

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN DE  
HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**NUTRICIÓN ORGANICA EN EL DESARROLLO VEGETATIVO Y  
REPRODUCTIVO DEL MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) PMV-581, EN  
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE PILCOMARCA –  
HUÁNUCO, 2016**

**TESIS PARA OPTAR  
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

**YUDI MONTES ORTEGA  
HUÁNUCO – PERÚ  
2017**

## **DEDICATORIA**

*A mi amado padre, Flavio Montes Pérez, porque siempre me enseñas: A que pase lo que pase nunca perder la fe y el inmenso amor a Dios... Por darme el apoyo moral para seguir creciendo como profesional y nunca rendirme ante los obstáculos... Y también porque eres la única persona que nunca me da la espalda cuando más necesito de ti...*

*A mi amada hija Natalia Marley Rivera Montes, fruto de amor, pasión y decisión. Con tu inocente mirada y tu tierna sonrisa, con tus besitos, caricias, y abrazos he aprendido a ver el sentimiento más puro y profundo del alma capaces de sacar una fuerza inexplicable y darme el impulso que necesito para seguir adelante, buscando algo mejor que sé que podré alcanzar teniéndote a ti a mi lado siempre...*

## AGRADECIMIENTO

*Con toda la humildad y amor que mi corazón y alma pueden emanar agradezco profundamente a Dios por la gran fortaleza, sabiduría, protección y bendición que puso en mi para lograr este paso importante en mi vida.*

*De la misma manera agradecer a mis Padres: Flavio Montes Pérez y Edith Ortega Collazos, por haberme dado la vida y haber hecho de mí una gran persona, dicho sea de paso, Madre: gracias por darme el ejemplo de llevar la humildad siempre en el corazón, Padre: gracias por haber confiado en mí, por brindarme tu apoyo incondicional, por darme tu ejemplo de superación y sacrificio, enseñándome a valorar lo que realmente importa en la vida que es "la familia unida" en la fuerza y en la debilidad en lo próspero y en lo adverso.*

*Al Dr. Santos Jacobo Salinas, por tener la confianza depositada en mí para realizar esta investigación, además de tener la mejor disposición como asesor en todo momento.*

*Y a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos en el trayecto de este trabajo de investigación, no podría sentirme más afortunado con el apoyo que brindaron a mi persona.*

## RESUMEN

La investigación, tuvo el propósito de evaluar el efecto de la nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581 en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca Huánuco. El tipo de investigación es aplicada, nivel experimental con tratamientos de 2 tipos de abonos orgánicos: NO1: Compost con 5 000 kilos por hectárea, NO2: Guano de Isla 560 kilos de guano de isla por hectárea y un testigo sin abonamiento orgánico. El diseño experimental de Bloques Completamente al Azar con 3 repeticiones, 4 tratamientos haciendo un total de 12 parcelas experimentales, evaluando tamaño, diámetro, peso de mazorcas y rendimiento por hectárea y las fases de desarrollo vegetativo y reproductivo. Analizados con la técnica de ANDEVA y para la discriminación de los promedios se utilizó la prueba de significación de DUNCAN.

Los resultados permiten concluir que existe efecto significativo de los abonos orgánicos, en el tamaño, diámetro y peso de mazorcas por planta, con el tratamiento NO1: Compost a la dosis de 5 000,00 kg/ha, se obtiene longitudes de mazorcas de 20,00 cm de largo y 5,3 cm de diámetro, y rendimientos de 7 718,00 k/ha así mismo existe influencia de la aplicación de los abonos orgánicos en los eventos fenológicos durante el desarrollo vegetativo lo cual permite estimar los rendimientos y concentración del pigmento antocianina.

**Palabras clave:** Nutrición Orgánica, rendimiento y fenología.

## SUMMARY

The purpose of the research was to evaluate the effect of organic nutrition on the vegetative and reproductive development of purple corn (*Zea mayz* L.) PMV-581 under edaphoclimatic conditions of the district of Pillcomarca Huánuco. The type of research is applied, experimental level with treatments of 2 types of organic fertilizers: NO1: Compost with 5 000 kilos per hectare, NO2: Island Guano 560 kilos of island guano per hectare and a control without organic fertilization. The experimental design of Completely Random Blocks with 3 repetitions, 4 treatments making a total of 12 experimental plots, evaluating size, diameter, weight of ears and yield per hectare and the stages of vegetative and reproductive development. Analyzed with the technique of ANDEVA and for the discrimination of the averages, the significance test of DUNCAN was used.

The results allow us to conclude that there is a significant effect of organic fertilizers, on the size, diameter and weight of ears per plant, with the NO1 treatment: Compost at a dose of 5 000.00 kg / ha, we obtain lengths of 20 ears of corn. , 00 cm long and 5.3 cm in diameter, and yields of 7 718.00 k / ha. There is also the influence of the application of organic fertilizers on the phenological events during the vegetative development which allows estimating the yields and concentration of the anthocyanin pigment.

**Key words:** Organic Nutrition, yield and phenology.

## INDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**SUMMARY**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>08</b>
	<b>Formulación del Problema</b>	<b>11</b>
	<b>Objetivo general</b>	<b>11</b>
	<b>Objetivo específico</b>	<b>11</b>
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
	2.1. Cultivo del maíz	12
	2.1.1. Origen	12
	2.1.2. Distribución e importancia Económica	12
	2.1.3. Condiciones Edafoclimáticas	15
	2.1.4. Maíz morado	16
	2.1.5. Rendimiento	18
	2.1.6. Antecedentes de trabajos realizados	19
	2.1.7. Fases fenológicas	22
	2.1.8. Etapa de desarrollo vegetativo	23
	2.1.9. Etapa de desarrollo reproductivo	23
	2.1.10. Materia orgánica de los suelos (MOS)	30
	2.1.11. Compost	31
	2.1.12. Guano de Isla	33
	2.1.13. Manejo de los macro y micronutrientes en la Fertilización del maíz	36
	2.2. Hipótesis y o sistema de Hipótesis	41
	2.3. Variables	41

<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	42
3.1.	Lugar de ejecución del experimento	42
3.2.	Tipo y nivel de investigación	43
3.3.	Población, Muestra y Unidad de análisis	43
3.4.	Factores y Tratamientos en estudio	44
3.5.	Prueba de hipótesis	45
3.5.1.	El diseño de la investigación	45
3.5.2.	Técnicas e instrumentos de recolección de la Información	50
3.5.3.	Datos a registrar	51
3.6.	Conducción del experimento	52
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	55
<b>V.</b>	<b>DISCUSION</b>	70
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	76
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	77
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	78
<b>IX.</b>	<b>ANEXOS</b>	83

## I. INTRODUCCIÓN

El maíz morado (*Zea mays* L.) es una gramínea cuyo origen se remonta al tiempo de los incas, época en la que era conocido como oro, sara o kullisara. Su distribución geográfica comprende los andes de Perú, Bolivia y Argentina. En el caso de nuestro país, se cultiva en los valles andinos hasta los 3 000 msnm. Es muy apreciada por la mazorca que desarrolla un color intenso y sabor característico agradable por lo que es utilizado para la elaboración de refrescos, postres y diversos preparados culinarios; razón por lo cual es empleado como valioso ingrediente en la creciente gastronomía peruana (Cabrera 2001); factor que aunado a sus propiedades medicinales, han determinado que la demanda, consumo y áreas de cultivo se amplíen considerablemente, aprovechando las condiciones climáticas, edáficas e hídricas.

El maíz morado contiene la cianidina-3-b-glucosa, que es el compuesto químico de las antocianinas que son un tipo de flavonoides complejos caracterizados por tener importante efecto antioxidante al favorecer la regeneración de tejidos, mejorar el flujo sanguíneo disminuyendo así los riesgos cardiovasculares; reduce el colesterol y promueve la formación de colágeno. También es considerado como excelente preventivo contra el cáncer, potenciador del sistema inmune, protector contra las enfermedades crónicas degenerativas como cataratas, artritis, presión alta, diabetes, envejecimiento y arterosclerosis entre otras enfermedades. (INCAGRO 2011)

El pigmento antocianina, le da al maíz morado su tonalidad distinta incrementa la salud y previene males cardiacos, mejora la circulación sanguínea y protege al corazón prolongando la vida y logrando beneficios anti-envejecimiento. La antocianina puede ser empleada principalmente como insumo para las industrias alimentarias, química, textil, así como también en la industria de los cosméticos.



En el Perú, se producen diversas razas de maíz, de diferentes colores, tamaños y sabores, como para poder acompañar a diferentes platos o poder prepararlos, dentro de las cuales se puede apreciar al maíz morado (Manrique 1997). La ciencia llama a su componente morado "Antocianina", el que según estudios realizados en Japón, evita la aparición del cáncer en el intestino grueso e incrementa la salud cardíaca, al mejorar la circulación del flujo sanguíneo. (The Ministry of Health and Welfare 2000)

La producción de maíz morado llega aproximadamente a unas 6,000 toneladas anuales, siendo uno de los maíces que tienen los más altos precios en el mercado limeño. Actualmente se cultivan unas 4,000 hectáreas, especialmente en los valles occidentales andinos de Barranca a Chincha y como segunda área, el Callejón de Huaylas, los que abastecen al mercado de Lima. En pequeñas áreas se viene extendiendo a los valles de Arequipa, Moquegua y Tacna. (INEI, 2005)

El modelo de desarrollo agrícola que se ha implantado en nuestra región, se caracteriza por la implantación de monocultivos elevados e irracional uso de la maquinaria, abonos químicos y plaguicidas, lo que ha conducido a la erosión y compactación de los suelos y daños irreversibles al hombre.

Ante los efectos colaterales, adversos que significa este tipo de manejo, se plantea el enfoque agricultura alternativa el cual enfatiza el rescate de los sistemas de producción tradicional tomando como criterio básico de sustentabilidad como en cualquier explotación de producción, es evitar la degradación de los suelos, manteniendo apropiados niveles de materia orgánica, factor que mejora la producción y las características físicas químicas y biológicas de este recurso natural. (Morales 2002)

La gran demanda de maíz morado ha originado el incremento de las áreas de cultivo con la finalidad de obtener mayores rendimientos, propiciando así el excesivo uso de fertilizantes químicos que no solo es un problema que afecta la economía de los agricultores desde el punto de vista

de adquisición de los mismos, sino también es un problema que trae asociado desequilibrios en el suelo que perjudican su fertilidad y provocan contaminación en el medio ambiente (Moreno 2000), razón por la que es de urgente necesidad el uso de productos orgánicos para la nutrición vegetal, utilizando para ello residuos vegetales y animales que sometidos a un proceso de compostaje proporcionarán los elementos necesarios para la nutrición de la planta.

En tal sentido, se nos presenta una gran oportunidad de incrementar más áreas de cultivo para poder exportar este producto. Para ello se debe de conocer en qué estado de desarrollo del maíz se debe de cosechar, para obtener productos de calidad con alto contenido de antocianina y libre de toxinas causadas por hongos después de la cosecha. Para ello es necesario determinar el estado fenológico en la fase de desarrollo vegetativo y reproductivo y momentos de acumulación de antocianina en los diferentes estados reproductivo del maíz, en los que se realizarán análisis de altura de plantas y rendimiento en diferentes momentos de cosecha de los estados reproductivos.

Comúnmente los agricultores de la provincia de Huánuco dedicados a la siembra del maíz morado utilizan fertilizantes, desconociendo el manejo adecuado en la preparación de compost y guano de isla para ser utilizados como fuente nutritiva y así obtener mayor producción con cosechas de calidad, libres de residuos contaminantes a la vez que se evita la contaminación del suelo y se contribuye a preservar el medio ambiente.

Una de las prácticas de abonamiento para la producción de maíz morado es el uso de compost y guano de isla hecho a base de residuos vegetales y animales que dan efectos favorables en la producción y calidad del cultivo. Los beneficios que la materia orgánica proporciona al suelo son múltiples; ella actúa como un abono orgánico y también funciona como una excelente enmienda, mejorando las propiedades físico químicas del suelo.

En Huánuco existen diferentes formas de abonamiento a los cultivos por parte de nuestros agricultores; en este trabajo de investigación se utilizarán fuentes de nutrición como son: Compost y Guano de Isla

En base a las consideraciones antes expuestas se han formulado los problemas y objetivos que a continuación se presentan.

Esta realidad permitió formular el problema de la siguiente manera

¿Cuál es el efecto de la nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca- Huánuco, 2016?

El objetivo general fue evaluar el efecto de la nutrición orgánica en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581, en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca- Huánuco, 2016.

Los objetivos específicos fueron:

- a. Determinar la influencia del compost en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581.
- b. Determinar la influencia del guano de isla en el desarrollo vegetativo y reproductivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. CULTIVO DEL MAÍZ**

#### **2.1.1. Origen**

INFOAGRO (2011) indica que el maíz es un cultivo de 7 000 años de antigüedad, que se cultivaba por las zonas de México y América Central, su cultivo esta difundido por el resto de países y en especial Europa, donde ocupa una posición muy elevada. Su origen no está muy claro, pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí.

Reyes (1990) reporta sobre el origen geográfico del maíz, algunos estudiosos consideran que es nativo de Asia, otros piensan que es América. Este último es lo más aceptado, ya que existen los suficientes testimonios que avalan al nuevo mundo como el verdadero.

Manrique (1997) manifiesta que es un cereal originario de América, cuya importancia en la alimentación humana ha permitido el desarrollo de las culturas Chimú, Chavín, Nazca, Paracas y del Imperio Incaico.

#### **2.1.2. Distribución e importancia económica**

WIKIPEDIA (2011) manifiesta que está ampliamente distribuido en Estados Unidos y es el mayor productor con cerca del 45% de la producción total mundial. Actualmente es sembrado en todos los países de América Latina y constituye, con los frijoles, un alimento fundamental en la América Central, sostiene, además que en el Perú se encuentra distribuido, en la costa, sierra y la selva, siendo los mayores productores Cusco y Cajamarca.

Universidad Nacional Agraria La Molina (s/f), señala que el maíz morado, es un cereal que se encuentra ampliamente distribuido en el país,

debido principalmente a la diversidad de sus variedades y a su fácil adaptabilidad a las múltiples condiciones ecológicas.

Reyes (1990) menciona que su importancia está en lo académico, científico, social y económico. Del aspecto académico, es una planta de amplio espectro en su utilidad para múltiples ejemplos y medios de ayuda en cursos de biología, química y agronomía; científicamente como recurso biológico, para explicar teorías, principios y leyes que han contribuido en los avances de las ciencias biológicas y sus aplicaciones en la agronomía y la creación de nuevas tecnologías que se aplican en la fitotecnia. Del aspecto social, el maíz significa trabajo, moneda, pan y religión para grandes conglomerados de humanos, representa bienestar social entre los pueblos que lo producen. Económicamente significa bienestar para los países autosuficientes, los múltiples usos como alimento humano directo o transformado en carne, leche, huevo y derivados, como insumo en la industria, por su amplia área geográfica, ya que se encuentra en más de 134 países dispersos en el mundo (84 % lo producen) y por su alto volumen de producción.

Reporta la siguiente clasificación taxonómica y características morfológicas:

<i>Reino</i>	: <i>Plantae</i>
<i>División</i>	: <i>Magnoliophyta</i>
<i>Clase</i>	: <i>Liliopsida</i>
<i>Subclase</i>	: <i>Commelinidae</i>
<i>Orden</i>	: <i>Poales</i>
<i>Familia</i>	: <i>Poaceae</i>
<i>Subfamilia</i>	: <i>Panicoideae</i>
<i>Tribu</i>	: <i>Andropogoneae</i>
<i>Género</i>	: <i>Zea</i>
<i>Especie</i>	: <i>mays</i>
<i>Nombre científico</i>	: <b><i>Zea mays</i></b>

La raíz, es un sistema radicular bien definido en tres estadios. Al germinar, emergen las raíces temporales o embrionales que nacen en el primer nudo, las raíces permanentes nacen en el segundo nudo de la plántula o nudo superior del mesocotilo y las raíces adventicias emergen de los nudos basales de la planta en el crecimiento activo.

El tallo, es una caña formada por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, grueso en la base y de menor grosor en los entrenudos superiores. El número de entrenudos es variable en las diferentes razas y variedades con un rango de 8 a 26 entrenudos; en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo hay una yema floral femenina que se extiende a lo largo del canalito. La altura del tallo es variable y es característica varietal, genética y ambiental, el rango varía de 0,30 a 5,5 m y su altura es el resultado del número y longitud de los entrenudos.

Las hojas, nacen en los nudos, en la parte inferior inmediata a las yemas florales femeninas. Su distribución es alterna a lo largo del tallo, sus partes son la vaina que envuelve al entrenudo y cubre a la yema floral, lamina o limbo de tamaño variable en largo y ancho con una nervadura central bien definida, el haz o parte superior con pequeñas vellosidades, el envés o parte inferior lisa sin vellosidades, la lígula o lengüeta en la base de la hoja, parte pergaminosa, también en la base esta la aurícula que envuelve al entrenudo.

Es una planta monoica de flores unisexuales separadas y bien diferenciadas en la misma planta. Las flores que producen los granos de polen, en donde está el gameto masculino, se localizan en la inflorescencia terminal llamada panícula, panojan, espiga o maihuatl.

Los botánicos al fruto lo llaman cariósipide, los agricultores semilla y comúnmente se conoce como grano de maíz, biológicamente el fruto es el ovario desarrollado y la semilla es el ovulo fecundado, desarrollado y

maduro. El fruto se encuentra insertado al raquis constituyendo hileras de granos o carreras cuyo conjunto forman la mazorca.

La mazorca, es la espiga cilíndrica formada por el grano, el olote, el pedúnculo y la cubierta o totomoxtle debe cubrir bien a la mazorca para protegerla de la humedad y del ataque de plagas y enfermedades, el pedúnculo debe ser largo y flexible, que permite que la mazorca sea colgante para protegerla del pájaro y los demás daños.

### **2.1.3. Condiciones edafoclimáticas**

#### **Clima**

Canales (2011) sostiene que la temperatura para la siembra del maíz es 10 °C, para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18 °C como mínimo. De todo esto se deduce que es planta de países cálidos, con temperatura relativamente elevada durante toda su vegetación. La temperatura más favorable se encuentra próxima a los 15 °C.

Noriega (1990) indica que el maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C, bastante incidencia de luz solar y en climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para la germinación de la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8 °C y a partir de 30 °C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C.

Se considera suficiente una estación de lluvia con 700 a 1000 m, los cuales deben estar bien distribuidos.

Navarro (1985) menciona que la temperatura para el maíz está comprendido entre 10 °C a 32 °C y a mayor temperatura mayor velocidad de crecimiento y más corto el plazo de madurez.

## Suelo

Canales (2011) sostiene que el maíz se adapta a diferentes tipos de suelos. Prefiere pH comprendido entre 6 y 7, pero se adapta a condiciones de pH más bajo y más elevado, e incluso en terrenos calizos, siempre que el exceso de cal no implique el bloqueo de microelementos.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación –FAO- (1986) recomienda suelos franco-limosos o franco - arcillosos, fértiles y profundos, ricos en materia orgánica con buena capacidad de retención de agua, pero bien drenados para no producir encharques que originen asfixia radicular. El pH debe estar entre 5,5 y 7,5 son los que mejor se adaptan algo más bajo ó algo más alto. Por encima de pH 8 este cultivo se desarrolla muy mal.

Cook (1985) menciona que el maíz no es exigente en calidad de los suelos, pues crece y desarrolla en amplia gama de estos, produciendo mejor en suelos franco arcillosos, bien drenados, el contenido de materia orgánica abundante y además que tenga una buena disponibilidad de nutrientes, asimismo se debe descartar para su cultivo suelos arcillosos, pesados y fríos por poseer condiciones adversas de aireación y permeabilidad.

### 2.1.4. Maíz morado

MONOGRAFIAS (2011) indica la siguiente información acerca del maíz morado. Nombre científico: *Zea mays* L. Variedades: Morado Canteño: variedad nativa, altura de 1.8 - 2.5 m, floración a los 110 - 125 días. Morado Mejorado(derivados de Caraz): PVM-581, para siembra en sierra media con un rendimiento de 7.6 t/ha; PVM-582, para costa central, altura cercana a los 2m, precocidad de floración masculina, 90 a 100 días. Morado Caraz, usado para siembra en sierra. Arequipeño(var. Tradicional), color de tusa no es intenso, presenta mucha variabilidad puede ser mejorado, es más precoz que los anteriores. Cuzco Morado,tardío, granos grandes dispuestos en mazorcas de hileras bien definidos. Negro de Junín, en la sierra centro y sur llegando hasta Arequipa.



Prefiere suelos profundos de textura franca a franco-arcilloso, con buena capacidad para retener humedad, no deben presentar problemas de drenaje; excesos de humedad son adversos a la acumulación de pigmentos en la mazorca. pH: 5 - 8.

Se adapta a diversos climas de costa y sierra (según las distintas variedades). Altura de siembra: 1 200 – 4 000 msnm.

La época de siembra, de agosto a octubre en la sierra y de abril a septiembre en la costa, el distanciamiento de 3 semillas / golpe, 0,70 m entre surcos y 0,55 m entre golpes. Para siembra en hilera: una planta cada 0,15 m y 0,80 m entre surcos.

Se recomienda riego por gravedad, cada 10 a 12 días; esto varía según el clima y tipo de suelo. Priorizar riegos durante la floración y panojamiento. Volumen de agua: 8 000 a 10 000 m<sup>3</sup>/ha.

Es recomendable hacer una aplicación de 10 toneladas de materia orgánica a la preparación de terreno.

Manual Técnico (1998) menciona las características de la variedad de la variedad Negro Canaán-Cuzco

Origen: Perú y Bolivia

Mazorca: Cilíndrica, tamaño grande, color morado

Grano: Morado, mediano plano

Peso de 100 granos: 120- 140 gramos.

Marlo o tusa: Morado grosor intermedio

Altura de la planta: 2 a 2.50 metros.

Días a la floración: 80 -100 días

Días a la madurez: 120 – 150 días

Adaptación: Desde el nivel del mar hasta los 4 000 m.s.n.m.

Ciclo vegetativo: semi precoz

Rendimiento: 7 t/ha.

### 2.1.5. Rendimiento

MONOGRAFIAS (2011) indica que alcanza un rendimiento de 3 000 - 5 000 kg/ha, dependiendo del nivel tecnológico.

AYUDAPROYECTO (2008) respecto a las principales zonas de producción y rendimiento se tiene:

INCAGRO (2001) indica que el rendimiento del cultivo de maíz morado en las diferentes regiones se detalla en el cuadro siguiente:

**Cuadro 1. Rendimiento de maíz morado t/ha**

<b>LUGAR</b>	<b>RENDIMIENTO t/ha</b>
Ancash	4.4
Arequipa	4.6
Cajamarca	8.4
Huánuco	7.1

**Cuadro 2. Rendimientos en kg x ha por Región**

REGION	2005	2006	2007
ANCASH	4 430	4473	4 635
AREQUIPA	4547	4685	4 968
AYACUCHO	3795	3 924	3899
CAJAMARCA	7040	8 388	6 579
HUANUCO	6 962	7 104	7 160
ICA	6 480	4 351	5 333
LAMBAYEQUE	0	3 000	0
LIMA	3 528	2 960	3 140
MOQUEGUA	0	5 666	8 063

Fuente: PALLASCA (2010) indica que el maíz morado en el 2005 la producción ascendió a 6247 toneladas, mientras que la superficie nacional fue de 1263 ha, obteniéndose un rendimiento promedio de 4.9 t/ha.

#### **2.1.6. Antecedentes**

Estación Experimental Agraria Canaán – Cuzco (2010) en investigación sobre sistemas de producción con abonos orgánicos en la producción de maíz morado negro Canaán INIA, asociado con frijol, con la densidad de 50 000 plantas de maíz, encontró rendimientos de 6,89 t/ha, y en monocultivo rendimiento de 9,95 t/ha, con 5 semillas al momento de la siembra quedando 3 plantas por golpe después del desahije, con una población de 82 000 plantas por hectárea.

Comercio Internacional del Maíz Morado (2010) , establece que la época de siembra del maíz morado es de agosto a octubre en la sierra y de abril a setiembre en la costa, la zona de siembra se localiza entre 1 200 a 4 000 msnm la densidad es aproximadamente de 82 000 plantas/ha, en cuanto al

periodo vegetativo se cosecha a los 40 'o 50 días después de la floración que generalmente ocurre de los 90 a 140 días después de la siembra según la variedad, los rendimientos para Huánuco es de 7,1 t/ha.

MINAG- Agencia Agraria - Cajabamba (s/f), respecto al rendimiento en mazorca y grano, destacó la variedad PMV-581 con un rendimiento de mazorca con 5 586 t/ha y de tuza 1 198 t/ha las principales variables estudiadas presentaron Color Valué: En ambas localidades, la variedad INIA Cajamarca presentó los más altos valores (88 en San Felipe y 91 en Chuquibamba); seguidos por la variedad PMV-582; ocupando en promedio el último lugar la variedad local. Peso de coronta: en Chuquibamba la variedad PMV-581 presentó el mayor peso con 28 g, seguido por la variedad local con 22 g mientras que en San Felipe el mayor peso de coronta lo presentó la variedad local con 17 g, peso de mazorca: en Chuquibamba la variedad PMV-581 presentó el mayor peso con 132 g, mientras que en San Felipe fue la variedad Canta con 116 g la de mayor peso, siendo la variedad INIA Cajamarca la que presentó el menor valor.

La variedad PMV-581 destaca en las características evaluadas para ambas localidades, pero si bien la variedad INIA Cajamarca tiene el más alto valor valué, sin embargo tiene el menor peso de mazorca, lo que se reflejaría en un menor rendimiento.

El incremento inmediato de rendimiento unitario se consigue mediante la aplicación de fertilizantes. La cantidad de fertilizante a aplicar depende principalmente de la densidad de la plantación, del tipo de suelo y de su fertilidad.

El cultivo del maíz morado PMV-581 tiene requerimientos altos de potasio, nitrógeno, magnesio y calcio, entre otros nutrientes, cuyas dosis por periodo de cultivo es: a la siembra 195.65 kg de Urea, 217,39 kg de Súper fosfato Triple y 100 kg de Cloruro de Potasio; al aporque 195,65 kg de Urea;

al inicio de la floración 195,5 kg de Urea, haciendo un total de 586,96 kg de Urea.

Justiniano (2010) en investigación concluye y describe los días transcurridos (dds) y las etapas fenológicas del maíz morado en sus diferentes estados de crecimiento (Estado Vegetativos y Estados Reproductivos), para la variedad mejorada PMV 581 de la siguiente manera:

### **Estado de desarrollo vegetativo**

- VE Emergencia 7 dds
- V2 Dos hojas desplegadas 9 dds
- V4 Cuatro hojas desplegadas 22 dds
- V6 Seis hojas desplegadas 43 dds
- V8 Ocho hojas desplegadas 62 dds
- V10 Diez hojas desplegadas 79 dds
- V12 Doce hojas desplegadas 84 dds
- V14 Catorce hojas desplegadas 89 dds
- V16 Dieciséis hojas desplegadas 93 dds
- VT Floración masculinas 96 dds

### **Estado de desarrollo reproductivo**

- R1 Floración femenina 102 dds
- R2 Estado de grano perlita 116 dds
- R3 Estado de grano lechoso 129 dds
- R4 Estado de grano masoso o pastoso 136 dds
- R5 Estado de grano dentado 150 dds
- R6 Madurez fisiológica 179 dds

Roque (2013) en investigación, efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del maíz morado variedad mejorada PMV-581 (*Zea mays* L.) y en las propiedades químicas del suelo en condiciones edafoclimáticas del

instituto de investigación frutícola y olerícola – 2013, indica 16,65 centímetros de longitud de las mazorcas, diámetro de 5,3 centímetros; 4,53 kilogramos de peso en las áreas netas experimentales y rendimientos de 8 101 a 8 379 kilogramos por hectárea, concluyendo que los abonos orgánicos influyen en las propiedades física y químicas del suelo, haciendo disponible los elementos esenciales para la planta.

### **2.1.7. Fases fenológicas o de desarrollo del maíz**

Hanway (1993), dice que el campo de maíz, es una comunidad de producción donde hay muchos millares de fábricas altamente organizadas y altamente eficientes, sea por hectárea o por acre, donde básicamente, la materia prima para la fábrica (planta) es el agua, nutrientes minerales del suelo, dióxido de carbono y oxígeno.

La organización interna que transforma esas materias primas en productos útiles (producción) es alimentada de energía por la luz solar. Los productos denominados materia seca, consisten de diversas combinaciones de carbohidratos, proteínas, aceites y otros nutrientes minerales.

Aunque la naturaleza proporciona una gran parte de la influencia ambiental en el crecimiento y rendimiento del maíz, un productor de maíz puede manipular el ambiente con prácticas agronómicas. Esas operaciones incluyen labranzas, fertilización del suelo, riego, control de malezas, control y plagas y muchas otras prácticas.

### **2.1.8. Etapas de desarrollo vegetativo**

Hanway (1993) divide el desarrollo de la planta de maíz en estados de desarrollo vegetativo (V) y estado de desarrollo reproductivo (R), donde a cada estado de desarrollo lo subdivide en diferentes etapas:

## Estado de desarrollo o fases fenológicas del maíz.

### Estado vegetativo

VE - Emergencia

V1 -Primera hoja

V2 - Segunda hoja

V3 - Tercera hoja

V6 - Sexta hoja

V9 - Novena hoja

V12- Duodécima hoja

V15- Décima quinta hoja

V18- Décima octava hoja

VT- Floración masculina

### Estado reproductivo

R1-Fioración femenina

R2-Grano perlita

R3-Grano lechoso

R4-Grano masoso

R5-Grano dentado

R6-Madurez fisiológica

### A. Estado de desarrollo vegetativo:

#### Germinación y emergencia (VE):

Bajo condiciones adecuadas de campo, la semilla sembrada, absorbe agua y comienza a crecer. Primero se elonga la radícula desde el grano hinchado, seguido por el coleoptilo con la plúmula encerrada (planta embrionaria) y luego las tres o cuatro raíces seminales. El VE (emergencia) finalmente logrado por la rápida elongación del mesocotilo que empuja al coleoptilo en crecimiento hacia la superficie del suelo, con el calor y condiciones húmedas ocurrirá la emergencia de la planta dentro de 4 -5 días después de la siembra, pero bajo condiciones frías o secas requieren de dos a mas semanas.

Con la emergencia y aparición del ápice del coleoptilo a la luz solar, se detiene el coleoptilo y la elongación del mesocotilo. En este momento el punto de crecimiento (ápice del tallo) de la planta es de 2,5- 3,8 centímetros, (1 -- 1.5' pulgadas) por debajo de la superficie del suelo y está localizado por encima del mesocotilo. Las hojas embrionarias se desarrollan rápidamente,

luego crece a través del ápice del coleoptilo y continua desarrollando la parte aérea de la planta.

La radícula y raíces seminales laterales (colectivamente denominado el sistema radicular seminal) comienza a crecer directamente de la semilla, y la profundidad del suelo en que inicialmente se desarrolla depende de la profundidad de siembra. Sin embargo el crecimiento de esas raíces disminuye pronto después del VE y virtualmente no existe en el estado V3 aunque el sistema radicular seminal continúa actuando durante la mayor parte de vida de la planta de maíz, su contribución más importante ocurre antes de establecer bien las raíces nodales.

Todas las raíces excepto la radícula, tiende inicialmente a crecer en ángulo de 25 a 30 grados desde la horizontal. Sin embargo el crecimiento inicial de la raíz radicular puede dirigirse en cualquier dirección (hacia arriba) orientándose por la semilla. El crecimiento radicular nodal comienza a girar más hacia abajo cuando aumenta la temperatura del suelo y el secado ocurren las capas superiores del suelo.

Estado V3: En este momento, los pelos radiculares crecen desde las raíces nodales y virtualmente cesa el crecimiento del sistema radicular seminal.

En este estado se desarrollan (forman) todas las hojas y brotes de la mazorca que crecen en la planta. Casi en V5, se estará completando esta formación de todas las hojas y se inicia el brote de la futura mazorca e indica una floración masculina microscópicamente pequeña en la punta del ápice del tallo. El ápice de inicio del tallo solo está por debajo o en la superficie del suelo, aunque la altura total de la parte aérea de la planta es casi 20 cm (8 pulgadas).

Estado V6: En el estado V6, el punto de crecimiento y floración masculina están sobre la superficie del suelo y el tallo inicia un periodo de mayor crecimiento y elongación. Por debajo del suelo, el sistema radicular



nodal es ahora el principal del sistema radicular en funcionamiento, con grupos de raíces que se desarrollan de tres a cuatros nodos más bajos del tallo.

Algunos brotes de la mazorca o vástagos, que inicialmente son muy similares, es visible en este momento. Los macollas generalmente se forman en los nodos que se originan por debajo de la superficie del suelo; y la cantidad y número de macollas variaran con la selección del híbrido, densidad de planta, fertilidad y otras condiciones ambientales.

En el estado V8 ya puede haber ocurrido la degeneración y pérdida de dos o más hojas más pequeñas.

Estado V9: En este estado se observa varios brotes de la mazorca cuando seccionamos una planta. Un brote de la mazorca (potencial mazorca) se desarrollara desde cada nodo de la parte aérea, excepto los últimos seis a ocho nodos por debajo de la floración masculina. Inicialmente, cada brote de la mazorca se desarrolla más rápido que el brote de la mazorca originado encima, sobre el tallo. Sin embargo, eventualmente disminuye el crecimiento de muchos brotes de la mazorca del tallo inferior solo uno o dos brotes de la mazorca superior se desarrollaran en una mazorca cosechable. Los híbridos que producen una o más mazorcas cosechables en el tallo principal es denominado prolífico. La tendencia de mostrar una planta prolificidad aumenta con una menor densidad de siembra. Asimismo, la floración masculina comienza a desarrollarse rápidamente y el tallo continúa una rápida elongación. La elongación del tallo ocurre por la elongación de sus entrenudos, y cada entrenudo comenzara la elongación antes del entrenudo que está encima de él.

En el V10: Se acorta el tiempo entre la aparición de los nuevos estados de la hoja, generalmente ocurre cada dos o tres días. Pero en este estado V10, la planta de maíz comienza un rápido incremento constante en

la acumulación de nutrientes y peso seco, que continuara hasta estados reproductivos muy avanzado.

Estado V12: Aunque los brotes cortos (potenciales mazorcas) se formaron justo antes de la formación de la floración masculina (V5), el número de óvulos (potenciales gránulos) de cada mazorca y el tamaño de mazorca se determinan en el estado V12. Asimismo se establece el número de hileras de granos por mazorca, pero esta determinación del número de granos por hilera no estará completa hasta casi una semana desde la floración femenina a casi V17. En este momento, el brote superior de la mazorca es aún más pequeño que los brotes inferiores de la mazorca; sin embargo, muchas de las mazorcas superiores son casi del mismo tamaño.

Estado V15: La planta de maíz en V15 está aproximadamente de 10 - 12 días alejados de estado de floración femenina. Este estado es el principio del periodo más crucial de desarrollo de la planta en términos de determinación de rendimiento; el desarrollo de la mazorca superior es mayor que las mazorcas inferiores, en este momento emergen nuevas hojas cada 1 - 2 días, y las mazorcas están empezando a crecer más aceleradamente.

En el estado V17, las mazorcas pueden haber crecido bastante que son visibles sus puntas en la punta de las vainas de la hoja que le rodea. En el V17 también puede ser visible la punta de la floración masculina.

Estado V18: En la mazorca, primero se desarrollan los estigmas de la base de la mazorca (son los primeros en emerger) y en forma escalonada se desarrollan subiendo desde la base hasta la punta de la mazorca. Las raíces de apoyo, también denominado raíces nodales, se desarrollan en este momento. Ellos ayudan al apoyo de la planta y toman de las capas superiores del suelo el agua y nutrientes durante los estados reproductivos. La planta de maíz en este estado, está alejado casi una semana de la floración femenina y continua rápidamente el desarrollo de la mazorca.

Estado de VT: El estado de VT, es iniciado cuando la rama final de la floración masculina es completamente visible y las floraciones femeninas aún no han emergido. El VT comienza aproximadamente a los 2 - 3 días después de la emergencia de la floración femenina, durante ese tiempo la planta de maíz casi alcanzará su altura total y comienza el desprendimiento del polen. El tiempo entre el VT y R1 puede fluctuar considerablemente dependiendo de las condiciones del híbrido y del ambiente. En condiciones de campo, el desprendimiento del polen generalmente ocurre al final de la mañana y principios de la tarde.

#### **2.1.9. Etapa de desarrollo reproductivo:**

Estado R1 (Floración femenina): El R1 comienza cuando la floración femenina es visible afuera de las vainas. La polinización ocurre cuando los granos de polen en caída son capturados por esas nuevas floraciones femeninas húmedas. Un grano de polen capturado se desarrolla en casi 24 horas dónde ocurre la fertilización del óvulo y el óvulo se convierte en grano. Generalmente, se requiere de 2 - 3 días para que todas las floraciones femeninas de una mazorca sean expuestas y polinizadas. Las floraciones femeninas crecen desde 2.5 - 3.8 cm. cada día y continúan alargándose con la fertilización.

El óvulo en el R1 o grano está casi completamente rodeado de los materiales de la mazorca que le rodea (denominado técnicamente las glumas, lemas o paleas) y es de color blanco en la parte externa. El material interno del grano R1 es claro y tiene muy poco fluido presente. El embrión o germen aún no es viable cuando es seccionado con una hoja de afeitar. El pedúnculo y la chala alcanzan su tamaño completo en los estados R1 y R2.

Estado R2 (Grano perlita): El caquis (coronta) de la espiga, las espigas y el pedúnculo están totalmente desarrollados. El almidón recién ha comenzado a acumularse en el endospermo y los granos han comenzado a

aumentar rápidamente de peso. Esta acumulación rápida de peso seco continuara hasta el estado de grano dentado, aproximadamente.

Las plantas continúan absorbiendo N y P en forma rápida, pero ha comenzado la pérdida de ambos elementos en otras partes de la planta en beneficio de la producción del grano. El coleoptilo primera hoja y radícula han sido iniciado en el embrión del grano.

Esta etapa es el comienzo del rápido incremento en peso del grano. Donde sea posible, debe regarse para asegurar la humedad adecuada para la producción de grano. La pérdida de las hojas por granizo y otras condiciones desfavorables en esta etapa producirá granos vacíos, generalmente en el ápice de la mazorca.

Estado R3 (Grano lechoso): El grano muestra el color amarillo en la parte externa, y el fluido interno es ahora blanco lechoso debido a la acumulación del almidón. Aunque el desarrollo es 22 inicialmente lento, ahora, el embrión crece rápidamente y es fácilmente observado. Muchos de los granos R3 han crecido afuera de los materiales de la mazorca que le rodea y la floración femenina en este momento es marrón y seco o está secándose.

Los granos ahora están con una alta tasa de acumulación de materia seca y tienen casi un 80 % de humedad. Las divisiones celulares dentro del endosperma esta esencialmente completo cimiento es principalmente debido a la expansión celular y llenado de las células con almidón.

Estado R4 (Estado masoso o pastoso): Continua la acumulación del almidón en el endosperma ahora causado por el fluido lechoso interno hasta engrosarse en una planta consistente. Generalmente, en este tiempo han formado cuatro hojas embrionarias y el embrión R4 ha aumentado notablemente en tamaño desde el estado R3. El color de la cáscara de la

mazorca es rojo claro a rosada debido al cambio de color de los ingredientes que le rodean (lemas y paleas).

A la mitad del R4, el ancho lateral del embrión se alargará en más de la mitad del grano. El fluido se reduce y aumenta los sólidos incrementándose dentro del grano en este momento produce una consistencia masosa. Justo antes del R6, los granos juntos con la longitud de la mazorca comienzan a detenerse o secarse en las puntas. La quinta o última hoja embrionaria en este momento se ha formado las raíces laterales seminales. Esas cinco hojas embrionarias son las mismas primeras hojas que aparecen en la siguiente etapa después de la germinación y en el VE.

Estado RS (Grano dentado): En el R5, todos o casi todos los granos son dentados o en dentición y la cáscara de la mazorca es de color rojo oscuro. Los granos están desecándose comenzándose en la parte superior donde se forma una pequeña capa blanca dura. Esta capa de almidón aparece brevemente después de la detención como una línea transversal al grano cuando es observado desde el lado opuesto del embrión. En la madurez; la capa dura del almidón y la línea avanzaran hacia la base del grano. Pues, el almidón acumulado esta duro por 23 encima de la línea pero aun suave por debajo de la línea y la presión con los dedos puede ayudar su detección.

Estado R6 (Madurez fisiológica): El estado R6, es alcanzado cuando todos los granos de la mazorca han alcanzado su máxima peso seco o máxima acumulación de materia seca. La capa dura del almidón ha avanzado completamente en la mazorca y ha formado la capa de abscisión negra o marrón. Esta formación negra de la capa ocurre progresivamente desde la punta de los granos de la mazorca a los granos basales en la mazorca. También es una buena indicación de máximo peso seco (madurez fisiológica), y señales del fin de crecimiento del grano para esta época. Las cáscaras y muchas hojas no pierden su color verde en forma progresiva hasta quedar secas y la planta ya está muerta.

### **2.1.10. Materia orgánica de los suelos (MOS)**

Kononova (1982) la materia orgánica de los suelos (MOS), es una acumulación de materia de plantas muertas, residuos de animales y plantas parcialmente descompuestas y re-sintetizadas. Las hojas frescas y raíces muertas se descomponen rápidamente y las semillas, pastos, hojas de árboles, bacterias, hongos y actinomiceto son parte de la mezcla compleja llamada MOS y comprenden un porcentaje muy pequeño por unidad de masa del total de ella.

La porción principal de la parte del suelo la representan las sustancias húmicas, las cuales constituyen del 85 al 90 % de la reserva total del humus de los suelos minerales.

La materia orgánica es un indicador de la calidad del suelo, tanto en el área agrícola como ambiental, con funciones tales como secuestro del carbono y calidad del aire. El humus de la materia orgánica es el responsable de aumentar la capacidad de intercambio catiónico debido a la presencia de los grupos carboxílicos e hidroxilos en su compleja estructura; de igual forma el material fresco no descompuesto contribuye a las propiedades físicas del suelo como la formación de agregados, ayudando a su estructura.

Entre las propiedades generales del humus asociadas con los efectos en el suelo se encuentran su color el cual facilita el calentamiento y posteriores procesos en el suelo, la retención de agua que ayuda a prevenir el secado y contracción mejorando la humedad en suelos arenosos, la combinación con las arcillas minerales que permite el intercambio gaseoso, estabilizar la estructura y aumentar la permeabilidad de los suelos, su capacidad de formar quelatos lo que hace posible mantener la disponibilidad de los elementos trazas para las plantas superiores, su solubilidad en agua impidiendo su pérdida por lixiviación, su relación amortiguadora con el pH que ayuda a mantener uniformes las reacciones del suelo, su estructura

molecular permite aumentar la capacidad de intercambio catiónico del suelo entre un 20 a un 70 % , su descomposición produce  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$  ,  $\text{NO}_3^-$  ,  $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{SO}_4^{2-}$  , los cuales son fuentes de elementos nutrientes para las plantas en crecimiento. Su capacidad de combinarse con moléculas orgánicas afecta la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de pesticidas modificando la tasa de aplicación de pesticidas para un control efectivo de los mismos.

La contribución de la materia orgánica a la productividad de los suelos ha sido reconocida en la agricultura tradicional ya que ella tiene un papel fundamental en la fertilidad de los suelos, sus beneficios potenciales puede resumirse en: 1. Es una fuente de nutrimentos inorgánicos a las plantas, 2. Sirve como sustrato de microorganismos, 3. Es un material de intercambio iónico, 4. Es un factor de agregación del suelo y desarrollo radical y en consecuencia es un factor conservador del suelo y aguas. La materia orgánica es un componente importante de la calidad del suelo que determina muchas características como la mineralización de nutrientes, la estabilidad de los agregados, la traficabilidad, la captación favorable de agua y las propiedades de retención (Hernández *et al* 2007).

#### **2.1.11. Compost**

Guerrero (1993) menciona que es un abono orgánico que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animal que han sido descompuestos bajo condiciones aeróbicas controladas, también se le conoce con el nombre de “tierra verde” o “mantillo”. 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.

El compostaje es un método biológico que transforma desechos orgánicos de distintos materiales con la participación de microorganismos, en un producto relativamente estable y rico en sustancias similares al humus del suelo, cuyo uso se ha incrementado en los últimos años como alternativa efectiva para mejorar la productividad y la calidad de los suelos (Claassen y Carey 2004). Se trata de un proceso bio-oxidativo bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y oxígeno (García 1990).

El interés por conocer la calidad de una enmienda orgánica previo a su incorporación al suelo, plantea la utilización de técnicas e índices, para evaluar la calidad y asegurar evitar efectos indeseables tales como, inmovilización de nitrógeno, que ocurre usualmente cuando no hay una transformación completa de los materiales celulósicos, presencia de niveles tóxicos de productos de metabolismo anaeróbico o compuestos alelopáticos y altos contenido de sales o metales pesados.

Diversos autores han establecido algunos niveles que permiten conocer el status de maduración de los residuos orgánicos ya compostados. Entre ellos la relación C/N, su contenido de humedad, el grado de humificación y otros. Es importante el que los residuos que se utilicen como enmendantes en suelos agrícolas sean sometidos al proceso de compostaje dado los problemas que se derivan al aplicarlos en forma cruda o sin descomponer.

Dumonet, *et. al* (2001) señala que la calidad del producto final, compost, va a depender de la calidad de los materiales del compostaje, los cuales deben estar libres de compuestos senobióticos y ser bajos en el contenido de metales trazas solubles porque afectan el proceso del compostaje.

Añasco (2011) manifiesta que el compost es un proceso biológico aeróbico (que necesita aire), mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener abono orgánico excelente para la agricultura.



El compost o abono orgánico es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión, la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas y que además son varios los tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar en las fincas ecológicas para tal fin.

Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA) Programa Huánuco (2007) menciona 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

El Compost tiene elementos principales que necesitan las plantas como: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre y otros micro elementos como: hierro, cobre, etc. Sirve para abonar los terrenos donde se cultivan para la producción de alimentos sanos sin contaminación que no daña a los consumidores ni al suelo y abarata el costo. Al ser abonado al terreno mejora la fertilidad del suelo, no empobrece por el contrario enriquece para los próximos sembríos y retiene más el agua de riego o de lluvia.

Agricultura Ecológica y Etnoedafología (2006) reporta que el compost es la descomposición controlada de materia animal y vegetal para producir una capa terrosa. Este abono orgánico o compost mejora la estructura y los nutrientes del suelo cuando se le agrega.

#### **2.1.12. Guano de isla**

Moreno (2000) sostiene que el guano de isla es la acumulación de las deyecciones de las aves marinas: guanay, piquero y alcatraz (pelicano). El principal alimento de estas aves marinas es por lo general la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, mache, sardinas, etc.

Ministerio de Agricultura (2007) reporta que el guano de las islas es el producto de la acumulación de deyecciones (estiércoles) de las aves marinas, como el guanay, piquero y el alcatraz (pelicano) que se alimentan de la anchoveta, pejerrey, lorna, jurel, liza, machete, sardinas, etc., formando así gigantescos laboratorios biológicos naturales (Islas Guaneras), que nos entregan el único fertilizante natural del mundo: "el guano de las islas del Perú"

Además manifiesta que usar el guano de islas es porque:

Mejora la textura y estructura de los suelos alto andino y selva alta; Incorpora nutrientes principales y oligoelementos, y no requiere agroquímicos; Incrementa los niveles de materia orgánica y microorganismos.

Permite una buena germinación de la semilla; las plantas crecen fuertes y vigorosas; se acorta el periodo vegetativo de los cultivos; incrementa la producción por hectárea de los cultivos instalados.

Incrementa la actividad microbiana de los suelos; preserva la salud humana, libre de productos químicos; solubles en agua, de fácil asimilación por las plantas; no deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas. Fertilizante natural completo no contaminante – Biodegradable.

Del Pilar (2007) dice que los guanos de aves, del Perú y Mozambique, provienen de acumulaciones de deyecciones de aves marinas, y constituyen excelentes abonos orgánicos naturales, libres de todo tipo de contaminación.

Chillcce (2004) indica que el guano de isla es un producto natural de polvo de granulación uniforme, color gris amarillento verdoso, con olores de vapores amoniacaes. Es el fertilizante natural más rico del mundo, solo comparable con el estiércol de murciélago. Menciona también que es un producto de las deyecciones de las aves marinas, enriquecido por diversos procesos bioquímicos al aire libre. En el antiguo Perú fue el abono agrícola

por excelencia. Se extrae de 22 islas y nueve puntas bajo la administración del proyecto especial Pro abonos del Ministerio de Agricultura.

WIKIPEDIA (2011) manifiesta que el guano (quechua: *wanu*) es el nombre que se le da a los excrementos de murciélagos y aves marinas cuando éstos se acumulan. Sostiene que los suelos deficientes en materia orgánica pueden hacerse más productivo si se le adiciona el guano. El guano está compuesto de amoníaco, ácido úrico, fosfórico, oxálico, y ácidos carbónicos, sales e impurezas de la tierra, que puede ser utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. A partir de la concentración de dichos componentes también se puede elaborar el superfosfato.

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

<b>Elemento</b>	<b>Formula/símbolo</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno	N	10 - 14 %
Fosforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10 - 12 %
Potasio	K <sub>2</sub> O	3 %
Calcio	CaO	8 %
Magnesio	MgO	0,50 %
Azufre	S	1,50 %
Hierro	Fe	0,032 %
Zinc	Zn	0,0002 %
Cobre	Cu	0,024 %
Manganeso	Mn	0,020 %
Boro	B	0,016 %

**Fuente:** Pro abonos 2007

Zavaleta (1992) “Efecto comparativo de la aplicación de un testigo (T) sin recibir guano ni estiércol, 560 kg de guano de isla (G), 5 000 kg de estiércol (E) y guano + estiércol (GE) combinado en ambas proporciones en el cultivo de papa (Kg/ha)”, encontró que la producción de

papa se incrementó significativamente con el tratamiento guano de isla + estiércol.

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

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

Montesinos, citado por Morales (2002) afirma que la aplicación de materia orgánica al suelo tiende a mejorar la estructura de este, ya que aumenta la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC); disminuye las pérdidas por lixiviación; es una reserva de nitrógeno del suelo; mejora las relaciones hídricas aumentando la infiltración y la retención de agua y su mineralización proporciona al cultivo un continuo aunque limitado suministro de N, P y S.

Adriano *et. al* (2007) indican que la materia orgánica mejoraba la fertilidad del suelo, así como la actividad biológica por un período de 10 meses, por lo que el estudio propone adicionar materia orgánica al menos cada 5 meses.

#### **2.1.13. Manejo de los macro y micronutrientes en la fertilización del maíz**

Dumonetet *et. al* (2001) manifiestan que los elementos nutritivos cumplen funciones esenciales y específicas en el metabolismo vegetal. Se ha comprobado hasta la fecha la existencia de dieciséis elementos indispensables para las plantas superiores: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl). En la

actualidad se investigan otros elementos, entre ellos cobalto, silicio, sodio, aluminio, níquel, vanadio, lantano y cerio, los cuales cumplen funciones en algunas especies. Es poco lo que se conoce, sin embargo, acerca de su utilidad en el caso del maíz.

Los elementos esenciales se clasifican en dos grupos: 1) Macronutrientes, utilizados por las plantas en cantidades comparativamente grandes: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg y S. 2) Micronutrientes, necesarios en proporciones mucho menores: Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo y Cl. En condiciones de exceso, la mayoría de los microelementos son perjudiciales a los cultivos. Los tejidos vegetales suelen contener muchos otros elementos que aparentemente no necesitan, alguno de ellos como tóxicos.

Las concentraciones de nutrientes minerales varían, tanto entre especies como entre cultivares. Dependen, además, del tipo de tejido y edad de la planta. La presente Tabla da una aproximación de las cantidades de nutrientes o dosis de fertilizante que pueden ser aplicadas a un cultivo de maíz está en función de los niveles de fertilidad del suelo, del potencial genético del cultivo y de las expectativas de rendimiento del agricultor.

La porosidad del suelo se incrementa por efecto del aumento de los micros poros y macro poros.

Cabrera (2001) la acumulación de macronutrientes en maíz es bastante baja durante los primeros 25-30 días del ciclo. A partir de este momento la acumulación de nitrógeno y potasio aumentan drásticamente hasta el momento de emergencia de la panícula, con tasas de acumulación tan altas como 5 kg/ha/día, y es por esta razón que el reabono o aplicación fraccionada de nitrógeno se recomienda en esta etapa (25-30 días).

Durante la fase de floración la acumulación de N y K prácticamente se detiene para reiniciarse en la etapa de desarrollo del grano. Es importante destacar que en esta etapa puede haber respuesta del maíz a la aplicación de nitrógeno especialmente en el caso del uso de cultivares de alto potencial de rendimiento. La acumulación de fósforo es bastante uniforme a lo largo

del ciclo de vida del maíz, alcanzando los más altos valores en la etapa de maduración del grano.

Los patrones o curvas de acumulación de nutrientes pueden utilizarse para identificar los momentos de máxima demanda nutricional o períodos crítico, a fin de poder satisfacer los requerimientos del maíz en los momentos oportunos.

Aunque la planta puede absorber en mayor o menor cantidad los elementos químicos que se encuentran en el suelo, en el caso de los elementos menores en el cultivo de maíz son esenciales aquellos que cumplen con las condiciones de deficiencia del elemento, que pueda impedir a la planta cumplir con su ciclo vegetativo o reproductivo y los que puedan estar directamente involucrados en la nutrición de la planta. En este sentido se mencionan algunas funciones donde son esenciales estos elementos en la plantas de maíz: el Fe y Mn en la fotosíntesis; el Zn, Mn y B como reguladores del crecimiento y maduración; Zn, Fe, Cu y B en la activación enzimática.

Todos los elementos menores aun cuando son requeridos en concentraciones menores por las plantas, la escasez de alguno de ellos limita el crecimiento y el rendimiento. La fertilización de los micros elementos debe ser manejada como cualquier otro insumo de producción y sus deficiencias se deben confirmar mediante el análisis de suelo, análisis foliar, síntomas visuales y pruebas de campo.

### **Nitrógeno**

Influye en el rendimiento y en la calidad, pues de él depende el contenido en proteínas del grano. Cuando la planta padece de N, disminuye el vigor, las hojas son pequeñas, las puntas de hojas toman color amarillo, que poco a poco se va extendiendo a lo largo de la nervadura central, dando lugar a una especie de dibujo en forma de V.

Al acentuarse la carencia de N, paulatinamente van poniéndose amarilla las hojas por encima de la primera. Cuando los daños son causados

por sequía, las hojas también se vuelven amarillas, pero entonces se produce el fenómeno en todas al mismo tiempo.

La absorción del N tiene lugar, especialmente, en las cinco semanas que transcurren desde diez días antes de la floración hasta veinticinco o treinta días después de ella. Durante estas 5 semanas la planta extrae el 75% de sus necesidades totales. Las mazorcas procedentes de plantas que han sufrido falta de nitrógeno tienen las puntas vacías de grano.

El maíz es planta que es muy sensible a la acción de los fertilizantes, tanto por aumento de producción como por la calidad del grano. En pocas plantas se nota una influencia tan clara del N aportado como fertilizante en la cantidad de proteínas del grano y, de la misma manera, una fertilización que quede corta en N nos dará con seguridad una disminución notable de la producción. Dada la importancia que tiene para la producción de la cosecha la existencia de N abundante diez o quince días antes de la floración, la aportación de N debe haber terminado en este momento y nunca retrasarse.

La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producto que se desee alcanzar así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 kg de N por ha.

Un déficit de N puede afectar a la calidad del cultivo. Los síntomas se ven más reflejados en aquellos órganos fotosintéticos, las hojas, que aparecen con coloraciones amarillentas sobre el ápice y se va extendiendo a lo largo de todo el nervio. Las mazorcas aparecen sin granos en las puntas.

### **Fosforo**

El ácido fosfórico favorece la fecundación y el buen desarrollo del grano y de las raíces.

En una carencia de fosforo, los pistilos emergen muy lentamente, lo que origina fecundaciones que dan mazorcas irregulares y que suelen tener carreras de granos rudimentarios.

La absorción del fosfórico por la planta es importante en las proximidades de la floración y continúa durante unos tres meses. Las cinco semanas de necesidades máximas de N coinciden con las de fosforo.

Sus dosis dependen igualmente del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El fosforo da vigor a las raíces, su déficit afecta a la fecundación y el grano no se desarrolla bien.

### **Potasio**

La carencia de potasa origina plantas muy débiles, y son muy sensibles al encamado, así como al ataque de los hongos.

En las plantas jóvenes se nota a veces la carencia de potasa en que las plantas toman tonalidades amarillas o amarillo – grisáceas, apareciendo algunas veces rayas o manchas amarillentas. Las puntas y los bordes de las hojas se secan y aparecen como chamuscadas o quemadas. La falta de potasa se nota en las mazorcas en que, quedan vacías las puntas. El maíz necesita las dos terceras partes de la potasa durante el mes que transcurre desde quince días antes hasta quince días después de la floración.

Debe aplicarse en una cantidad superior a 80-100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135-160ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a los ataques de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada. Las mazorcas no granan en las puntas.



## 2.2. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 2.2.1. Hipótesis general

Si aplicamos nutrientes orgánicos en el cultivo del maíz morado (*Zea mays* L.) PMV-581, entonces tendremos efectos significativos en el desarrollo vegetativo y reproductivo en condiciones edafoclimáticas del distrito de Pillcomarca-Huánuco.

### 2.2.2 Hipótesis específicas

- a) Si aplicamos compost al cultivo de maíz morado entonces tendremos efectos significativos en la fase del desarrollo vegetativo y reproductivo.
- b) Si aplicamos guano de isla al cultivo de maíz morado entonces tendremos, efectos significativos en la fase del desarrollo vegetativo y reproductivo.

## 2.3 VARIABLES

### 2.3.1 Variable independiente

Nutrientes orgánicos

#### Sub variables

Compost

Guano de islas

### 2.3.2 Variable dependiente

Desarrollo vegetativo

Desarrollo reproductivo

#### Sub variables para desarrollo vegetativo

Germinación y emergencia

#### Sub variable para desarrollo reproductivo

Floración femenina

Madurez fisiológica

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Se desarrolló en la provincia de Huánuco, distrito de Pillco Marca y localidad de Cayhuayna en el Instituto de Investigación Frutícola y Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias UNHEVAL - Huánuco.

<b>Posición geográfica</b>	:
Latitud Sur	: 08° 36' 17"
Longitud Oeste	: 77° 08' 40"
Altitud	: 1920 msnm.
<b>Ubicación política</b>	:
Región	:Huánuco
Provincia	:Huánuco
Distrito	:Pillco Marca
Localidad	:Cayhuayna

Según el Mapa Ecológico del Perú, Cayhuayna se encuentra en la zona de vida monte espinoso Pre Montano Tropical (mte-PMT), cuyas características son las siguientes: biotemperatura media anual máxima de 24,5 °C y la mínima 18,8 °C. El promedio de la precipitación total anual de 532,8 mm y el promedio mínimo 226,0 mm. La relación de evapotranspiración varía entre 2 a 4 veces la precipitación y el potencial de evapotranspiración total anual varía entre 1414 y 1600 mm ubicadas en las zonas de vida como monte espinoso; la provincia de humedad es semiárida, según reporta el Instituto de Investigación Frutícola y Olerícola de la Facultad de Ciencias Agrarias UNHEVAL Huánuco (2016).

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

### **3.2.1 Tipo de investigación**

Es aplicada por que permitió aplicar las teorías científicas existentes sobre nutrición orgánica, fase de desarrollo vegetativo, y reproductivo, y el rendimiento del maíz, para solucionar el problema de rendimiento que tienen los agricultores dedicados al cultivo del maíz en Cayhuayna.

### **3.2.2 Nivel de investigación**

Es experimental porque se manipuló la variable independiente Nutrición Orgánica y se midió su efecto en la variable dependiente desarrollo vegetativo y la producción de maíz morado comparándolo con un testigo (Sin aplicación de abonos).

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

### **3.3.1 Población**

La población estuvo constituida por 432 plantas de maíz por experimento y 36 plantas (golpes) por parcela experimental.

### **3.3.2 Muestra**

Estuvo representado por 120 plantas como unidades experimentales de las áreas netas experimentales y por cada área neta experimental 10 plantas (golpes).

### **3.3.3 Tipo de muestreo**

Probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las plantas de maíz tuvieron la misma posibilidad de ser integrante de la muestra.

### 3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los factores fueron los nutrientes orgánicos y los tratamientos estuvieron constituidos por dos tipos de abonos orgánicos y un testigo sin abono que se indica a continuación.

**Cuadro N° 01.- Factores y tratamientos en estudio**

Factores	Tratamientos	(kg/ha)
Nutrientes orgánicos	NO1 = Compost	5 000 kg/ha.
	NO2= Guano de isla	560 kg/ha.
	NO3= Testigo	0,00 kg/ha.

Fuente: Zavaleta A. 1992: Edafología. Lima Perú y JVR-2017, quien recomienda incorporar MO hasta 4%

Se procedió a la distribución de los tratamientos por cada bloque de tal forma que no se repita ningún tratamiento en los bloques, para una efectiva distribución en el campo experimental, en el cuadro adjunto se indica la clave respectiva y el registro de datos.

**Cuadro N° 02.- Aleatorización de los tipos de abonos**

CLAVE	TIPOS DE ABONO	ALEATORIZACION			
		I	II	III	IV
NO <sub>1</sub>	Compost	101	103	102	103
NO <sub>2</sub>	Guano de isla	102	101	103	101
NO <sub>3</sub>	Testigo	103	102	101	102

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación.

Experimental, en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 3 tratamientos, 4 repeticiones; haciendo un total de 12 parcelas experimentales.

##### a. Modelo aditivo lineal

El análisis se ajustará al siguiente modelo aditivo lineal.

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

**Donde:**

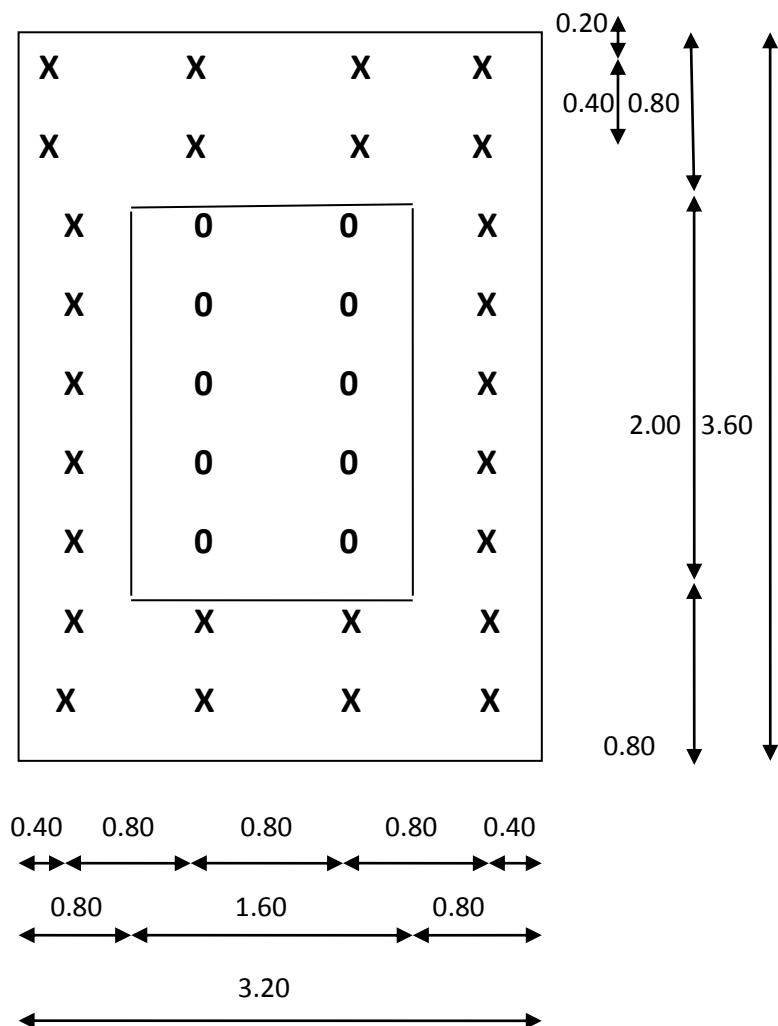
$Y_{ij}$	=	Observación de la unidad experimental
$u$	=	Media general
$T_i$	=	efecto del $i$ – ésimo tratamiento
$B_j$	=	Efecto del $j$ – ésimo repetición
$E_{ij}$	=	Error aleatorio

##### b. Esquema del Análisis estadístico

El esquema del análisis estadístico es el Análisis de Variancia ANDEVA al 0,05 y 0,01 de nivel de significancia para repeticiones y tratamientos y para la comparación de los promedios en tratamientos, la Prueba de DUNCAN al 0,05 y 0,01 de nivel de significación.

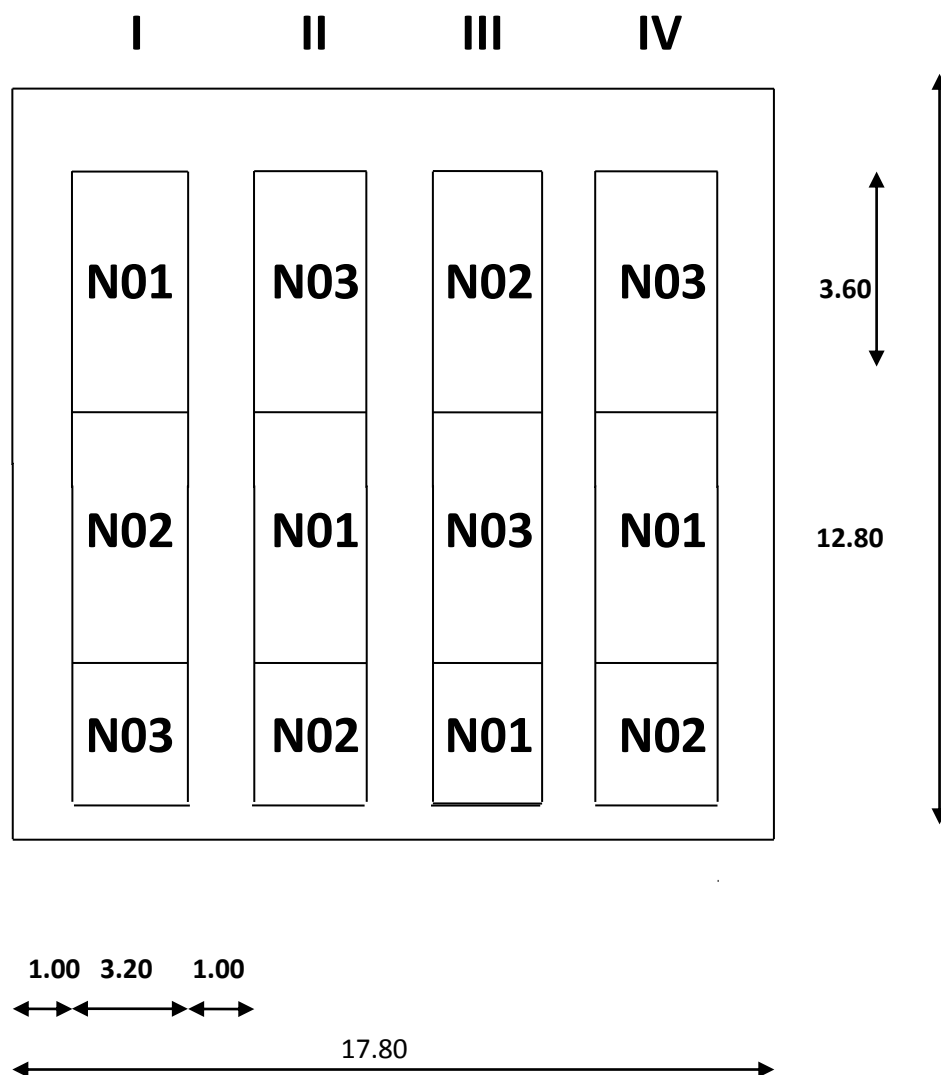
**Cuadro N° 3.- Esquema de análisis de variancia para el diseño (DBCA)**

<b>Fuente de Variación (F.V.)</b>	<b>Grados de Libertad (GL)</b>	<b>CME</b>
Bloques (r – 1)	<b>3</b>	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos (t – 1)	<b>2</b>	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error experimental (r – 1) (t – 1)	<b>6</b>	$\alpha^2 e$
<b>TOTAL (r t – 1)</b>	<b>11</b>	



**Fig.01. Croquis de la parcela experimental**

**ESC: 1:50**



**Fig.02. Croquis del campo experimental**

Esc: 1/200



### **Características del campo experimental**

#### **Campo experimental**

A: Longitud del campo experimental	:	12,80 m.
B: Ancho del campo experimental	:	17,80 m.
C: Área de caminos	:	89,60m <sup>2</sup>
D: Área total del campo experimental	:	227,84m <sup>2</sup>

#### **Característica de los bloques**

A:Número de bloques	:	4
B: Tratamiento por bloque	:	3
C: Longitud del bloque	:	10,80 m.
D: Ancho de bloque	:	3,20 m.
E: Área total del bloque	:	138,24 m <sup>2</sup>
F: Ancho de las calles	:	1, 00 m.

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

A: Longitud de la parcela	:	3,60 m.
B: Ancho de la parcela	:	3,20 m.
C: Área total de la parcela	:	10,24 m <sup>2</sup> .
D: Área neta de parcela	:	3,20 m <sup>2</sup> .
E: Total de golpes por parcela	:	36

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

A. Longitud de surcos por parcela	:	3,60 m.
B. Distanciamiento entre surcos	:	0,80 m.
C. Distanciamiento entre plantas	:	0,40 m.
D. Número de plántulas por golpe	:	4
E. Número de golpes/Área net. Exp.	:	10

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

#### **Técnicas bibliográficas**

##### **a) Análisis de contenido**

Se realizó el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficas leídos.

##### **b) Fichaje**

Se obtuvo la información bibliográfica para elaborar el marco teórico de las diferentes referencias bibliográficas y hemerográficas.

#### **Instrumentos bibliográficos**

##### **a) Fichas**

Para registrar la información producto del análisis de los documentos en estudio se utilizó registros o localización (fichas bibliográficas, hemerográficas e internet) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción, resumen, comentario y combinadas).

#### **Técnica de campo**

##### **a) La observación**

Se obtuvo información sobre las observaciones realizadas directamente del cultivo de maíz morado.

##### **b) Análisis de laboratorio**

Se realizó los análisis de suelo para obtener información sobre las características químicas del suelo, se tomó una muestra representativa de suelo, lo cual fue analizado en el laboratorio de la Universidad Nacional de Tingo María.

### **3.5.3 Datos a registrar**

#### **1. Desarrollo Vegetativo**

##### **a) Emergencia**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de semillas emergieron.

**b) Altura de plantas.-** Se tomaron las 10 plantas del área neta experimental y con la ayuda de una regla graduada se midió la altura, desde el ras del suelo hasta el ápice expresándose en cm

#### **2. Desarrollo reproductivo**

##### **a) Floración femenina**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % mostrara la flor femenina, para determinar la precocidad o tardanza del cultivo.

##### **b) Madurez fisiológica**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de mazorcas tuviera el grano lechozo, para determinar el fin del crecimiento de granos y la planta.

##### **c) Altura de plantas a la madurez fisiológica**

Se tomaron 10 plantas al azar del área neta experimental y con la ayuda de una regla graduada se midió la altura, desde el ras del suelo hasta el ápice expresándose en cm

##### **d) Tamaño de mazorca**

Se tomarán 10 mazorcas al azar de las plantas del área neta experimental de la parcela, se medirá el tamaño de la mazorca y se obtuvo el promedio expresado en cm

**e) Diámetro de mazorca**

De las 10 mazorcas tomadas al azar, del área neta experimental para medir el tamaño, se midió el diámetro y se obtuvo el promedio expresado en cm

**f) Peso de mazorca por área experimental**

Cuando las plantas de maíz alcanzaron la madurez de cosecha, se cosecharon y se pesaron y el promedio se expresó en kg

**g) Pesos de tuzas por área neta experimental**

Cuando las plantas de maíz alcanzaron el porcentaje de humedad adecuado (16 a 20%), se desgranaron y se pesaron las corontas del área neta experimental expresadas en kg

**h) Rendimiento por hectárea**

De todas las mazorcas de maíz del área neta experimental se determinaron el rendimiento transformándolo a hectárea a través de la regla de 3 simples.

**3.6. Conducción del experimento****Elección del terreno**

El terreno fue plano para evitar efectos en la conducción del cultivo, anteriormente estuvo cultivado con frejol. No se tomó muestras del suelo, porque se usó los análisis de la Ing. María Abanto previa autorización de su persona, quien analizó el área para su trabajo de investigación en el lote N° 8, en un área de 6 800 metros cuadrados.

### **Preparación del terreno**

Se realizó el 05-11-2016, para modificar la estructura del suelo a fin de lograr un ambiente adecuado para la siembra, emergencia y desarrollo posterior del cultivo.

Se realizó a tracción mecánica después de un riego de machaco, hasta que el suelo estuvo completamente mullido. Luego se procedió a nivelar, con la ayuda de una rastra, y cuando estuvo completamente nivelado se procedió a surcar el terreno, considerando el distanciamiento de 0,80 m entre surcos.

### **Siembra**

Se realizó el 09-11-2016, colocando 3 semillas por golpe a una distancia entre golpes de 0,40 m después del desahijé se dejó 2 plantas por golpe.

### **Deshierbos**

Se realizó a los 30 días de la siembra en forma manual, 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. Cabe mencionar que el deshierbo se realizó teniendo en cuenta el requerimiento del cultivo.

### **Abonamiento**

El primer abonamiento se realizó el 20-01-2017, antes de la siembra, utilizando 9,72 kg de Compost, 1,088 kg de Guano de Isla de acuerdo a los tratamientos de estudio por cada unidad experimental. El segundo se realizó al aporque, utilizando 270 gramos de Compost por golpe, 30 gramos de Guano de Isla por golpe, de acuerdo a los tratamientos de estudio por cada unidad experimental.

## **Riegos**

Se realizó 12 riegos por gravedad, a intervalos de 8 a 10 días, de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta en forma oportuna.

## **Aporque**

Se realizó el 28-02-2017, cuando la planta alcanzó una altura de 50 cm no muy profundo, con el objetivo de favorecer una adecuada humedad del terreno y propiciar un buen sostenimiento del área foliar, para evitar el tumbado y también prevenir el ataque de plagas y enfermedades.

## **Control fitosanitario**

Se realizó en forma preventiva, con evaluaciones oportunas para evitar la presencia de plagas y enfermedades.

Para el control de cogollero, se aplicó Sherpa en 4 aplicaciones de 10 ml/10 l, 15ml/15 l, 20ml/20 l, y 20ml/20 l, respectivamente. Para el control del mazorquero, se aplicó Sherpa en 3 aplicaciones a la dosis de 20ml/20 l, respectivamente.

## **Cosecha**

Se realizó el 10-04-2017, de todo el campo experimental estimando 30 % de humedad del maíz morado.

## IV. RESULTADOS

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

Para la comparación de los promedios de los tratamientos se aplicó la prueba de significación de Duncan al 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

### 4.1 Fase de desarrollo vegetativo

#### 4.1.1. Emergencia

**Cuadro 01. Días a la emergencia**

N°	TRATAMIENTOS	EMERGENCIA (dds)
1	NO1: Compost	5,75
2	NO2: Guano de Isla	6,25
3	NO3: Testigo	7,25

Se alcanzó esta etapa cuando el 50 % de la población de plantas presentaron el coleoptilo a nivel del suelo. El rango alcanzado fue de 5 a 8 (dds), donde el tratamiento NO1: Compost, emergió en menos tiempo que el NO2: Guano de Isla y NO3: Testigo.

#### 4.1.2 Altura de plantas

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

**Cuadro 02. Análisis de Varianza para altura de plantas**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	1,79	0,60	0,40ns	4,76	9,78
Tratamientos	2	496,57	248,26	169,48**	5,14	10,92
Error	6	8,95	1,49			
Total	11	507,30				

C.V. = 2,53 %

Sx = 0,61

Los resultados respecto a la altura de plantas indican que no existe significación estadística para repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 2,53 % y la desviación estándar (Sx)\* 0,61

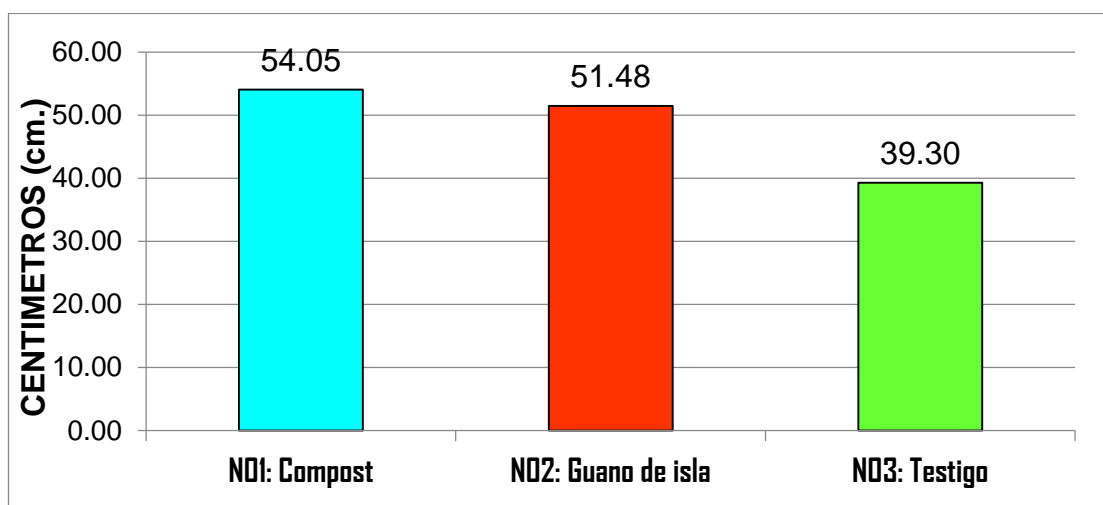
**Cuadro 03. Prueba de significación de Duncan para altura de plantas**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (m)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	54,05	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	51,48	A	A
3	NO3-TESTIGO	39,30	B	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5% y 1% los tratamientos del orden de mérito 1 al 2 no son diferentes estadísticamente, y superan al testigo.

La mayor altura de plantas se obtuvo con los tratamiento NO1: Compost 54,05 cm el NO2: Guano de Isla 51,48 cm quienes superan al testigo NO3: 39,30 cm numéricamente al NO2: Guano de Isla con 54,05 centímetros, quedando en último lugar el testigo con 39,30 cm





**Fig. 01. ALTURA DE PLANTAS DESPUES DEL PRIMER ABONAMIENTO POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL**

## 4.2 Fase de desarrollo reproductivo

### 4.2.1 Floración femenina y madurez fisiológica

**Cuadro 04. Número de días a la floración femenina y madurez fisiológica**

N°	R	TRATAMIENTOS	FLORACION FEMENINA (dds)		MADUREZ FISIOLÓGICA (dds)	
			INICIO	FIN	INICIO	FIN
1	1	NO1: Compost	90,25	51,5	128	139,25
2	1	NO2: Guano de Isla	91	97,25	128.75	140
3	1	NO3: Testigo	91,5	9,75	126	141,75

#### a) Floración femenina

Este estado se inicia cuando la floración femenina es visible fuera de las mazorcas, en condiciones de cultivo se considera que este ha entrado en esta etapa cuando el 50% de plantas presentan estas características, los resultados indican que en esta etapa el tratamiento NO1: Compost, mostró menor tiempo en florecer que el NO2: Guano de Isla y NO3: Testigo.

## b) Madurez fisiológica

Esta comienza cuando la capa dura del almidón cubre en su totalidad los granos de las mazorca y además cuando la capa de abscisión del grano presenta marrón o negro en la parte basal, se observa que la cáscara del grano es de color morado en su totalidad, ocurriendo de esta manera el fin de la madurez. Esta característica alcanzo entre los 55 a 65 días después de la floración femenina, el tratamiento NO1: Compost, mostró menor tiempo en madurez fisiológica que el NO2: Guano de Isla y NO3: Testigo.

### 4.2.2. Altura de plantas a la madurez fisiológica

Los resultados se indican en el anexo 02 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 05. Análisis de Varianza para altura de plantas a la madurez fisiológica**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,00	0,00	1,33ns	4,76	9,78
Tratamientos	2	0,11	0,06	69,41**	5,14	10,92
Error	6	0,00	0,00			
Total	11	0,12				

C.V. = 1,59 %

Sx: = 0,01

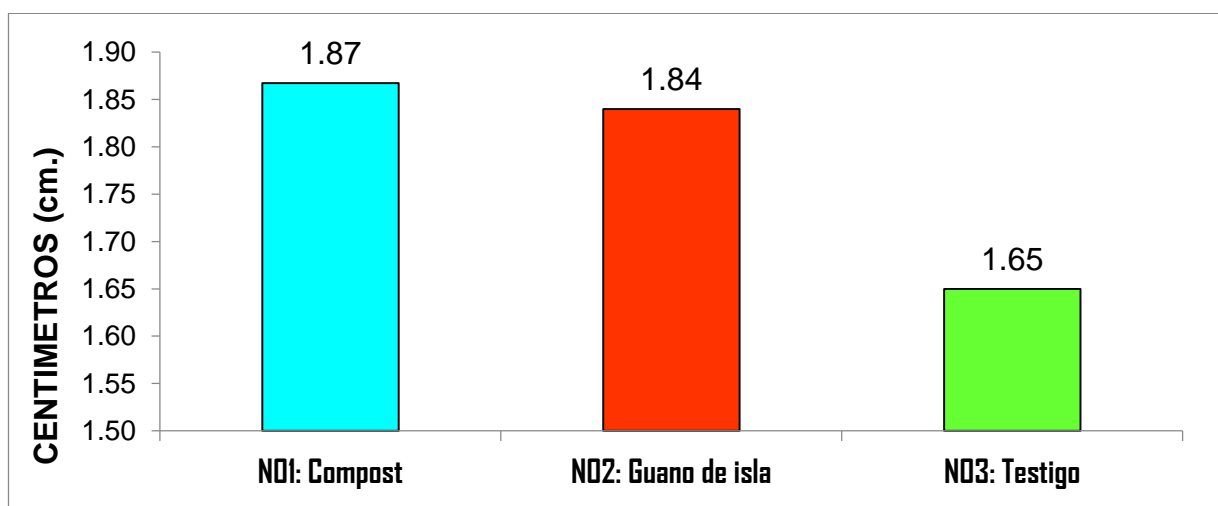
Los resultados respecto a la altura de plantas a la madurez fisiológica indican que no existe significación estadística para repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,59 % y la desviación estándar (Sx) de 0,01

**Cuadro 06. Prueba de significación de Duncan para altura de plantas a la madurez fisiológica**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (m)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	1,87	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	1,84	A	A
3	NO3-TESTIGO	1,65	B	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5% y 1% los tratamientos del orden de mérito del 1 al 2 no son diferentes estadísticamente, pero superan al testigo.

La mayor altura de plantas se obtuvo con el tratamiento NO1: Compost, con 1,87 m quien supera numéricamente al NO2: Guano de Isla que obtiene 1,84 m quedando en último lugar el testigo con 1,65 m



**Fig. 02. ALTURA DE PLANTAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA**

### 4.2.3. Tamaño de mazorcas

Los resultados se indican en el anexo 03 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 07. Análisis de Varianza para tamaño de mazorca**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,34	0,11	1,08ns	4,76	9,78
Tratamientos	2	11,07	5,54	52,26**	5,14	10,92
Error	6	0,64	0,11			
Total	11	12,05				

C.V. = 1,71 %

Sx: = 0,62

Los resultados respecto al tamaño de mazorca indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 1,71 % y la desviación estándar (Sx) 0,62.

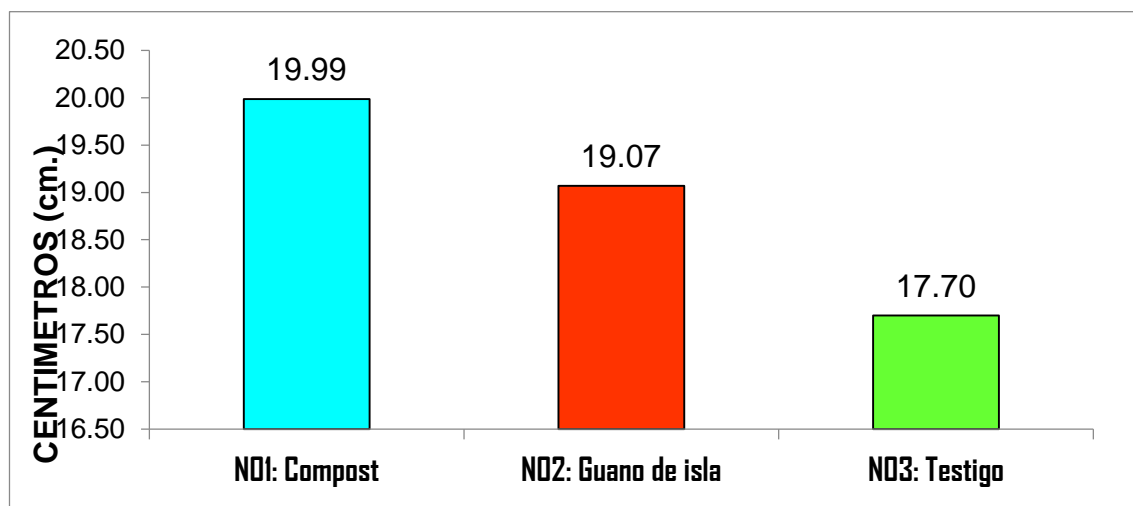
**Cuadro 08. Prueba de significación de Duncan para tamaño de mazorca**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	19.99	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	19.32	B	A
3	NO3-TESTIGO	17.70	C	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 1 % los tratamientos NO1 y NO2 estadísticamente son iguales y superiores al NO3: Testigo, mientras que al nivel del 5% los tratamientos NO1: Compost supera estadísticamente al NO2: Guano de Isla, quedando en último lugar el NO3: Testigo.

Se aprecia un incremento en el tamaño de la mazorca en el tratamiento NO1: Compost con 19,99 cm superando al NO2: Guano de Isla con 19,07 cm mientras que el NO3: Testigo ocupó el último lugar con 17,70 cm existiendo una diferencia entre ellos de 2,29 cm

**Fig. 3. TAMAÑO DE MAZORCA**



#### 4.2.4. Diámetro de mazorcas

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

**Cuadro 03. Análisis de Varianza para diámetro de mazorca**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,16	0,05	2,58 <sup>ns</sup>	4,76	9,78
Tratamientos	2	3,20	0,94	38,51 <sup>**</sup>	5,14	10,92
Error	6	0,25	0,02			
Total	11	3,61				

C.V. = 3,34 %

Sx: = 0,07

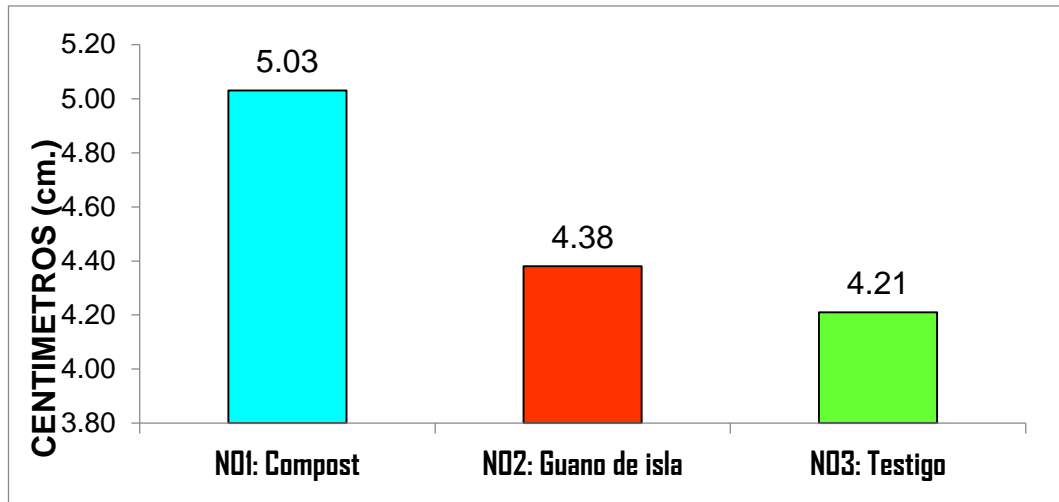
Los resultados respecto al diámetro de mazorca indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,34 % y la desviación estándar (Sx) 0,07

**Cuadro 04. Prueba de significación de Duncan para diámetro de mazorca**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	5,03	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	4,38	B	B
3	NO3-TESTIGO	4,21	B	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento NO1: Compost, estadísticamente supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor diámetro de mazorca se obtuvo con los tratamientos NO1: Compost con 5,03 cm superando al NO3: Testigo, quien ocupó el último lugar con 4,21 cm existiendo una diferencia de 0,82 cm



**Fig. 04. DIÁMETRO DE MAZORCA**

#### 4.2.5. Número de hileras de las mazorcas

Los resultados se indican en el anexo 5 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	4,54	1,51	7,49*	4,76	9,78
Tratamientos	2	2,27	1,13	5,56*	5,14	10,92
Error	6	1,22	0,20			
Total	11	8,02				

C.V. = 3,71 %

Sx: = 0,30

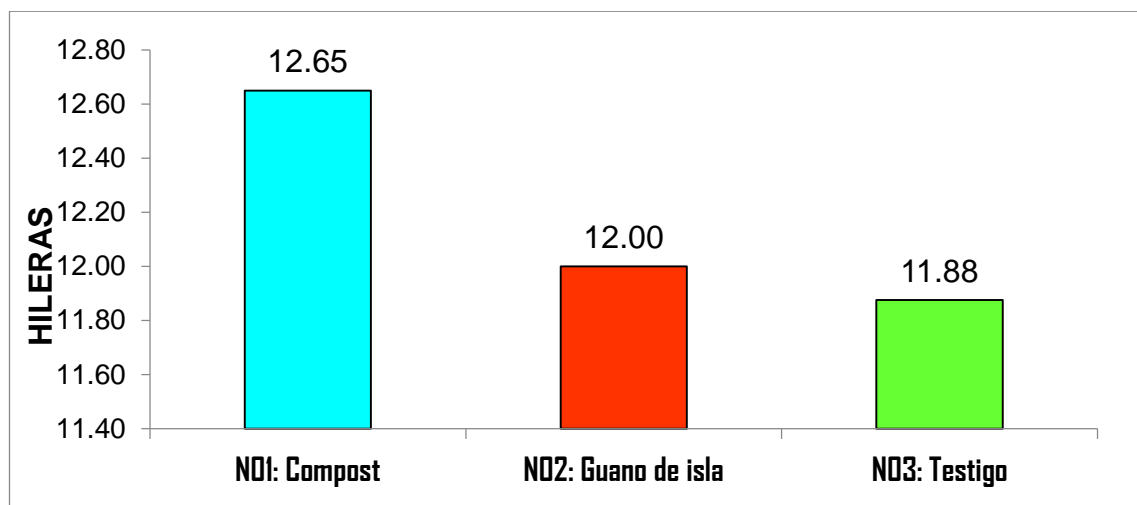
Los resultados respecto a número de hileras por mazorca indican: no existe significativo entre repeticiones y significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3,71 % y la desviación estándar (Sx) 0,30

**Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan para número de hileras de mazorcas**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (U)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	12,65	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	12,28	AB	A
3	NO3-TESTIGO	11,60	B	A

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde los tratamientos NO1: Compost, y NO2: Guano de Isla estadísticamente son iguales donde el primero supera al tratamiento NO3: Testigo, mientras que al 1% no hay significación entre los tratamientos.

El mayor número de hileras se obtuvo con los tratamientos NO1: Compost con 12,65 unidades, superando al NO2: Guano de Isla con 12,28 y NO3: Testigo, quien ocupó el último lugar con 11,60 unidades de hileras, existiendo diferencia de 1,05.



**Fig. 05. NUMERO DE HILERAS DE MAZORCAS POR ÁREA NETA**



## EXPERIMENTAL

### 4.2.6. Peso de mazorcas por área neta experimental

Los resultados se indican en el anexo 06 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 11. Análisis de Varianza para peso de mazorcas por área neta Experimental**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,57	0,19	5,33*	4,76	9,78
Tratamientos	2	0,75	0,37	10,56*	5,14	10,92
Error	6	0,21	0,04			
Total	11					

C.V. = 8,52 %

Sx: = 0,09

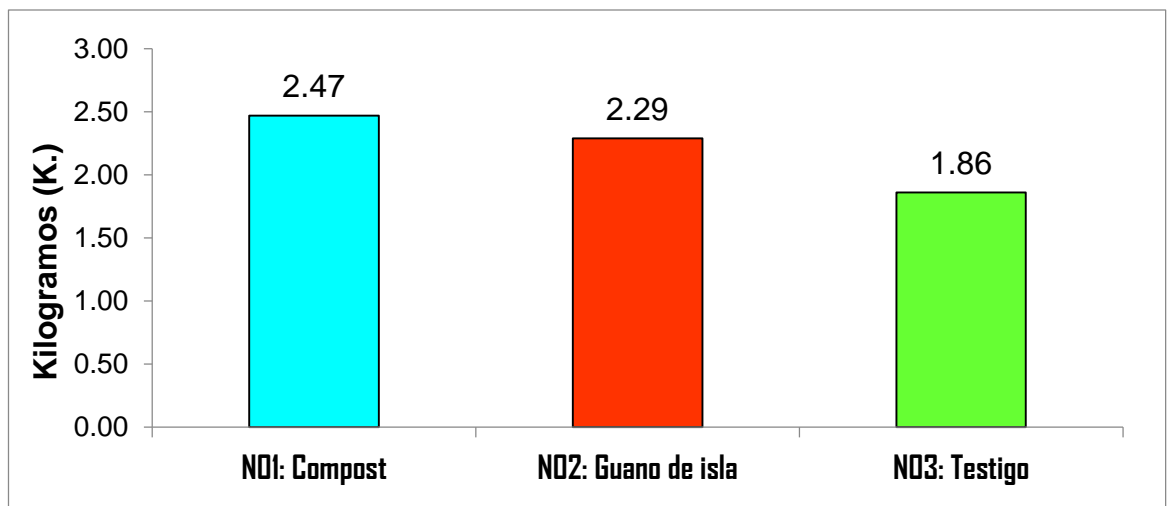
Los resultados respecto al peso de mazorcas por área neta experimental indican que no existe significación estadística para repeticiones y significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 8,52 % y la desviación estándar (Sx) 0,09

**Cuadro 12. Prueba de significación de Duncan para peso de mazorcas**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	2,47	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	2,29	A	AB
3	NO3-TESTIGO	1,86	B	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5% los tratamientos del orden de mérito del 1 al 2 no son diferentes estadísticamente, pero superan al testigo. Al nivel del 1 % tratamiento NO1: Compost, y NO2: Guano de Isla estadísticamente son iguales donde el primero supera estadísticamente al NO3: testigo.

El mayor peso de mazorcas por área neta experimental se obtuvo con el tratamiento NO1: Compost con 2,47 kilos superando numéricamente al NO2: Guano de Isla con 2,29 y NO3: Testigo quien ocupó el último lugar con 1,86 kilogramos.



**Fig. 06. PESO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL**

#### **4.2.7. Peso de tusas por área neta experimental**

Los resultados se indican en el anexo 07 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

**Cuadro 13. Análisis de Varianza para peso de tusas por área neta Experimental**

F.V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					5%	1%
Repeticiones	3	0,99	0,03	3,56ns	4,76	9,78
Tratamientos	2	0,15	0,07	9,02*	5,14	10,92
Error	6	0,05	0,01			
Total	11	0,28				

C.V. = 14,50 %

Sx: = 0,06

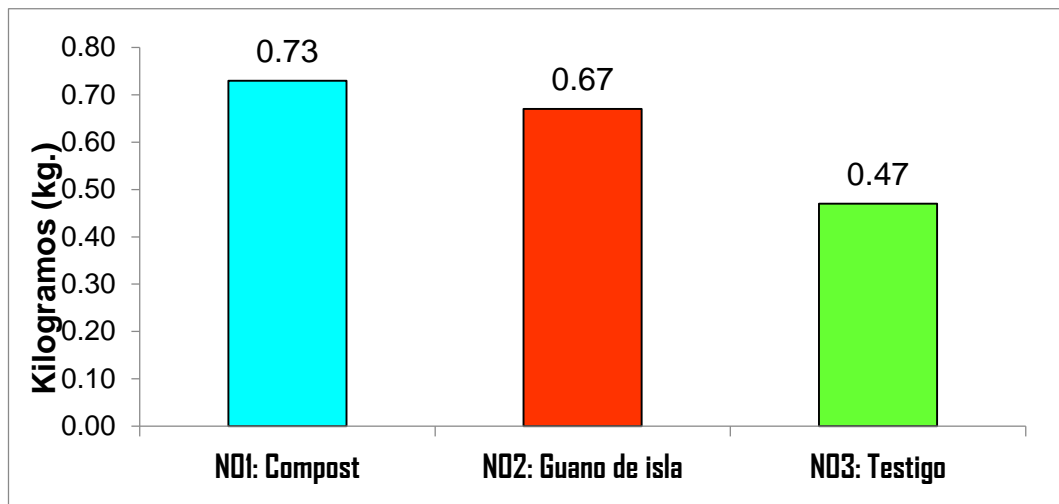
Los resultados respecto al peso de tusas por área neta experimental indican que no existe significación estadística para repeticiones y hay significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 14,50 % y la desviación estándar (Sx) 0,06

**Cuadro 14. Prueba de significación de Duncan para peso de tusas por área neta experimental**

OM	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			5 %	1 %
1	NO1-COMPOST	0,73	A	A
2	NO2-GUANO DE ISLA	0,67	A	AB
3	NO3-TESTIGO	0,47	B	B

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5% los tratamientos del orden de mérito del 1 al 2 no son diferentes estadísticamente, pero superan al testigo. Al nivel del 1% tratamiento NO1: Compost, y NO2: Guano de Isla son iguales estadísticamente y superan al tratamiento NO3: testigo.

El mayor peso de tusas por área neta experimental se obtuvo con el tratamiento NO1: Compost con 0,73 kilos superando numéricamente al NO2: Guano de Isla con 0,67 y al NO3: Testigo, quien ocupó el último lugar con 0,46 kg.



**Fig. 07. PESO DE TUSAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL**

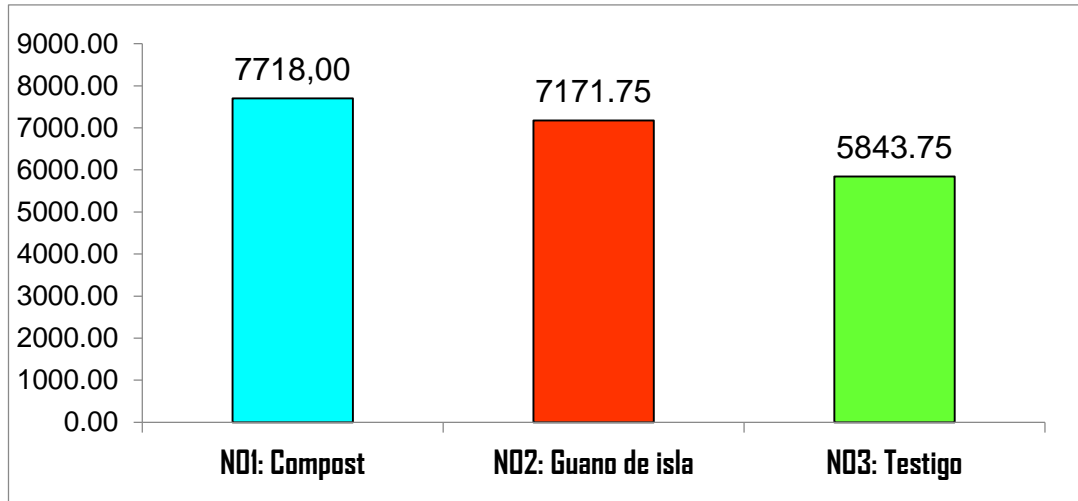
#### 4.2.8. Rendimiento por hectárea

Los resultados se indican en el anexo 08 donde se presentan los promedios obtenidos.

**Cuadro 07. Rendimiento por hectárea.**

O.M.	Tratamientos	Promedio kg/ha.
1º	NO1 : Compost	7 718,00
2º	NO2 : Guano de Isla	7 156,25
3º	NO3 : Testigo	5 812,50

El mayor rendimiento por hectárea se obtuvo con el tratamiento NO1: Compost con 7 718,00 kilos superando al NO2: Guano de Isla que obtuvo 7 156,25 kg y NO3: Testigo, quien ocupó el último lugar con 5 812,50 kg/ha.



**Fig. 08. RENDIMIENTO POR HECTÁREA**

## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1 FASE DE DESARROLLO VEGETATIVO**

#### **5.1.1. Emergencia**

La emergencia del maíz morado se da inicio con la aparición de la raíz seminal y la elongación del coleptilo, donde el punto de crecimiento es por debajo del suelo; esto corroboramos con lo que dice Hanway (1993) citado por Justiniano, que indica, que el punto de crecimiento de la planta es de 2,5 – 3,8 centímetros, por debajo de la superficie del suelo y está localizado por encima del mesocotilo y las hojas embrionarias se desarrollan rápidamente para luego crecer a través de ápice del coleoptilo para continuar con la parte aérea de la planta.

#### **5.1.2 Altura de plantas después del primer abonamiento**

Los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe significación entre los tratamientos, donde el tratamiento NO1: Compost obtiene 54,05 cm, superando al testigo NO3, quien ocupó el último lugar con 39.40 cm; los resultados confirman que los nutrientes orgánicos como el compost aplicados al suelo ejercen su poder, obteniendo buenos resultados en alturas de plantas, como lo indica, AGRO RURAL- Lima (2012), expresa que aplicando la dosis de 5 000 kilos de compost por hectárea y con incorporación de materia orgánica a razón de 4 kilos por metro cuadrado influyen directamente en la descomposición y liberación de minerales beneficiando el crecimiento de toda la planta.

## **5.2 FASE DE DESARROLLO REPRODUCTIVO**

### **5.2.1. Floración femenina y madurez fisiológica**

Con la floración femenina se da inicio al desarrollo reproductivo haciendo su aparición los estigmas de las mazorcas donde desde su aparición requiere de 6 a 7 días para tener su tamaño máximo, manteniéndose húmedas para luego marchitarse, estos datos podemos comparar con lo que menciona Hanway (1993) que es necesario de 2 a 3 días para que todas las floraciones femeninas de una mazorca sean expuestas y polinizadas y que un grano de polen capturado se desarrolla en casi 24 horas donde ocurre la fertilización del óvulo para luego convertirse en grano.

Con la madurez fisiológica se termina la fase reproductiva, en este estado los granos son duros y secos, con una coloración de morado intenso tanto en la cáscara como en la tusa con un contenido promedio de humedad de 30 – 35 %, estos datos pueden ser comparados con lo mencionado por Hanway (1993) citado por Justiniano donde indica que en este estado se tiene la máxima acumulación de materia seca y se inicia el fin del crecimiento del grano para dar pase a la cosecha según el contenido de humedad y las condiciones ambientales.

En cuanto al número de días después de la siembra (dds) para la floración femenina y madurez fisiológica se considera cercano a los obtenidos por Justiniano (2010), quien indica que esta condición depende de la variedad, nutrición y las condiciones ambientales.

### **5.2.2 Altura de plantas a la madurez fisiológica**

Los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe significación entre los tratamientos, donde el tratamiento NO1: Compost obtiene 1,87 m, superando al testigo NO3, quien ocupó el último lugar con 1,65 m.

Estos resultados confirman que los nutrientes orgánicos como el compost aplicados al suelo ejercen su poder, obteniendo buenos resultados en alturas de plantas, como lo indica, AGRO RURAL- Lima (2012), expresa que aplicando la dosis de 5 000 kilos de compost por hectárea y con incorporación de materia orgánica a razón de 4 kilos por metro cuadrado influyen directamente en la descomposición y liberación de minerales beneficiando el crecimiento de toda la planta.

Los resultados obtenidos se encuentran por encima de los estándares de calidad para la variedad PMV-581, donde las longitudes de la planta están entre 1,80 a 2.00 m. como lo menciona Roque (2013).

### **5.2.3 Tamaño de mazorca**

Los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe significación entre los tratamientos, donde el tratamiento NO1: Compost obtiene 19,99 cm superando al testigo NO3, quien ocupó el último lugar con 17,70.

Estos resultados confirman que los nutrientes orgánicos como el compost influyen en el tamaño de la mazorcas, como lo indica, Manrique (1999), quien expresa que aplicando la dosis de 2 a 4 kilos de compost por metro cuadrado, se obtener longitudes hasta 20,25 cm en las mazorcas de maíz morado, siempre que tengan buena incorporación de materia orgánica

Los resultados obtenidos se encuentran por encima de los estándares de calidad para la variedad PMV-581, donde las longitudes en tamaño de mazorca deben ser mayores a 14,00 cm.



#### **5.2.4 Diámetro de mazorca**

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe alta significación entre tratamientos donde el tratamiento NO1: Compost estadísticamente supera a los demás tratamientos obteniendo 5,03 cm superando al testigo NO3, quien ocupó el último lugar con 3,81.

Estos resultados confirman que superan el promedio de diámetro de la variedad que es de 4,70 cm como lo indica el Manual Técnico de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco (1998); además casi alcanzando los valores obtenidos por Condeso (1982), que reporta que con abonamiento químico obtuvo 5,8 cm de diámetro de mazorca.

#### **5.2.5. Numero de hileras**

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe alta significación entre tratamientos donde el tratamiento NO1: Compost estadísticamente supera a los demás tratamientos obteniendo 12,65 hileras, superando al testigo NO3, quien ocupó el último lugar con 11,80 unidades.

Estos resultados confirman que las hileras de granos en las mazorcas es una opción genética que puede ser influenciada por los nutrientes orgánicos y las condiciones ambientales, como lo indica Manrique (1997), quien indica que bajo estas condiciones el número de hileras es de 8 a 12.

#### **5.2.6. Peso de mazorcas por área neta experimental**

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe significación estadística entre tratamientos donde el tratamiento NO1: Compost, obtiene el mayor peso de mazorcas por área neta

experimental con 2,47 kg., superando al testigo NO<sub>3</sub>, quien ocupó el último lugar con 1,86 kilos por ANE.

Estos resultados se encuentran dentro de los estándares para esta variedad, que, llevado a hectárea superan los rendimientos que indica el manual técnico (1998), para esta variedad. De la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

### **5.2.7. Peso de tuza por área neta experimental**

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe significación estadística entre tratamientos donde el tratamiento NO<sub>1</sub>: Compost, obtiene el mayor peso de tusas por área neta experimental con 0.73 kg., superando al testigo NO<sub>3</sub>, quien ocupó el último lugar con 0,47 kilos por ANE.

Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros obtenidos por Justiniano (2010), quien indica, que esta variable va depender mucho del porcentaje de humedad de la coronta por contener mucha masa en relación a los granos.

### **5.2.8. Rendimiento por hectárea**

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe alta significación entre tratamientos, donde el tratamiento NO<sub>1</sub>: Compost, obtiene el mayor rendimiento por hectárea con 7 718,00 kilos superando al testigo NO<sub>3</sub>, quien ocupó el último lugar con 5 843,75 kg/ha.

Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos por la Estación Experimental Agraria Cannán-Cuzco (2010), que expresa que aplicando abonos orgánicos se obtiene rendimientos hasta de 9.95 t/ha por la liberación del nitrógeno y la disponibilidad del fósforo y el potasio.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de los estándares de rendimiento para el maíz morado, que según el Consorcio del Comercio Internacional del maíz morado (2010), Ayuda Proyecto (2008), Pallasca (2010) y Roque (2013), indican que los mejores rendimientos para Huánuco se encuentra por encima de los 7100 kg/ha., siempre que el suelo disponga de un buen abonamiento e incorporación de materia orgánica.

## VI. CONCLUSIONES

1. La fenología del cultivo del maíz morado se da inicio con la fase de desarrollo vegetativo, comenzando por la germinación que duró 4 (dds) para luego pasar a la etapa de emergencia que duro hasta 8 (dds), culminando con la floración masculina a los 90 (dds). El estado de desarrollo reproductivo de dio inicio con la floración femenina a los 100 (dds) y terminó con la madurez fisiológica a los 142 (dds).

2. Existe efecto significativo de las dosis de abonamiento orgánico, en las fases de desarrollo vegetativo (emergencia y altura de plantas después del abonamiento) y fase de desarrollo reproductivo ( tamaño, diámetro de las mazorcas; altura de plantas a la madurez fisiológica; peso de mazorcas y tusas por área neta experimental y rendimiento por hectárea en el cultivo del maíz morado variedad mejorada PMV-581, con la dosis NO1: Compost = 5 000.00 kg al reportar 20,00 cm de largo, 5,03 cm de diámetro, 2,47 kilos de maíz por área neta experimental con un rendimiento de 7 718,00 kg/ha demostrando que a medida que se incrementa la concentración de los abonos orgánicos se obtienen mayores rendimientos.

3. Los abonos orgánicos incrementan la MO del suelo y es factor determinante y principal de la fertilidad del suelo por que interviene en la liberación del nitrógeno ya que el nitrógeno se incrementa por la incorporación de los abonos orgánicos, debido a la descomposición de la MO, por efecto de la mineralización de la forma orgánica.

## VII. RECOMENDACIONES

1. La observación de los eventos fenológicos ocurridos durante la fase de desarrollo vegetativo y reproductivo, son esenciales para estimar mayor producción y concentración del pigmento antocianina.

2. Usar abonos orgánicos como bioabono del suelo proponiendo como tecnología alternativa el uso del Compost a la dosis de 5 000,00 kg/ha como sustituto a la fertilización química para mejorar los rendimientos y la concentración de los pigmentos antocianinas.

3. Los abonos orgánicos; compost y guano de isla, se debe mantener altos niveles de MO en el suelo de 3 a 4 %, factor que mejora las características físicas, químicas y biológicas de este recurso.

4. Manejo y suministro del agua con la finalidad de optimizar el nivel de nutrientes requerido para este cultivo ya que al crecer más biomasa en las raíces por efecto de sequía, disminuye la partición de materia seca en las mazorcas perjudicando al agricultor.

## VIII. LITERATURA CITADA

- 1) Ayuda Proyecto.COM .2008. Estudio de Mercado en Maíz Morado [En línea]. [Consulta Marzo 2017] .Disponible en: <http://www.ayudaproyecto.com/boletin/49.htm>
- 2) Arroyo, C.R. 1991. Introducción de nueve cultivares de maíz morado en el valle de Ambo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional HermilioValdizán Huánuco Perú .50 p.
- 3) Añasco, A. *et al.* 2011. Preparación y usos de Abonos Orgánicos Sólidos y Líquidos.(En línea). Consultado el 10-10-16.
- 4) Anaya L., Perezgrovas R., Rodríguez G.V., Salvador-Figueroa M. 2007. Dinámica de la fertilidad del suelo bananero con la adición de materia orgánica. En memorias del XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León de Guanajuato, México. pp. 143-145.
- 5) Agricultura Ecológica y Etnoedafología. 2006. Compostaje (en línea). Consultado 14 de octubre de 2017. Disponible en: <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/10/20/47183.aspx>
- 6) Alaluna. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.
- 7) Alonzo *et al.* 2011. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. (En línea). Consultado 10-10-2016. Disponible en:<http://www.google.com.pe/search?hl=es&source=hp&biw=770&bih=419&q>
- 8) AGRO RURAL. 2012. Mejorando tu suelo, mejoras tu cosecha.

- 9) Canales, 2011. El cultivo del Maíz. [En línea]. [Consultado octubre 2016] .Disponible en: <http://canales.ideal.es/canalagro/datos/herbaceos/cereales/maiz3.htm>
- 10) Cabrera S. 2001. El desarrollo de la planta de maíz. Formación y tipos de granos. Etapas de crecimiento. Capítulo 1: Fisiología del Cultivo. VII Curso sobre producción de maíz, Araure, estado Portuguesa, Venezuela. Pp.1-13.
- 11) Comercio Internacional del Maíz Morado. 2010. Resumen del estudio del maíz morado. [En línea]. [Consulta 2016]. Disponible en: <http://www.thepowerofablacksoul2010.blogspot.com>.
- 12) Cervantes. 2004. Abonos orgánicos. [en línea]. [Consulta Octubre 2016]. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos_organicos.htm).
- 13) Chillce, I. 2004. Boletín de Divulgación. Guano de isla. Octubre 2004. Huacrachuco. Editado por la Agencia Agraria Maraón. 6 p.
- 14) Dumonet *et al.* 2001. Composting organic residues: Trace metals and microbial pathogens. *CánadaJournalSoilScience*. 81: 357-367.
- 15) Del Pilar. M. 2007. Agricultura Ecológica [En línea]. [Consulta octubre 2016]. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos_organicos.htm)
- 16) Estación Experimental Agraria Canaán-Cuzco. 2010. Programa de investigación en cultivo de maíz.[En línea]. [Consulta 2016]. Disponible en: [http://www.inia.gob.pe/boletin\\_0016](http://www.inia.gob.pe/boletin_0016).

- 17) García 1990. Gonzales, A. 1995. El maíz y su conservación. México D.F. Trillas. 399 p.
- 18) Guerrero .B. J. 1993. Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.
- 19) Gil *et al.*1985. El fosforo y los purines de vacuno
- 20) Hernández E., Cuevas A., Robledo E., Rubiños E. 2007. Aportaciones de materia orgánica en suelos agrícolas del municipio Texcoco. En memorias del XVII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. León de Guanajuato, México. pp. 895-897.
- 21) Justiniano E. 2010. Fenología e intensidad de color en corontas del maíz morado (*Zea mays* L.) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina. Tesis de posgrado. La Molina Perú.
- 22) Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente-IDMA. Los abonos orgánicos. [En línea]. [Consulta octubre 2016]. Disponible en: <http://www.geocitis.com/idma.geo/>.
- 23) INFOAGRO.COM. 2011. El cultivo del maíz. [En línea]. [Consulta Septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz2.htm>
- 24) Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente IDMA 2012. Los Abonos Orgánicos. (En línea) [Consulta Septiembre 2016] Disponible en: <http://www.geocitis.com/idma.geo/>.



- 25) Kononova, M.M.1982. Materia Orgánica del Suelo: Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. 1 ed. en español:Oikos-Tau, S.A. Barcelona. España. 365 p.
- 26) Ministerio de Agricultura. (2007) Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de Aves Marinas. Pro abonos. pag.11.
- 27) Moreno S. 2000. Guano de isla, Fertilizantes Orgánicos, Dosis de Fertilización, Cualidades Físicas, Químicas y Biológicas. 3 Ed. Red de Acción en Alternativas al uso Agroquímico. Lima - Perú.16 p.
- 28) 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.
- 29) Manrique C. 1997. El maíz en el Perú. 2 ed. CONCYTEC. Oficina de apoyo al investigador. Lima, Perú.
- 30) Manual Tecnico.1998. Cultivo de maíz morado para valles interandinos del Perú. Universidad Nacional HermilioValdizán de Huánuco. Perú. 34 p.
- 31) Ministerio de Agricultura 2007. Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provinientes de Aves Marinas. Pro Abonos. P.11.
- 32)Mendoza, A y Quijano, S. 1998. Resultados de investigación en el cultivo de maíz morado. Boletín N° 2 CIPA. Estación Experimental Canchan Huánuco Perú. 35 p.

- 33) MONOGRAFIAS.COM .2011. EL Maíz Morado [En línea]. [Consulta enero 2017] .Disponible en: <http://www.monografias.com/demanda-maiz-morado2.shtml>
- 34) PALLASCA.NET. 2010. El cultivo del maíz morado [En línea]. [Consulta octubre 2016] .Disponible en: [http://pallasca2.inictel.net/archivos/adjuntos/apc/125/Boletin\\_tecnico\\_ma\\_z\\_mora.pdf](http://pallasca2.inictel.net/archivos/adjuntos/apc/125/Boletin_tecnico_ma_z_mora.pdf)
- 35) Pelayo, F.O. 1993. Comparativo de rendimiento de cuatro cultivares de maíz morado en el valle de Huánuco. 57 p.
- 36) Roque W. 2013 Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del maíz morado variedad mejorada pmv-581 (Zea mayz L.) y en las propiedades químicas del suelo en condiciones edafoclimáticas del instituto de investigación frutícola y olerícola – 2013. Trabajo de investigación. UNHEVAL. Huánuco-Perú.
- 37) WIKIPEDIA.COM. 2011. Cultivo del Maíz. [En línea]. [Consulta octubre 2016] Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ma%C3%ADz>.
- 38) Zavaleta A. 1992. Edafología. Concytec. Lima - Perú

# ANEXOS

**Anexo N° 01. ALTURA DE PLANTAS DESPUES DEL PRIMER ABONAMIENTO EN AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	53,30	53,90	54,40	54,60	54,05	216,20
<b>N02</b>	53,80	51,80	50,70	49,60	51,48	205,90
<b>N03</b>	39,40	39,50	39,10	39,20	39,30	157,20
<b>PROM</b>	53,55	52,85	52,55	52,10	48,28	
<b>TOTAL</b>	146,50	145,20	144,20	143,40		579,30

**Anexo N° 02. ALTURA DE PLANTAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	1,81	1,92	1,89	1,85	1,87	7,47
<b>N02</b>	1,83	1,85	1,84	1,84	1,84	7,36
<b>N03</b>	1,64	1,63	1,67	1,66	1,65	6,60
<b>PROM</b>	1,82	1,89	1,87	1,85	1,79	
<b>TOTAL</b>	5,28	5,40	5,40	5,35		21,43

**Anexo N° 03. LONGUITUD DE MAZORCAS DEL AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	20,20	19,60	20,05	20,10	19,99	79,95
<b>N02</b>	19,10	19,05	19,15	18,98	19,07	76,28
<b>N03</b>	17,50	18,00	17,50	17,80	17,70	70,80
<b>PROM</b>	19,65	19,33	19,60	19,54	18,92	
<b>TOTAL</b>	56,80	56,65	56,70	56,88		227,03

**Anexo N° 04. DIAMETRO DE MAZORCAS POR AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	4,25	4,14	4,27	4,18	5,03	16,84
<b>N02</b>	3,95	3,98	4,17	4,53	4,38	16,63
<b>N03</b>	3,25	3,36	4,39	3,12	4,21	14,12
<b>PROM</b>	4,10	4,06	3,56	4,36	3,97	
<b>TOTAL</b>	11,45	11,48	12,83	11,83		47,59

**Anexo N° 05. NUMERO DE HILERAS DE MAZORCAS DEL AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	13,00	12,50	11,60	13,50	12,65	50,60
<b>N02</b>	13,00	12,70	10,40	11,90	12,00	48,00
<b>N03</b>	12,50	11,90	11,50	11,60	11,88	47,50
<b>PROM</b>	13,00	12,60	11,00	12,70	12,18	
<b>TOTAL</b>	38,50	37,10	33,50	37,00		146,10

**Anexo N° 06. PESO DE MAZORCAS DEL AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	2,38	2,84	2,24	2,40	2,47	9,86
<b>N02</b>	2,36	2,66	2,00	2,14	2,29	9,16
<b>N03</b>	2,30	1,94	1,56	1,70	1,88	7,50
<b>PROM</b>	2,37	2,75	2,12	2,27	2,21	
<b>TOTAL</b>	7,04	7,44	5,80	6,24		26,52

**Anexo N° 07. PESO DE TUSAS DEL AREA NETA EXPERIMENTAL**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	0,84	0,72	0,64	0,72	0,73	2,92
<b>N02</b>	0,66	0,88	0,50	0,62	0,67	2,66
<b>N03</b>	0,62	0,50	0,38	0,72	0,56	2,22
<b>PROM</b>	0,5	0,80	0,57	0,67	0,65	
<b>TOTAL</b>	2,12	2,10	1,52	2,06		7,80

**Anexo N° 08. RENDIMIENTO DE MAZORCAS POR HECTAREA**

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
<b>N01</b>	7 437,50	8 875,00	7 000,00	7 500,00	7 703,13	30 812,50
<b>N02</b>	7 437,00	8 312,50	6 250,00	6 687,50	7 171,75	28 687,00
<b>N03</b>	7 187,50	6 062,50	4 812,50	5 312,50	5 843,75	23 375,00
<b>PROM</b>	7 487,50	8 593,75	6 625,00	7 093,75	6 906,21	
<b>TOTAL</b>	22 062,00	23 250,00	18 062,50	19 500,00		82 874,50

**Anexo N° 09: Preparación del terreno**



**Anexo N° 10: Surcado**



**Anexo N ° 11: Señalización de parcelas experimentales.**



**Anexo N ° 12: Puesta de letreros en cada parcela experimental**





**Anexo N ° 13: Preparación de semilla**



**Anexo N ° 14: Siembra**



**Anexo N° 15: Emergencia****Anexo N° 16: Riegos**

**Anexo N° 17: Abonamiento con Guano de Isla****Anexo N° 18: Abonamiento con Compost**

**Anexo N° 19: Abonamiento**



**Anexo N° 20: Pulverización – Control de cogollero.**



**Anexo N° 21: Evaluaciones constantes, del desarrollo fenológico de la planta.**



**Anexo N° 22: Evaluaciones constantes, del desarrollo fenológico de la planta.**



Anexo N° 23: Cosecha



Anexo N° 24: Marcación de bolsas para poner las muestras de cada campo experimental.



Anexo Nº 25: Estudio de las muestras experimentales en el laboratorio.



Anexo Nº 26: peso de tusas del maíz morado.



Anexo N° 27: Desgranado del maíz morado.



Anexo N° 28: Peso de tusas del maíz morado.





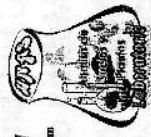
**Anexo Nº 29: Medida longitudinal del maíz morado.**



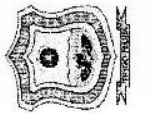
**Anexo Nº 30: Revisión de avance de la investigación por parte del jurado calificador.**



Anexo Nº 31: Análisis de suelo.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 982047050 - 941531359  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
 analisisdesuelosunas@hotmail.com



# ANÁLISIS DE SUELOS

<b>SOLICITANTE:</b> - BLAS BALDEON VERONICA - ABANTO MALDONADO MARIA ISABEL		<b>PROCEDENCIA:</b> SECTOR: CAYHUAINA DISTRITO: PILCOMARCA PROVINCIA: HUANUCO DEPARTAMENTO: HUANUCO																		
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA CULTIVO ACTUAL	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	C/C	CAMBIABLES Cmol(+)/kg				C/Ce	%	%	%
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura							Ca	Mg	K	Na				
1	M01884	PREJOL MAIZ	55.68	29.04	15.28	7.19	2.96	0.13	11.65	92.96	9.11	7.25	1.64	0.186	0.037	--	100.00	0.00	0.00	

MUESTREO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO N° 0477464  
 FECHA : 29/02/2016



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 LAB. ANALISIS DE SUELOS  
 M.Sc. Digo. Miguel Huanza Rojas  
 JEFE