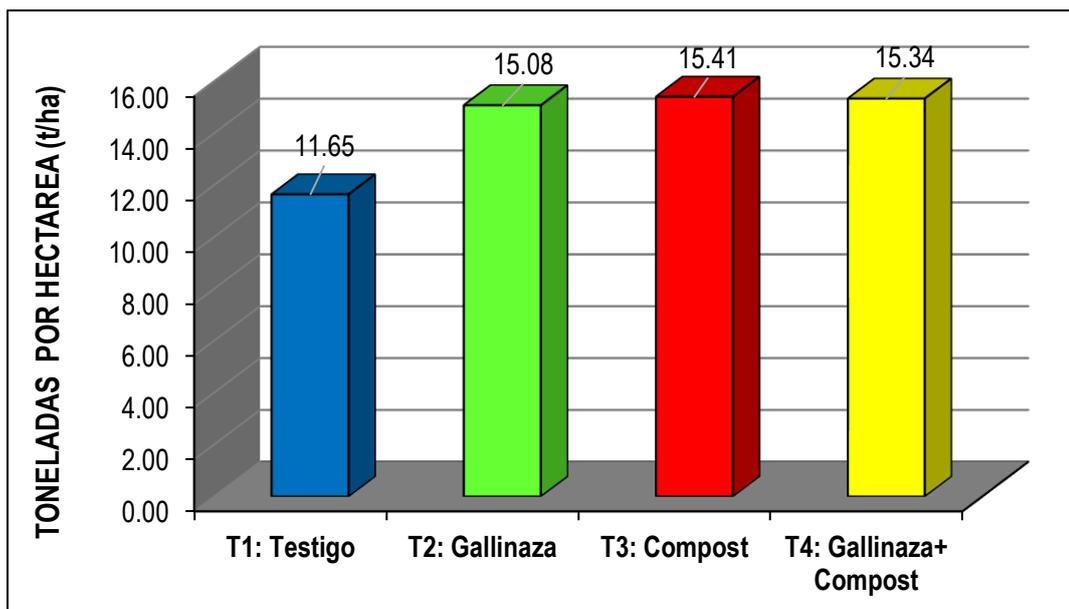


Figura 10. Rendimiento estimado por hectárea de los tratamientos

#### 4.4.2. Peso de granos

##### Peso de 100 granos

Los resultados se indican en el Anexo 8, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

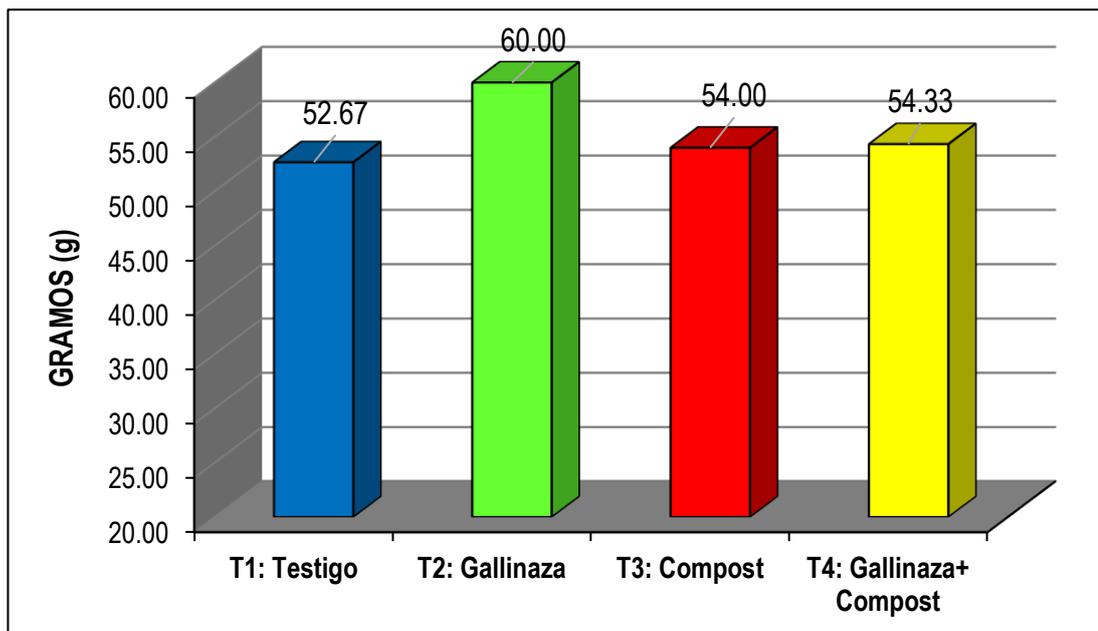
Tabla 16. Análisis de varianza para peso de 100 granos

| Fuentes de Variación | GL        | SC             | CM     | Fc                  | Ft   |       |
|----------------------|-----------|----------------|--------|---------------------|------|-------|
|                      |           |                |        |                     | 95 % | 99 %  |
| Bloques              | 2         | 0,50           | 0,25   | 0,00 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| Tratamientos         | 3         | 94,92          | 31,64  | 0,20 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| Error experimental   | 6         | 938,833        | 156,48 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>         | <b>11</b> | <b>1034,25</b> |        |                     |      |       |

cv = 22,64%

$\bar{X}$  = 55,25 g

El análisis de varianza de la Tabla 16, expresa que la fuente bloques y tratamientos no evidencia significación estadística al 5 y 1% de margen de error. El coeficiente de variabilidad es de 22,64%, lo que indica la confianza en la recopilación de datos de campo. La media general es de 55,25 g.



**Figura 11.** Promedios obtenidos del peso de 100 granos.

Aritméticamente el tratamiento T2 (Gallinaza) reporta el mayor peso de 100 granos con 60,00 g., mientras que los tratamientos T3 y T4 los promedios son semejantes, el tratamiento T1 (testigo) obtuvo el menor peso con 52,67 g., tal como se representa en la Figura 11.

### Peso de granos por ANE

Los resultados se indican en el Anexo 9, donde se presentan los promedios obtenidos respecto a la variable.

**Tabla 17.** Análisis de varianza para peso de granos por ANE

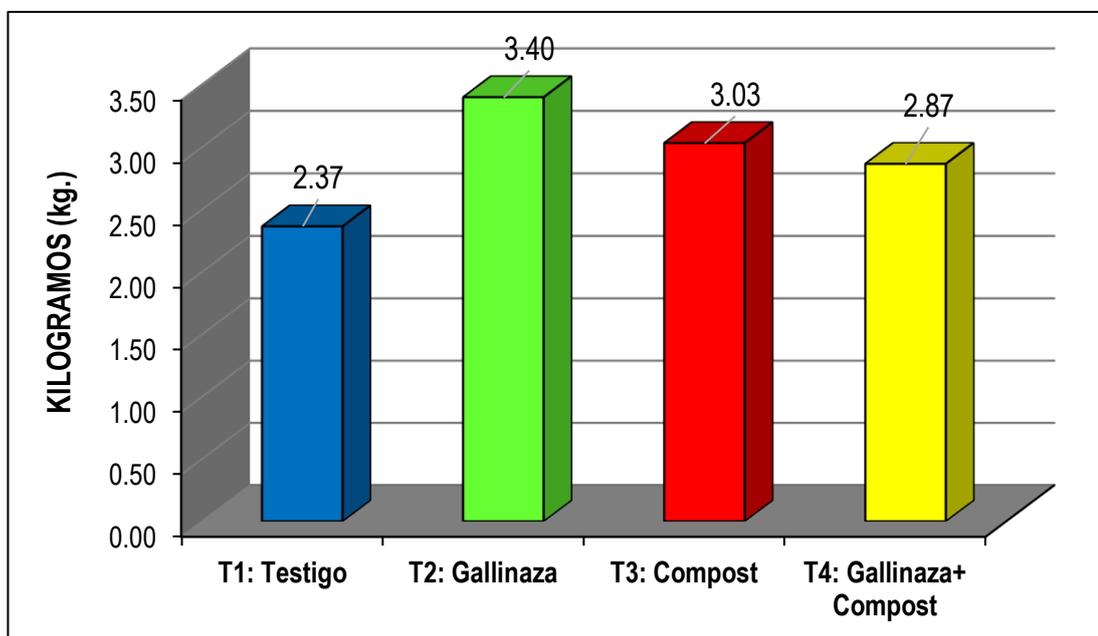
| Fuentes de Variación      | GL | SC   | CM   | Fc                  | Ft   |       |
|---------------------------|----|------|------|---------------------|------|-------|
|                           |    |      |      |                     | 95 % | 99 %  |
| <b>Bloques</b>            | 2  | 0,17 | 0,08 | 0,18 <sup>n.s</sup> | 5,14 | 10,92 |
| <b>Tratamientos</b>       | 3  | 1,66 | 0,55 | 1,20 <sup>n.s</sup> | 4,76 | 9,78  |
| <b>Error experimental</b> | 6  | 2,75 | 0,46 |                     |      |       |
| <b>TOTAL</b>              | 11 | 4,58 |      |                     |      |       |

cv = 23,23%

$\bar{x}$  = 2,92 kg

El análisis de varianza de la Tabla 17, indica que al 5 y 1% de margen de error, la fuente bloques y tratamientos no registra significación estadística.

El coeficiente de variabilidad es de 25,78%, lo que denota confianza en la información obtenida. La media general es de 2,92 kg

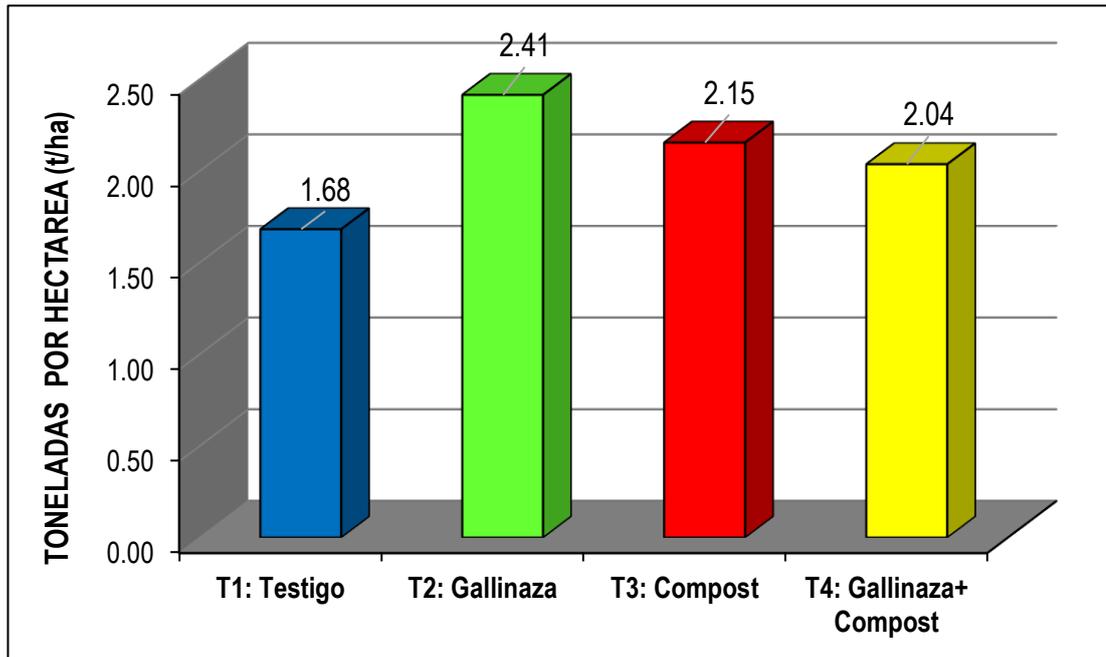


**Figura 12.** Promedios obtenidos del peso de granos por ANE

El tratamiento T2 (Gallinaza) reporta el mayor peso de granos por ANE con 3,40 kg., mientras que el tratamiento T1 (testigo) obtuvo el menor peso con 2,37 kg., tal como se representa en la Figura 12.

### **Peso de granos por hectarea**

La Figura 13 representa gráficamente el rendimiento estimado de granos por hectárea de los tratamientos en estudio, donde el tratamiento T2 (Gallinaza), T3 (Compost) y T4 (Gallinaza + Compost) obtuvieron los mayores rendimientos estimados con 2,41, 2,15 y 2,04 t/ha el menor promedio obtenido por el tratamiento testigo T1 con 1,68 t/ha.



**Figura 13.** Promedios de rendimiento estimado de granos por hectárea.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. ALTURA DE PLANTA Y NÚMERO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL (ANE)

#### 5.1.1. Altura de planta

Los tratamientos en estudio no ejercieron efecto sobre esta variable, del que se deduce que el abono gallinaza, compost y gallinaza + compost aportan nutrientes de manera similar a la planta, produciendo promedios de altura no significativos.

Los promedios varían entre 1,79 a 2,03 metros, correspondiendo la menor altura al tratamiento T1 (testigo) y la mayor al tratamiento T3 (Compost). Estos resultados son semejantes al ser contrastados con **Timoteo (2009)** quien obtuvo 2,01 m de altura con el cultivar Omaz abonado con guano de isla, el cual indica que los abonos procedentes de estiércoles de animales presentan un porcentaje similar de nitrógeno disponible, dicho elemento está íntimamente relacionado con el crecimiento de la planta (**Gamboa, 1999; citado por Briceño, 2012**).

#### 5.1.2. Número de mazorcas por ANE

Respecto a esta variable los tratamientos en estudio no produjeron diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento T4 (gallinaza + compost) el que obtuvo un mayor número de mazorcas por ANE con 25,55 mazorcas, seguido por los tratamientos T2, T3 y T1 con 23,67, 23,00 y 22,67 mazorcas respectivamente.

Estos resultados son superiores al contrastarse con lo obtenido por **Simón (2014)** quien obtuvo 22 mazorcas / ANE, posiblemente se deba al color oscuro de los abonos orgánicos estudiados, ya que absorbe más las radiaciones solares incrementando la temperatura del suelo el cual permite

absorber con mayor facilidad los nutrientes (**SAGARPA, 2010; Sierra y Rojas, 2012**).

El comportamiento semejante del número de mazorcas se debe a que los abonos orgánicos estudiados según el análisis especial efectuado presentan características químicas semejantes.

## **5.2. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA Y DE GRANOS POR HILERA**

### **5.2.1. Número de hileras por mazorca**

En cuanto a esta variable los resultados muestran que el efecto de los abonos orgánicos estudiados es semejante estadísticamente, lo que indica que no hubo diferencias entre ellos, debido a que los abonos estudiados expresan características químicas con diferencia muy estrecha, el cual repercutió en los resultados, según el análisis realizado.

El rango obtenido es de 0,55 hileras, el tratamiento que aritméticamente destaca es el T4 (gallinaza + compost) el cual obtuvo 9.68 hileras por mazorca, seguidos por los tratamientos T3, T2 y T1 con 9,18, 9,16 y 9,13 hileras respectivamente.

Los resultados obtenidos en el estudio determinan un comportamiento inferior según lo reportado por **Simón (2014)** quien obtuvo 11 hileras/mazorca, ya que empleó fertilizantes sintéticos los cuales se disuelven con mayor rapidez en la solución del suelo (**Asado, 2011**), entre ellos el fósforo, el cual para formar el grano se requiere que las hojas y tallos hayan absorbido el máximo contenido de fósforo (**Gamboa, 1998 citado por Briceño 2011**).

### **5.2.2. Número de granos por hilera**

Los resultados del número de grano por hilera indican que los abonos orgánicos estudiados produjeron un efecto similar, es decir no hubo diferencia estadística, siendo el rango de 1,20 granos / hilera. El tratamiento que expresó el mayor promedio es el tratamiento T3 (Compost) con 24.32 granos por hilera

seguido por los tratamientos T4, T2 y T1 con 23,95, 23,42 y 23,12 granos respectivamente.

Estos resultados son superados al compararse con **Simón (2014)** quien obtuvo 27,28 granos / hilera al emplear fuentes inorgánicas, esto se debe a que los granos de maíz morado obtenidos tuvieron un mayor tamaño, limitando el número de granos en la mazorca.

### 5.3. LONGITUD Y DIÁMETRO DE MAZORCAS

#### 5.3.1. Longitud de mazorcas

Los promedios obtenidos en la variable longitud de mazorcas indican que el efecto de los abonos orgánicos produjeron un mismo efecto, es decir no se evidenció diferencias estadísticas significativas, siendo el tratamiento T3 (Compost) quien obtuvo el mayor promedio con 24,33 cm, seguidos por los tratamientos T4, T2 y T1 con 23,90, 22,82 y 22,12 cm respectivamente, esto se debe a que químicamente los abonos orgánicos presentaron características similares

Estos resultados obtenidos son superiores al contrastarse con **Timoteo (2009)** y **Simón (2014)** quienes reportan 15,32 y 17,19 cm respectivamente, lo que demuestra que para esta variable, los abonos orgánicos favorecen al desarrollo de la tuza, evidenciándose mayor absorción de nutrientes al mejorar el pH del suelo permitiendo la disponibilidad del fósforo (**Enci, 1999**).

#### 5.3.2. Diámetro de mazorcas

Para esta variable los resultados obtenidos denotan que no hubo diferencias estadísticas significativas, es decir los tratamientos ejercieron un efecto semejante, siendo el tratamiento T4 (gallinaza + compost) el que obtuvo 5.05 cm, seguido por los tratamientos T2, T3 y T1 con 4,86, 4,79 y 4,71 cm respectivamente, el rango estadístico es de 0,31 el cual refleja la estrecha diferencia entre el promedio mayor y menor.

El resultado del tratamiento T3 y T4 son superiores al compararse con **Timoteo (2009)** y **Simón (2014)** quienes obtuvieron 4,82 y 4,80

respectivamente, demostrando que el Compost y Gallinaza mejoran las condiciones químicas del suelo, permitiendo la absorción de nutrientes en la planta (**Bongcam, 2003; Sevilla et al., 2010**).

#### **5.4. PESO DE MAZORCAS Y GRANOS**

##### **5.4.1. Peso de mazorcas**

Respecto a esta variable los abonos orgánicos estudiados ejercen efectos estadísticamente diferentes sobre el testigo, es decir los tratamientos T3 (Compost), T4 (Gallinaza + Compost) y T2 (Gallinaza) producen una respuesta semejante en relación al testigo, siendo el tratamiento T3 quien obtuvo un peso de 21,70 kg/ANE. Cabe señalar que la mezcla de la gallinaza y compost produjo un efecto destacable al reportar 21.60 kg/ANE. Por otro lado al ser estimados a hectárea el tratamiento T3 registra un peso de 15,41 t/ha.

Dicho resultado es superior a lo registrado por **Cantanero y Martínez (2002)**, **Fernández (2009)**, **Timoteo (2009)**, **Garay (2013)** y **Simón (2014)** 5,85, 9,82, 8,33, 9,51 y 5,86 t/ha respectivamente, lo que demuestra la efectividad de los abonos empleados y la calidad nutricional (**Sevilla et al., 2010; MINAG, 2016**).

##### **5.4.2. Peso de granos**

En cuanto a esta variable los tratamientos se comportaron de manera semejante en el peso de 100 granos y peso de granos por ANE, registrando el mayor peso el tratamiento T2 (Gallinaza) con 60 gramos y 2,41 t/ha de grano. Sin embargo, en vista que los tratamientos estadísticamente son iguales, se deduce que la acumulación de biomasa en el grano de maíz no es influenciado por los componentes químicos de los abonos orgánicos en estudio, es decir que el aporte de nutrientes a la planta es el mismo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y resultados del presente trabajo de investigación permite llegar a las siguientes conclusiones:

1. En la altura de planta los tratamientos no influenciaron en la variable, pero los tratamientos T3 (Compost) y T4 (gallinaza + compost) obtuvieron la mayor altura con 2,01 y 2,03 m respectivamente. En el número de mazorcas por ANE los tratamientos no mostraron diferencia con el testigo, sin embargo el tratamiento T4 (gallinaza + compost) el que obtuvo un mayor número de mazorcas por ANE con 25,55 mazorcas.
2. En el número de hileras por mazorcas y de granos por hileras los tratamientos no tuvieron efecto, pero el T4 (gallinaza + compost) el cual obtuvo 9.68 hileras por mazorca, y El tratamiento que expresó el mayor promedio es el tratamiento T3 (Compost) con 24.32 granos
3. En la longitud y diámetro de mazorcas los tratamientos se comportaron de manera semejante, siendo el tratamiento T3 (Compost) quien obtuvo el mayor promedio con 24,33 cm y el tratamiento T4 (gallinaza + compost) el que obtuvo 5.05 cm.
4. En el peso de mazorcas los tratamientos T2 (gallinaza), T3 (Compost) y T4 (gallinaza + compost) fueron estadísticamente iguales en sus promedios, de estos se puede destacar al T3 ya obtuvo el mayor peso con 21,60 kg/ANE y 15,41 t/ha. En el peso de granos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en el peso de 100 granos y por ANE, el mayor peso lo obtuvo el tratamiento T2 (gallinaza) con 60,00 gramos y 2,41 t/ha de grano.

## RECOMENDACIONES

1. Emplear como fuente nutricional el Compost o la Gallinaza, ya que a la dosis de 3 t/ha obtuvieron el mismo resultado en las variables evaluadas, por otro lado, la mezcla de ambos abonos orgánicos no garantiza un mayor efecto, debido a que se obtienen resultados semejantes cuando se aplican por separado.
2. Procurar obtener el compost y la gallinaza de centros de producción confiables que garanticen la calidad de los mismos.
3. Realizar estudios con las mismas dosis en otras variedades de maíz morado.
4. Comparar los efectos de las enmiendas orgánicas comerciales y los abonos usados en la investigación sobre el rendimiento de maíz morado.
5. Repetir el ensayo y determinar el contenido de antocianinas de la coronta y granos de maíz morado.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez, D.; Gómez, D.; León, N.; Gutiérrez, F. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. (En línea). Consultado el 15 de octubre de 2016. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952010000500007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952010000500007)
- Asado, A. 2012. El suelo, soporte de vida. Editorial Universitaria. Huánuco – Perú. 419 p.
- Bongcam, E. 2003. Guía para compostaje y manejo de suelos. Convenio Andrés Bello. Bogotá - Colombia. 30 p.
- Brechelt, A. 2004. Manejo ecológico de los suelos. Fundación de Agricultura y Medio Ambiente. (En línea) Consultado el 24 de setiembre del 2016. Disponible en: [http://bioinsumosagric.ucoz.com/\\_Id/0/90\\_Manejo\\_Ecologic.pdf](http://bioinsumosagric.ucoz.com/_Id/0/90_Manejo_Ecologic.pdf)
- Briceño, Y. 2012. El maíz *Zea mays L.* Una planta de todos los tiempos. Facultad de ciencias agrarias UNHEVAL - Huánuco - Perú. 123 p.
- Enci, 1989. Fertilización en maíz. Boletín s/n Lima – Perú. 8 p.
- EKOVIDA ORGANICS S.A.C. 2016. Maíz morado *Zea mays L.* (En línea) Consultado el 12 de octubre 2016. Disponible en: <http://www.ekovida.com/newportal/maiz1.pdf>
- Garay, H. 2013. Evaluación de rendimiento de cultivares de maíz morado (*Zea mays L.*) en condiciones agroecológicas del distrito de Pillco Marca – Huánuco 2010. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Perú. 82 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 1998. Maíz: aspectos sobre fenología (en línea) Consultado el 14 de octubre 2016. Disponible en:

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135855.pdf>

- Manrique, A. 1985. El maíz en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Lima, Perú. 362 p.
- Mendoza, A. 1989. Resultados de investigación en el cultivo de maíz morado. Boletín número 02. CIPA. E.E. Canchan. Huánuco. 35 p.
- Ministerio de Agricultura. Una metodología para énfasis en uso racional de fertilizantes. Guía de campo N. 25. Lima – Perú. 172 p.
- Morales, M. 2002. Efecto de la incorporación del compost. Tesis par optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Perú. 98 p.
- Panaqué, V. y Caleño, C. 2002. Abonos orgánicos: conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. (En línea) Consultado el 21 de setiembre del 2016. Disponible en: [http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/abonos\\_organicos.pdf](http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/abonos_organicos.pdf)
- Reyes, CP. 1990. El maíz y su cultivo. Méxicoedit. A.G.T. editor s.a. 925 p.
- Risco, M. 2007. Cadena productiva de Maíz Morado en Ayacucho. (En línea Consultado el 16 de octubre 2016. Disponible en <http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-Ayacucho11.pdf>)
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) 2010. Abonos orgánicos. (En línea) (Consultado el 02 de octubre del 2016). Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>
- Loneragan, J. 1997. Plant nutrition in the 20th and perspectives for the 21st century. Plant and Soil 196: 163-174

- Sevilla, A.; D. Buendía; J. Luque; M. Uceda; y M. Domence. 2010. Compost para principiantes. Documentos Técnicos 03. (En línea) Consultado el 23 de setiembre del 2016. Disponible en: <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/centros-experimentales-las-palmerillas/compost-para-principiantes.pdf>
- Sierra, C. y Rojas, C. 2012. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. (En línea) Consultado el 10 de octubre del 2016. Disponible en: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR28123.pdf>
- Simón, J. 2014. Efecto de niveles de potasio, magnesio y azufre en el contenido de antocianinas y rendimiento de maíz morado en condiciones agroecológicas de Canchán, 2014. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNHEVAL. Huánuco – Perú. 70 p.

# ANEXOS

**ANEXO 1. Altura de planta**

| Tratamientos            | Bloques |      |      | $\Sigma$     | $\bar{X}$   |
|-------------------------|---------|------|------|--------------|-------------|
|                         | I       | II   | III  |              |             |
| T1: Testigo             | 1.67    | 1.96 | 1.73 | 5.36         | 1.79        |
| T2: Gallinaza           | 1.73    | 2.09 | 1.94 | 5.76         | 1.92        |
| T3: Compost             | 2.26    | 1.96 | 1.86 | 6.08         | 2.03        |
| T4: Gallinaza + Compost | 1.97    | 2.07 | 1.99 | 6.03         | 2.01        |
| $\Sigma$                | 7.63    | 8.07 | 7.52 | <b>23.23</b> |             |
| $\bar{X}$               | 1.91    | 2.02 | 1.88 |              | <b>1.94</b> |

**ANEXO 2. Número de mazorcas por ANE**

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$      | $\bar{X}$    |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|--------------|
|                         | I       | II    | III   |               |              |
| T1: Testigo             | 24,00   | 22.00 | 22.00 | 68.00         | 22.67        |
| T2: Gallinaza           | 21,00   | 29.00 | 21.00 | 71.00         | 23.67        |
| T3: Compost             | 22,00   | 22.00 | 25.00 | 69.00         | 23.00        |
| T4: Gallinaza + Compost | 23,00   | 26.00 | 27.00 | 76.00         | 25.33        |
| $\Sigma$                | 90,00   | 99.00 | 95.00 | <b>284.00</b> |              |
| $\bar{X}$               | 22,50   | 24.75 | 23.75 |               | <b>23.67</b> |

**ANEXO 3. Número de hileras por mazorca**

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$      | $\bar{X}$   |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|-------------|
|                         | I       | II    | III   |               |             |
| T1: Testigo             | 8.75    | 9.45  | 9.35  | 69.35         | 23.12       |
| T2: Gallinaza           | 9.15    | 9.13  | 9.20  | 70.28         | 23.43       |
| T3: Compost             | 9.60    | 8.95  | 8.85  | 72.95         | 24.32       |
| T4: Gallinaza + Compost | 9.85    | 9.40  | 9.80  | 71.85         | 23.95       |
| $\Sigma$                | 96.85   | 91.38 | 96.20 | <b>111.48</b> |             |
| $\bar{X}$               | 24.21   | 22.84 | 24.05 |               | <b>9.29</b> |

**ANEXO 4.** Número de granos por hilera

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$      | $\bar{X}$    |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|--------------|
|                         | I       | II    | III   |               |              |
| T1: Testigo             | 24.30   | 21.75 | 23.30 | 69.35         | 23.12        |
| T2: Gallinaza           | 23.20   | 23.63 | 23.45 | 70.28         | 23.43        |
| T3: Compost             | 25.45   | 23.05 | 24.45 | 72.95         | 24.32        |
| T4: Gallinaza + Compost | 23.90   | 22.95 | 25.00 | 71.85         | 23.95        |
| $\Sigma$                | 96.85   | 91.38 | 96.20 | <b>284.43</b> |              |
| $\bar{X}$               | 24.21   | 22.84 | 24.05 |               | <b>23.70</b> |

**ANEXO 5.** Longitud de mazorcas

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$      | $\bar{X}$    |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|--------------|
|                         | I       | II    | III   |               |              |
| T1: Testigo             | 21.00   | 21.75 | 23.60 | 66.35         | 22.12        |
| T2: Gallinaza           | 21.00   | 24.00 | 23.45 | 68.45         | 22.82        |
| T3: Compost             | 25.50   | 23.05 | 24.45 | 73.00         | 24.33        |
| T4: Gallinaza + Compost | 23.90   | 22.70 | 25.10 | 71.70         | 23.90        |
| $\Sigma$                | 91.40   | 91.50 | 96.60 | <b>279.50</b> |              |
| $\bar{X}$               | 22.85   | 22.88 | 24.15 |               | <b>23.29</b> |

**ANEXO 6.** Diámetro de mazorca

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$     | $\bar{X}$   |
|-------------------------|---------|-------|-------|--------------|-------------|
|                         | I       | II    | III   |              |             |
| T1: Testigo             | 4.93    | 4.72  | 4.48  | 14.12        | 4.71        |
| T2: Gallinaza           | 4.79    | 5.03  | 4.76  | 14.58        | 4.86        |
| T3: Compost             | 4.55    | 4.84  | 4.99  | 14.38        | 4.79        |
| T4: Gallinaza + Compost | 5.06    | 4.89  | 5.21  | 15.15        | 5.05        |
| $\Sigma$                | 19.33   | 19.47 | 19.42 | <b>58.22</b> |             |
| $\bar{X}$               | 4.83    | 4.87  | 4.86  |              | <b>4.85</b> |

**ANEXO 7. Peso de mazorcas por ANE**

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$      | $\bar{X}$    |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------------|--------------|
|                         | I       | II    | III   |               |              |
| T1: Testigo             | 17.10   | 16.00 | 16.10 | 49.20         | 16.40        |
| T2: Gallinaza           | 22.50   | 20.80 | 20.40 | 63.70         | 21.23        |
| T3: Compost             | 24.60   | 19.60 | 20.90 | 65.10         | 21.70        |
| T4: Gallinaza + Compost | 20.10   | 21.50 | 23.20 | 64.80         | 21.60        |
| $\Sigma$                | 84.30   | 77.90 | 80.60 | <b>242.80</b> |              |
| $\bar{X}$               | 21.08   | 19.48 | 20.15 |               | <b>20.23</b> |

**ANEXO 8. Peso de 100 granos**

| Tratamientos            | Bloques |        |        | $\Sigma$      | $\bar{X}$    |
|-------------------------|---------|--------|--------|---------------|--------------|
|                         | I       | II     | III    |               |              |
| T1: Testigo             | 42.00   | 56.00  | 60.00  | 158.00        | 52.67        |
| T2: Gallinaza           | 55.00   | 70.00  | 55.00  | 180.00        | 60.00        |
| T3: Compost             | 60.00   | 39.00  | 63.00  | 162.00        | 54.00        |
| T4: Gallinaza + Compost | 65.00   | 56.00  | 42.00  | 163.00        | 54.33        |
| $\Sigma$                | 222.00  | 221.00 | 220.00 | <b>663.00</b> |              |
| $\bar{X}$               | 55.50   | 55.25  | 55.00  |               | <b>55.25</b> |

**ANEXO 9. Peso de granos por ANE**

| Tratamientos            | Bloques |       |       | $\Sigma$     | $\bar{X}$   |
|-------------------------|---------|-------|-------|--------------|-------------|
|                         | I       | II    | III   |              |             |
| T1: Testigo             | 2.00    | 2.10  | 3.00  | 7.10         | 2.37        |
| T2: Gallinaza           | 3.70    | 3.20  | 3.30  | 10.20        | 3.40        |
| T3: Compost             | 2.80    | 3.30  | 3.00  | 9.10         | 3.03        |
| T4: Gallinaza + Compost | 3.50    | 3.40  | 1.70  | 8.60         | 2.87        |
| $\Sigma$                | 12.00   | 12.00 | 11.00 | <b>35.00</b> |             |
| $\bar{X}$               | 3.00    | 3.00  | 2.75  |              | <b>2.92</b> |

**ANEXO 10. Panel fotográfico****Figura 1. Preparación del terreno.****Figura 2. Incorporación de los abonos orgánicos.**



**Figura 3.** Siembra del maíz morado.



**Figura 4.** Riego del campo experimental.



**Figura 5.** Control fitosanitario del cultivo de maíz morado.



**Figura 5.** Cosecha de maíz morado.



**Figura 7.** Pesado de mazorcas de m