

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN -
HUÁNUCO**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**FERTILIZACIÓN CON ZINC EN EL RENDIMIENTO DE MAÍZ MORADO
VARIEDAD PMV-581 (*Zea mays* L.), EN CONDICIONES
EDAFOCLIMATICAS DE HUACRACHUCO – MARAÑÓN 2017.**

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

TESISTA: Bach. Alexander Smith MARILLO GAMARRA

ASESOR: Dr. Pedro Córdova Trujillo

HUÁNUCO – PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mis queridos padres: Bernardo y Juana, con un inmenso cariño y gratitud por sus sabios consejos y el enorme sacrificio que hicieron en educarme; a ellos dedico esta tesis con todo corazón.

A mis hermanos: Luis, Alfredo y en muy especial a mi hermano Amado por el inmenso apoyo brindado.

AGRADECIMIENTO

Ante todo, a Dios por darme esta oportunidad, por su inmensa misericordia y su guía espiritual.

Con gratitud; mi agradecimiento al Ing. Pedro CORDOVA TRUJILLO, por sus orientaciones brindadas y asesor del presente trabajo de tesis y al Ing. Pedro MUÑOZ MALPARTIDA, co-asesor a quien expreso mi inmenso reconocimiento por su desinteresada y valiosa orientación, dirección y consejos, ayuda y confianza durante la ejecución del presente trabajo de tesis.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco, Facultad de Ingeniería Agronómica, alma mater y centro laboral que formó e inculcó en mí los conocimientos que permiten mi desarrollo personal y profesional.

A los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agrarias, quienes han contribuido con sus valiosas enseñanzas durante mi formación profesional.

No puedo de dejar de agradecer a las demás personas que de diversa manera han hecho posible que una de mis aspiraciones se haga realidad.

RESUMEN

El maíz morado representa uno de los aportes más valiosos en la industria alimentaria y farmacéutica. Razón por el cual, el estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización con Zinc en el rendimiento del maíz morado variedad PMV-581. El ensayo se realizó en las condiciones de Huacrachuco posicionado geográficamente a 77°08'74" LO, 8°36'69" LS y 3010 msnm, donde se instaló bajo un diseño BCA con cuatro repeticiones y tratamientos (T1 = 0.5 Zn; T2 = 1.0 Zn; T3 = 2 Zn y T0 = sin Zn). Se evaluó la longitud, diámetro y peso de mazorcas por área neta experimental y rendimiento por hectárea. La aplicación de fertilizantes estuvo en función a la fórmula 240 – 120 –140 de NPK, el cual se efectuó a chorro continuo colocando la mezcla de fertilizantes alrededor de la semilla. La aplicación se realizó en dos fracciones, el 50% del N más el 100% del P y K al momento de la siembra y el resto del N a los 40 días después. Los resultados indican que el tratamiento T3 destacó en las variables longitud de mazorcas (15.51 cm), diámetro de mazorcas (8.36 cm), peso de mazorcas por área neta experimental (0.49 kg) y rendimiento por hectárea (10 88.89 kg/ha). Estos resultados demuestran una influencia del zinc en el rendimiento del cultivo al obtener un rendimiento superior al de otros investigadores. Por lo que se recomienda emplear una fuente de zinc en la fertilización de maíz morado.

Palabras clave: zinc, mazorcas, rendimiento, maíz morado

ABSTRACT

Purple corn represents one of the most valuable contributions in the food and pharmaceutical industry. For this reason, the objective of the study was to evaluate the effect of Zinc fertilization on the performance of purple corn variety PMV-581. The trial was carried out under the conditions of Huacrachuco geographically positioned at 77°08'74"WL, 8°36'69" SL and 3010 masl, where it was installed under a BCA design with four repetitions and treatments (T1 = 0.5 Zn; T2 = 1.0 Zn; T3 = 2 Zn and T0 = without Zn). The length, diameter and weight of ears were evaluated by experimental net area and yield per hectare. The application of fertilizers was based on the formula 240 - 120 -140 of NPK, which was effected by continuous flow by placing the fertilizer mixture around the seed. The application was made in two fractions, 50% of the N plus 100% of the P and K at the time of sowing and the rest of the N at 40 days later. The results indicate that the treatment T3 highlighted in the variables length of ears (15.51 cm), diameter of ears of corn (8.36 cm), weight of ears by experimental net area (0.49 kg) and yield per hectare (10 88.89 kg/ha). These results demonstrate an influence of zinc on the yield of the crop to obtain a higher yield than other researchers. Therefore it is recommended to use a zinc source in the purple corn fertilization.

Keywords: zinc, corn, yield, purple corn

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	4
2.1.1. Cultivo del maíz	4
2.1.2. Aspectos botánicos del maíz	5
2.1.3. Exigencias edafoclimáticas	5
2.1.3.1. Exigencia de clima	5
2.1.3.2. Exigencia en suelo	7
2.1.4. Fertilización del maíz (época y dosis)	8
2.1.4.1. Para suelo de textura fina (franco y franco arcilloso)	10
2.1.4.2. Para suelo de textura gruesa (arenoso)	10
2.1.5. El zinc y su importancia	12
2.1.5.1. Funciones de Zinc en la planta	15
2.1.5.2. Deficiencias de Zinc	16
2.1.6. Variedades de maíz morado	17
2.1.7. Variedades mejoradas de maíz morado	19
2.1.8. Producción y exportación de maíz morado en Perú	20
2.2. ANTECEDENTES	21
2.2.1. Antecedentes locales	23

2.3. HIPÓTESIS	23
2.3.1. Hipótesis de general	23
2.3.2. Hipótesis específicas	23
2.4. VARIABLES	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	25
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	25
3.2.1. Tipo de investigación	25
3.2.2. Nivel de investigación	25
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS	26
3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	26
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	27
3.5.1. El diseño de la investigación	27
3.5.2. Descripción del campo experimental	28
3.5.3. Datos registrados	31
3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	32
3.5.4.1. Técnicas de recolección de información	32
3.5.4.2. Instrumentos de recolección de información	33
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	34
3.7. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO	34
3.7.1. Labores agronómicas	34
3.7.2. Labores culturales	35

IV. RESULTADOS	38
4.1. LONGITUD DE LA MAZORCA	39
4.2. DIÁMETRO DE LA MAZORCA	41
4.3. PESO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL	43
4.4. RENDIMIENTO POR HECTÁREA	45
V. DISCUSIÓN	47
5.1. LONGITUD DE MAZORCA	47
5.2. DIÁMETRO DE MAZORCA	47
5.3. PESO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL	48
5.4. RENDIMIENTO POR HECTÁREA	48
VI. CONCLUSIONES	49
VII. RECOMENDACIONES	50
VIII. LITERATURA CITADA	51
ANEXOS	56

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), originario de América, representa uno de los aportes más valiosos a la seguridad alimentaria mundial junto con el arroz y el trigo. En el transcurso del tiempo diversas instituciones mundiales, estatales y privadas vienen realizando estudios con el objetivo principal de incrementar los niveles de rendimiento y de producción de nuevos híbridos mejorados para desarrollar variedades con un alto nivel productivo, resistentes al clima y a enfermedades (MINAGRI 2012).

El Perú goza de condiciones geográficas y climáticas propicias para el cultivo de maíz morado y es uno de los principales productores y exportadores mundiales de maíz morado (Chichizola *et al* 2007). 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 cardiaca, al mejorar la circulación del flujo sanguíneo (Sevilla y Valdez 2010).

En Perú, la producción de maíz morado llega aproximadamente a unas 6 000 toneladas anuales, siendo uno de los cultivos 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.

La demanda de maíz morado es cada vez mayor debido a la gran acogida que tiene en la industria alimentaria para la elaboración de refrescos, y

postres; como también en la industria farmacéutica para la elaboración de tintes y medicamentos debido al gran contenido de antioxidantes que posee esta variedad de maíz

Los productores en su gran mayoría usan semillas introducidas de origen desconocido que ingresa a la zona con escasa supervisión fitosanitaria de las autoridades competentes y aplican fertilizantes en forma empírica sin previo análisis químico de suelos; además, con desconocimiento del momento más apropiado de aplicación, y dosis de fertilizantes más recomendados para la zona. Los factores antes mencionados ocasionan sistemas locales de producción altamente vulnerables a factores bióticos y abióticos adversos, lo cual se traduce finalmente en cosechas de baja calidad comercial. (Risco, 2007; Requis 2012).

El aumento de la productividad es fundamental para lograr la rentabilidad de este cultivo, pero este incremento de los rendimientos unitarios no se logra solamente con las buenas prácticas agronómicas sino también empleando semilla seleccionada tanto por su alto potencial de rendimiento como por su pureza varietal y dosis de fertilizaciones adecuadas, labor que vienen realizando entidades oficiales y particulares dedicadas al mejoramiento de dicho cereal.

El zinc es un constituyente muy común en los tejidos vegetales, en concentraciones que oscilan desde 1 hasta 50 ppm. Es bien conocido el hecho de que la presencia y la utilización de este elemento es un requisito importante para el desarrollo satisfactorio de las gramíneas (Teuscher y Adler 2011).

La presente investigación servirá de aporte importante para los pequeños y medianos productores de la localidad de Huacrachuco, sobre la fertilización con NPK y Zinc en el cultivo del maíz morado para que sirva de apoyo a los agricultores al mejorar sus rendimientos productivos mediante la aplicación de una dosis óptima de Zinc. Para dicha finalidad se han planteado el objetivo general “Evaluar el efecto de la fertilización con Zinc, en el rendimiento del maíz morado variedad PMV-581 (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco” y los objetivos específicos siguientes:

1. Determinar el efecto de la dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 0.5 de N P K Zn en la longitud, diámetro y peso de granos por mazorca de maíz.
2. Identificar el efecto de la dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 1 de N P K Zn en la longitud, diámetro y peso de granos por mazorca de maíz.
3. Evaluar el efecto de la dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 2 de N P K Zn en la longitud, diámetro y peso de granos por mazorca de maíz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. Cultivo del maíz

Se conoce un gran número de variedades de maíz morado que se diferencian por la forma y tamaño de las mazorcas, por el número de hileras por mazorca y por el color del pericarpio de los granos. El color de la planta varía de verde a morado oscuro, pero la lígula de las hojas y de las anteras son invariables teniendo siempre color morado oscuro (Condori 2006).

Justiniano (2010) señala que la fenología del maíz morado PMV - 581, bajo condiciones de La Molina (UNALM), se inicia con el estado de desarrollo vegetativo, dando inicio el estado VE (emergencia), a los siete días después de la siembra culminando con la floración masculina (Estado de VT) a los 96 días después de la siembra.

Este pigmento representa un potencial para su uso en la industria alimenticia farmacéutica, industria cosmética e industria textil. Porque imparten color a las bebidas, dulces, helados, caramelos, confites, productos de panadería, conserva de pescado, grasas y aceites, mermeladas, jaleas, frutas confitadas, frutas en almíbar, jarabe de frutas, sopas y saborizantes. Estas características contribuyeron para que se introduzca en numerosos países a nivel de las familias campesinas se emplea en la forma de chicha morada, mazamorra morada, machka, tostado y otros (Condori 2006).

2.1.2. Aspectos botánicos del maíz.

Llanos (2003) expresa que la planta es hermafrodita y monoica, es decir tienen los dos sexos en la planta, pero separados por estructuras diferentes. El sexo masculino se ubica en la panoja donde se produce polen que es transportado por el aire desde los estigmas hasta el pistilo.

La mazorca constituye el sexo femenino del maíz donde cada pistilo – estigma proviene de un óvulo situado en el raquis (tusa) que al salir de la bráctea (hojas de las mazorcas) por su extremo superior, quedan expuestas para su fertilización con los granos de polen provenientes de las panojas cercanas. El polen toca el estigma envía su tubo polínico por el pistilo hasta el interior de los óvulos para realizar la fecundación, una vez fecundado se inicia la multiplicación celular que dan origen a un grano de maíz.

Otra característica de la planta que se debe tomar en cuenta es el ciclo de floración el mismo que determina el momento de la cosecha un, híbrido precoz es más conveniente que un tardío esto reduce el tiempo de cultivo en campo lo cual significa menor costos y riesgos para el agricultor.

2.1.3. Exigencias edafoclimáticas

2.1.3.1. Exigencia de clima

El crecimiento resulta de la utilización de la luz solar en la fotosíntesis, que aporta los componentes necesarios para la constitución y funcionamiento de los distintos órganos de la planta, por lo tanto, está

directamente relacionado con la capacidad del cultivo para capturar la luz solar incidente.

El maíz en general exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Para la germinación la temperatura media diurna mínima debe estar no menos de 10 °C, siendo la óptima 20 y 25 °C (Bonilla 2009).

La temperatura óptima depende del estado de desarrollo.

Dichas temperaturas son:

CUADRO N° 01. Temperaturas para cada etapa de desarrollo

Etapa	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10 °C	20 a 25 °C	40 °C
Crecimiento Vegetativo	15 °C	20 a 30 °C	40 °C
Floración	20 °C	21 a 30 °C	30 °C

Durante la época de la formación de granos, las temperaturas altas tienden a inducir una maduración más temprana.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología 2005), reporta que las aguas en forma de lluvia son muy necesarias en periodos de crecimiento en unos contenidos de 40 a 65 cm y que el maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día.

El agua es el componente mayoritario e indispensable para que las plantas puedan vivir y desarrollarse. Es a su vez el vehículo en el cual se transportan los elementos químicos esenciales que el suelo contiene desde las raíces hacia las hojas, y componentes elaborados por estas a los restantes órganos. Proporciona a los tejidos vegetales la

consistencia necesaria para su movimiento en el suelo; entre otras funciones es quien regula la temperatura de las plantas evitando con ello, cambios bruscos que pueden dañar su crecimiento, (Navarro 2000).

Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante. En la fase del crecimiento vegetativo es cuando más cantidad de agua se requiere y se recomienda dar un riego unos 10 a 15 días antes de la floración.

Durante la fase de floración es el periodo más crítico porque de ella va a depender el cuajado y la cantidad de producción obtenida por lo que se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada.

Risco (2007) indica que el maíz morado se adapta a las condiciones de sierra media que comprende las laderas, valles y mesetas localizadas entre los 1 800 a 3 000 msnm, con temperaturas medias anuales de 12° a 20°C y con una precipitación media anual de 500 a 1000 mm. Las variedades precoces necesitan menos agua que las tardías. El maíz necesita suelos profundos y fértiles para dar buena cosecha.

2.1.3.2. Exigencias en suelo

El cultivo de maíz en general se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentra en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y muy sueltos (arenosos). Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en

suelos con textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7), un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego (Fuentes 2002).

Las condiciones óptimas para la producción del maíz morado son los suelos profundos con textura franco a franco-arcilloso que retienen humedad. El exceso de humedad limita la acumulación de pigmentos en la mazorca, por ello se desarrolla mejor en suelos con pH entre 5 y 8 (Risco 2007).

Quispe *et al* (2007), señalan que el maíz morado requiere de suelos franco-arcillosos con buena capacidad para el soporte de la humedad, es adaptable a diversos climas de la costa y sierra, que se ubiquen a lo largo de la cordillera de los andes entre los 1,200 y 3,000msnm.

2.1.4. Fertilización del maíz (época y dosis)

Injante Silva *et al* (2010) indica lo siguiente:

- **La primera fertilización** se puede realizar a máquina al momento de la siembra, o a palana cuando la planta tiene 4 hojas completamente extendidas, esto ocurre generalmente a los 8 días después de la siembra. La fertilización nitrogenada no debe exceder de 80 unidades.
- **La segunda fertilización** completar toda la dosis requerida del N (cuando la planta tiene las 08 hojas completamente extendidas. Todos los

fertilizantes se vierten en una manta y se mezcla en forma continua para uniformizarla.

Cuadro N° 02. Fertilización del Maíz.

Elementos		Fuente	Cantidad (bolsas)	Época de aplicación al cultivo de maíz
Primer abonamiento		Urea	2	Todos los fertilizantes se aplican juntos
	N	Sulfato de amonio	3	
	P	Fosfato monoamonico	4	A los (8 días después de la siembra)
	K	Sulpomag	4	
Segundo abonamiento		Urea	5	25 – 30 días después de la siembra (8 hojas extendidas)
	N	Sulfato de amonio	4	

Rimache (2008) menciona que las necesidades de fertilización del maíz híbrido son: 240 – 120 - 120 (N, P, K).

- Urea 240 kg/ha
- Súper fosfato triple 120 kg/ha
- Muriato de Potasio 120 kg/ha

Al momento de la siembra se aplica el 70% de la urea, todo el Superfosfato triple de calcio y muriato de potasio. El 30% restante de la urea se aplica a los 30 días de la siembra en la Costa y 45 días en la Sierra. Se puede adicionar urea foliar a razón de 1,2 libras por tanque de 200 litros. El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y su recomendación, esto le garantiza suplir de los elementos nutritivos necesarios a la planta y evitar gastos innecesarios.

De no contar con el análisis de suelo se recomienda uno de los planes siguientes:

2.1.4.1. Para suelos de textura fina (francos y franco-arcilloso)

Aplicar 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 a la siembra, u ocho días después de siembra, como primera fertilización: La segunda, hacerla con 253 kg/ha de Sulfato de Amonio ó 116 kg/ha de Urea, a los 30 días después de siembra.

2.1.4.2. Para suelos de textura gruesa (arenosos)

Aplicar como primera fertilización, 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 a la siembra, o hasta ocho días después de la siembra. Una segunda fertilización a los 30 días después de siembra con 130 kg/ha de Sulfato de Amonio. En una tercera fertilización, 45 días después de la siembra, se deben aplicar 65 kg/ha de Urea.

Deras (2011) menciona que, el maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrimentos.

Cuadro N° 03. Elementos nutritivos necesarios para el maíz

ELEMENTO	Kg/ha⁻¹
* Nitrógeno	187
* Fósforo	38
* Potasio	192
* Calcio	38
* Magnesio	44
* Azufre	22

Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

Nutrientes que se absorben en mayores cantidades (macroelementos) y elementos secundarios:

Nitrógeno: Es el motor del crecimiento de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+) (FAO 2012). La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar, así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 kg de N/ha (Fuentes 2002).

Fósforo: Su dosis depende del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El P, se clasifica como un nutriente primario razón por la cual es deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes (Fuentes 2002). La concentración total de P en los cultivos varía de 0.1 a 0.5 por ciento (MINAG 2011).

La eficiencia del fósforo, medida en términos de nutrientes recuperados por el cultivo de maíz varía entre 15 y 20 por ciento. Sin embargo, estas cifras pueden ser mejoradas saturando la capacidad de fijación del nitrógeno con fuertes aplicaciones de fertilizantes fosfatados, con el inconveniente de que los costos se elevan (Mendieta 2009).

Por cada 100 kg de P_2O_5 soluble aplicado al suelo, el cultivo absorbe durante su desarrollo y fructificación de 20 a 60 kg de P_2O_5 aplicado (Villagarcía y Aguirre, 2012). Las plantas deficientes en fósforo presentan detención en su desarrollo, sus hojas son de color verde oscuro y con frecuencia muestran tendencia a la producción de pigmentos antociánicos de color rojo o púrpura.

Potasio: Debe aplicarse en una cantidad superior a 80 o 100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135 a 160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y las mazorcas no granan en las puntas (Fuentes 2002). También produce amarillamiento de hojas con frecuencia en forma de moteado, disminuye el crecimiento y por lo general los tallos se vuelven tan débiles que las plantas son derribadas fácilmente por el viento.

El potasio activa más de 60 enzimas, por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas. Asimismo, mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a sequías, heladas y salinidad. Las plantas provistas con buen nivel de K sufren menos de enfermedades (F AO 2012).

2.1.5. El Zinc y su importancia

Latiza (2010) menciona que el zinc es un elemento utilizado por los cultivos en pequeñas cantidades (por lo general menos de 0.6 Kg de Zn por hectárea), sin embargo, es esencial para el crecimiento normal de la planta y el desarrollo. El zinc tiene varias funciones importantes en las plantas, incluidas las funciones importantes en las reacciones enzimáticas, la fotosíntesis, la transcripción del ADN y la actividad de auxina.

El zinc se encuentra en cantidades suficientes en la mayoría de los suelos para satisfacer las necesidades de los cultivos, pero puede ser deficiente en suelos arenosos, otros suelos de baja materia orgánica (por ejemplo, aquellos con las capas superiores removidas por la erosión) o suelos con pH alto.

De todos los micronutrientes, el zinc es el que más a menudo presenta deficiencias en la producción de maíz y tiene más probabilidades de provocar una respuesta en rendimiento cuando se aplica como fertilizante. Sin embargo, las respuestas de rendimiento son sólo posibles cuando el zinc es deficiente y por lo tanto limita el rendimiento. Mediante análisis de suelo y de tejidos vegetales se puede determinar si el zinc es deficiente en el suelo o las plantas.

Valeria Silva (2007) menciona que el zinc es considerado un elemento esencial para el normal crecimiento de las plantas. Cuando el suministro de dicho nutriente no es el adecuado, una o más funciones fisiológicas de las plantas se ven comprometidas y el crecimiento se afecta severamente. El maíz es considerado como una especie altamente afectada por la deficiencia de Zinc. En nuestro país, son reiterados los reportes donde se ha evaluado la disponibilidad de Zinc y la respuesta generada frente a diferentes formas de aplicación de dicho nutriente. El Zinc disponible para las plantas es aquel que se encuentra en la solución del suelo o débilmente adsorbido a sus partículas. Hay ciertos factores de suelo que afectan esta disponibilidad, como:

- La humedad del suelo, Suelos arenosos, los cuales en general tienen bajas concentraciones de Zinc. Suelos con impedimentos mecánicos que

restringen la exploración radicular para acceder a zonas con mayor disponibilidad de Zinc.

- Suelos alcalinos, calcáreos o pesados que llevan a la inmovilización del Zinc en comparación de aquellos neutros o ligeramente ácidos. En los suelos calcáreos, el Calcio sustituye al Zinc en el complejo de intercambio catiónico, disminuyendo este último su disponibilidad, ya que forma complejos insolubles.
- Suelos con bajo contenido de Materia Orgánica, impidiendo la adsorción del Zinc a sus partículas y la formación de complejos orgánicos solubles de Zinc.
- Los suelos con altas concentraciones de fósforo disponible que insolubiliza el Zinc en las superficies de las raíces disminuyen su absorción e inhibe no competitivamente la absorción de Zinc. Para Olsen (1972), el mecanismo de la interacción P: Zn no es conocido, sin embargo, está relacionada a altos niveles de fósforo disponible en el suelo o, a la aplicación de este elemento al suelo, y a la formación de fosfato de Zinc, el cual es insoluble (entre 1 y 2.3 ppm de Zinc a 25 °C y a pH 6.7).

Silveira (1967) las cantidades de Zinc fijadas están directa y positivamente correlacionadas con los tenores de fosfato soluble del suelo. Para Kuo (1986) el Zinc y el fósforo pueden ser adsorbidos simultáneamente en los sitios específicos. Suelos con altos contenidos de fósforo provenientes del material originario o bien debido a la fertilización fosfatada realizada en la línea de siembra llevan a la inmovilización del Zinc en el suelo, dejándolo no disponible para las plantas.

Altas concentraciones de cobre en la solución del suelo pueden reducir la disponibilidad de Zinc (y viceversa) debido a la competencia en los sitios de absorción en la raíz de la planta. Se observa un antagonismo similar con el hierro y manganeso que ante condiciones reductoras (inundaciones o anegamientos) aumentan la concentración de Fe^{+2} y Mn^{+2} .

Temperaturas bajas de suelo, inciden en un menor desarrollo radicular y una menor actividad microbial en la descomposición de la materia.

Las diferentes especies difieren marcadamente en la tolerancia a la deficiencia de Zinc. Los cultivares con mayor eficiencia en la utilización del Zinc producen mayor cantidad de materia seca y rendimiento engrano bajo condiciones de baja disponibilidad de dicho elemento.

Los fertilizantes nitrogenados, como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio no solo reducen el pH del suelo aumentando de esta manera la disponibilidad del Zinc, sino que también, incrementa el crecimiento radicular permitiendo una mayor exploración.

2.1.5.1. Funciones del zinc en la planta

Silvia *et al* (2012) mencionan que este elemento participa como co-factor enzimático en una gran cantidad de procesos metabólicos de las plantas. Una de las más importantes es la de catalizar la reacción donde a partir del triptófano se genera auxina, hormona vital para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Participa también en otros complejos enzimáticos con fuerte actividad en zonas meristemáticas, muy vinculado al metabolismo del nitrógeno y síntesis de proteínas, encontrándose en plantas deficientes altas

concentraciones de amidas y aminoácidos. Existen evidencias que demuestran la participación del Zinc también en la síntesis de almidón. Las funciones del zinc son las siguientes:

- No interviene en sistemas redox.
- Participa en muchos procesos metabólicos.
- Interviene en la síntesis de auxinas.
- Tiene gran afinidad para formar complejos con N, oxígeno (O) y azufre (S) en funciones catalíticas y estructurales de reacciones enzimáticas.
- Es absorbido como Zn^{2+} y Zn hidratado.
- Se ha encontrado que la aplicación de quelato de Zn a las semillas de maíz puede aumentar la velocidad de germinación y el vigor de la plántula.

2.1.5.2. Deficiencias de zinc

Latiza (2010) menciona que la ocurrencia de deficiencias puede estar dada por la falta de este elemento en la solución del suelo o por factores que puedan modificar su asimilación. La deficiencia de zinc en los cultivos alimenticios reduce el rendimiento y su valor nutricional. El zinc es uno de los ocho microelementos en trazas que las plantas requieren para un normal crecimiento y reproducción. Cerca del 10% de todas las proteínas en los sistemas biológicos necesitan al zinc para sus funciones y estructura. Las plantas requieren del zinc en pequeñas pero críticas concentraciones para cumplir con varias funciones clave, incluyendo: funciones en la membrana, fotosíntesis, síntesis proteica y de fitohormonas (ejemplo: auxina), vigor de la plántula, formación de azúcares y defensas contra factores de estrés abióticos (ejemplo: sequías) y enfermedades. Aun cuando a una planta se le

suministren macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y agua), la deficiencia de zinc impide que las plantas alcancen su potencial productivo.

El zinc es un elemento poco móvil en la planta, con lo cual los síntomas de deficiencias se visualizan sobre hojas nuevas.

En general los síntomas más observados en el cultivo de maíz son:

- Clorosis internerval
- Reducción en el tamaño de hojas o foliolos
- Mal formación de brotes y hojas.

2.1.6. Variedades de maíz morado

Sevilla y Valdez (1985) indican que hay diferentes variedades de Maíz morado, todas ellas provienen de una raza ancestral denominada "Kculli" que todavía se cultiva en el Perú. Las formas más típicas están casi extintas. La raza Kculli es muy antigua, restos arqueológicos con mazorcas típicas de esta raza se han encontrado en lea, Paracas, Nazca y otros lugares de la costa central cuya antigüedad se estima por lo menos en 2 500 años. También se encuentran mazorcas moldeadas, con las características de la raza, en la cerámica Mochica.

Manrique (1997) refiere que Kculli es una de las cinco razas ancestrales de las que se han originado todas las demás, actualmente en existencia en el mundo. Presentan pocas razas que presentan pigmentos antociánicos en el grano y en la coronta.

En Sudamérica, donde se encuentran con mayor frecuencia, se encuentra el Kculli de Bolivia, que es muy parecido al peruano, tanto en la morfología de la planta y mazorca, como en la intensidad de la coloración; el

Negrillo chileno, que tiene la mazorca más chica y los granos más delgados, aunque presenta más hileras de granos; el Kculli argentino tiene las mazorcas grandes y se diferencia de las otras razas similares de Sudamérica en que los granos son más duros.

Sevilla y Valdez (1985) describen para nosotros las variedades tradicionales más conocidas:

Cuzco Morado

Variedad relacionada a la raza Cuzco Gigante. Es tardía, de granos grandes, dispuestos en mazorcas de 8 hileras muy bien definidas. Se cultiva en diferentes lugares en zonas intermedias en altitud, en los departamentos de Cuzco y Apurímac.

Morado Canteño

Derivada de la raza Cuzco, con características de mazorca muy similares a la raza Cuzco Morado, aunque de menores dimensiones. Es más precoz. Se cultiva en muchos lugares en la Sierra del Perú, pero especialmente en las partes altas del valle del Chillón, en el departamento de Lima, hasta los 2 500 m.s.n.m. Es la variedad que más se consume en el mercado de Lima.

Morado de Caraz

Variedad derivada de las razas Ancashino y Alazán. Recibe este nombre porque se cultiva en la localidad de Caraz, en el Callejón de Huaylas, en extensiones relativamente grandes. El maíz es más chico que las variedades de origen cuzqueño. Es de precocidad intermedia y tiene la ventaja que puede adaptarse también a la Costa. Entre las variedades tradicionales es la que muestra mayor capacidad de rendimiento, y la que presenta la coronta más pigmentada.

Arequipeño

En las alturas de los departamentos de Arequipa se encuentra una variedad de granos morados dispuestos en hileras regulares en la mazorca. La forma de la mazorca es similar al Cuzco, pero más chica. El color de la tusa no es tan intenso como en otras variedades, pero en la colección hecha en Arequipa se encuentra mucha variabilidad para esta característica, por lo que puede ser mejorada. Es más precoz que las variedades previamente citadas.

Negro de Junín

Se denomina así a una variedad precoz de granos negros, grandes, dispuestos irregularmente en una mazorca corta y redondeada. Es similar en forma a la raza San Jerónimo Huancavelicano. Se le encuentra en la Sierra Centro y Sur, hasta Arequipa, ocupando alturas mayores que otras variedades.

2.1.7. Variedades mejoradas del cultivo de maíz morado

PMV – 581

Manrique (1997) menciona que la única variedad que está en producción actualmente, es una variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Malina, obtenida a través de la variedad Morado de Caraz, adaptada a la costa y sierra baja. Resistencia a roya y cercospora. De periodo vegetativo intermedio, mazorcas medianas de 15 - 20 cm. alargadas y con alto contenido de pigmento, y un potencial de rendimiento de 6 t/ha.

PMV – 582

Variedad mejorada por la Universidad Nacional Agraria La Malina, adaptada a la sierra alta, planta baja, intermedia de mazorcas medianas, con alto contenido de antocianinas, con un potencial de rendimiento de 4 t/ha.

2.1.8. Producción y exportación de maíz morado en Perú

La producción peruana de maíz morado desde el 2003, mostró un avance en los niveles de producción tanto en superficie cultivada como en rendimiento. El ritmo de crecimiento de la producción promedio anual hasta el 2006 ha sido 19.6%. En dicho año la producción nacional de maíz morado alcanzó a 10 600 toneladas, siendo las principales regiones productoras, Lima (24.2%), Arequipa (21.8%) y Cajamarca (20.6%) (Manrique 1997).

Los principales países destino del maíz morado son: EE.UU. y Japón, quienes en conjunto absorben alrededor del 95% del total exportado. Estados Unidos es el principal comprador de maíz morado, importando 297 mil dólares para el año 2008. Sin embargo, el precio promedio que paga el mercado japonés (US\$ 3.01/kg) es mayor al precio promedio del mercado americano (US\$ 1.33/kg) (Manrique 1997).

A nivel de subproductos, el principal exportado fue la coronta de maíz morado (26.3% del total de exportaciones de maíz morado y derivados), la cual es demandada no sólo como colorante natural en la industria de alimentos y bebidas, sino para su aplicación en el sector farmacéutico por su alto contenido de antocianina. Le siguieron en importancia los envíos de concentrado de maíz morado (1 0% del total de envíos), extracto de maíz morado (6.2%) y jugo (4.5%).

2.2. ANTECEDENTES

Solano (1999) evaluó el efecto de la fertirrigación con NPK sobre el rendimiento y el contenido de antocianinas en tres variedades de maíz morado (Morado Canteño, PMV-581 de Huánuco y PMV-581 de Cañete), con cuatro niveles de fertilización NPK y un testigo sin fertilizar, con una densidad de 62 500 plantas/ha. En su investigación concluye que los mayores rendimientos de mazorca y coronta fueron superiores con el tratamiento 180-120-180 (N- P- K), con una producción de 4 962 kg/ha y de 4 498.7 kg/ha de promedio general en mazorca. Pero la mayor concentración de antocianinas fue con el tratamiento 180-120-180 (N- P-K) con 407.7 mg de Acys totales/100g de coronta y para niveles de fertilización el mejor promedio fue 435.6 mg de Acys total es de coronta con el tratamiento 180-120-180, en la variedad PMV-581 proveniente de Cañete.

Andrade (2006) evaluó el rendimiento de maíz morado PMV-582 empleando como fuentes de fertilización humus de lombriz, ekotron, compost, un testigo sin fertilizar y la dosis de fertilización 200-200-200 NPK. Los mayores rendimientos en grano, coronta mazorca (5 100; 7 000 y 5 900 kg/ha) se lograron con el Ekotron. Asimismo, con el nivel de fertilización 200-200-200 encontró la mayor altura de planta y la mazorca con 2.5 m y 1.7 m respectivamente.

Paucarima (2007) evaluó la respuesta de maíz morado PMV-581 en cuatro fórmulas de abonamiento y tres densidades de siembra, bajo condiciones locales de la EEA Canaán Ayacucho. La floración masculina ocurrió entre los 77 y 80 días, la floración femenina entre los 86 y 89 días, la madurez fisiológica entre los 166 y 169 días y la madurez de cosecha entre

los 187 y 188 días. Para longitud y peso de mazorca, diámetro y altura de mazorca obtuvo los mayores valores con el nivel 290-160-240 de NPK (21.90 gr y 2.10 cm; 2.84 gr y 2.10 cm respectivamente). Asimismo, con este nivel obtuvo el mayor peso de 1 000 semillas de la categoría primera y por consiguiente el mejor rendimiento logrado fue 5.41 t/ha comparada con los demás tratamientos.

Rodríguez (2007) estudió en la variedad de maíz morado PMV-581, el efecto de la fertilización NPK con el nivel 160-80-160 kg/ha y la aplicación de ácidos húmicos (AH) con 3001/ha con un testigo no fertilizado, en tres densidades de siembra (55 555; 65 555 y 75 555 plantas/ha). Halló el mayor rendimiento comercial de mazorcas con NPK +AH (7 293.5 kg/ha), seguido de NPK (7 224.5 kg/ha) y el testigo (T0) 6 109.8 kg/ha).

Quispe *et al* (2007) evaluó las características morfológicas y químicas de los cultivares TC, PMV- 581 y TJ de maíz morado, cultivados en el distrito de La Joya-Arequipa. Halló diferencias altamente significativas para altura de planta a los 8, 15, 30, 60, 90,120 y 150 días después de siembra; diferencias significativas para peso de planta en la cosecha y los caracteres morfológicos: diámetro de mazorca, diámetro de coronta y peso de coronta. Asimismo, encontró que en el análisis de antocianinas y fenoles totales de las corontas muestran diferencias significativas, sobresaliendo PMV-581; la actividad antioxidante en los tiempos 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos indica diferencias altamente significativas entre los extractos de las corontas y las soluciones estándar de ácido gálico y ácido ascórbico.

Cruzado (2008) evaluó el efecto de la fertilización fosforo-potásica sobre los componentes del rendimiento y contenido de antocianinas en la

variedad de maíz morado PMV-581. Bajo condiciones del experimento no halló diferencias estadísticas significativas entre rendimiento de grano, coronta y mazorca. El más alto rendimiento obtuvo con las dosis de fertilización 180-120-90 y 180-120-120 con 7 633.80 y 7 460.60 kg/ha de granos; 1 558.00 y 1 540.70 kg/ha de coronta y 9 991.80 y 9 001.20 kg/ha de mazorca.

Mayorga (2011) evaluó el rendimiento de maíz morado PVM -581 en dos niveles de fertilización nitrogenada (120 y 240 kg/ha de N más un testigo no fertilizado), con cuatro densidades de siembra (55 550; 65 555; 75 555 y 85 555 plantas/ha). El mayor rendimiento comercial por efecto de la aplicación de nitrógeno hallado fue 6 051 kg/ha con el nivel de 120 kg/ha.

2.2.1. Antecedentes locales

Hasta la actualidad en el distrito de Huacrachuco no hay antecedentes del uso de zinc como fertilizante en el cultivo de maíz morado.

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipótesis general

Si aplicamos la fertilización con zinc al maíz morado variedad PMV – 581, entonces tendremos efectos significativos en el rendimiento en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco – Huánuco.

2.3.2. Hipótesis específicas

1. Si aplicamos a la planta de maíz la dosis 240 – 120 – 120 – 0.5; entonces tendremos efectos significativos en la longitud, diámetro y peso de granos de la planta de maíz.

2. Si aplicamos a la planta de maíz la dosis 240 – 120 – 120 – 1, entonces tendremos efectos significativos en la longitud, diámetro y peso de granos de la planta de maíz.

3. Si aplicamos a la planta de maíz la dosis 240 – 120 – 120 – 2, entonces tendremos efectos significativos en la longitud, diámetro y peso de granos de la planta de maíz.

2.4. VARIABLES

Tabla 01. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores
Variable independiente 1. Fertilización	Formula: N – P – K – Zn Dosis: T1 = 240 - 120 - 120 - 0.5 T2 = 240 - 120 - 120 - 1 T3 = 240 - 120 - 120 - 2 T0 = 240 - 120 - 120 – 0
Variable dependiente 2. Rendimiento	Longitud de la mazorca Diámetro de la mazorca Peso de granos
Variable interviniente 3. Condiciones edafoclimáticas	Clima (Temperatura, Humedad) Suelo (Ph, Textura, etc)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en un terreno particular, en el Distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Ubicación política

Región : Huánuco

Provincia : Marañón

Distrito : Huacrachuco

Posición Geográfica

Latitud Sur : 8° 36` 69”

Longitud Oeste : 77° 08` 74”

Altitud : 3010 m.s.n.m.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de Investigación

Aplicada, porque genera conocimientos tecnológicos expresados en la dosis adecuada de NPK, Zinc destinados a la solución del problema de los bajos rendimientos de los productores de maíz morado del distrito de Huacrachuco – Marañón.

3.2.2. Nivel de investigación

Experimental, porque se manipulará la variable independiente (fertilización con Zinc) y se medirá el efecto de la variable dependiente (rendimiento) y se comparó con el testigo.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA, TIPO DE MUESTREO Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

Estará conformada por 1280 plantas del cultivo de maíz en el campo experimental y por parcela 80 plantas (2 plantas por golpe).

Muestra

La muestra estará constituida por 18 plantas (2 plantas por golpe) por área neta experimental, tomadas de la parte céntrica de los surcos, haciendo un total 576 plantas de las áreas netas experimentales.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en su forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de maíz al momento de la siembra, tienen la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

Unidad de análisis

Unidad de análisis estará constituida por las plantas de maíz (*Zea mays* L.)

3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Se necesita estudiar el efecto de la fertilización con Zinc en el rendimiento del cultivo de maíz morado variedad PMV-581, con cuatro dosis de fertilización (A, B, C, D) cuya distribución de los tratamientos se realizará en un DBCA con 4 repeticiones y 4 tratamientos.

Tabla 02. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción (dosis N-P-K-Zn)	Fuente	Grado equivalente
A = T1	240 – 120 – 120 – 0.5	Urea	46 %
B = T2	240 – 120 – 120 – 1	Superfosfato triple de calcio	46 %
C = T3	240 – 120 – 120 – 2	Cloruro de potasio	60%
D = T0	240 – 120 – 120 – 0	Sulfato de zinc	21%

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

El tipo de diseño es Experimental en la forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) que estará constituido de cuatro tratamientos, distribuido en cuatro repeticiones haciendo, un total de 16 unidades experimentales.

Modelo Aditivo Lineal

El modelo aditivo lineal para Diseño en Bloques Completamente al Azar, está dado por:

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

Dónde:

Y_{ij} = Valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento; j-ésimo bloque

i = 1, 2, 3, 4 Tratamientos/bloque.

- j = 1, 2, 3, 4 Repeticiones/experimento.
 u = Efecto de la media general.
 t_i = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.
 B_j = Efecto del (j – ésimo) bloque.
 t = N° de tratamientos
 B = N° de bloques
 E_{ij} = Error experimental de las observaciones (Y_{ij}).

Esquema de Análisis de Varianza para el diseño (DBCA)

La técnica estadística será el ANDEVA (Análisis de Varianza) para medir la significación entre tratamiento y repeticiones al 0.05 y 0.01. Para la comparación de los promedios de los tratamientos se utilizará la Prueba de DUNCAN al 0.05 y 0.01 del margen de error.

Tabla 04. Esquema del análisis estadístico

Fuente de Varianza (F.V)	Grados de libertad (GL)
Bloques o repeticiones	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 3$
Error experimental	$(r-1)(t-1) = 9$
Total	$(tr-1) = 15$

3.5.2. Descripción del campo experimental

Campo experimental:

Largo de campo	: 23 m
Ancho del campo	: 21 m
Área total del campo experimental (23 x 21)	: 483 m ²

Área experimental total (4.5x4x18) : 324 m²

Área de caminos (483 – 324) : 159 m²

Área neta experimental total del campo (2x1x18) : 36 m²

Bloques:

Nº de bloques : 4

Nº de tratamientos por bloque : 4

Longitud del bloque : 18 m

Ancho de bloque : 4.5 m

Área experimental por bloques (18x4.5) : 81 m²

Parcelas Experimentales:

Longitud. : 4 m.

Ancho . : 4.5 m.

Área experimental : 18 m²

Área neta experimental por parcela : 8.10 m²

Características de los surcos:

Número de surcos por parcela : 5

Distanciamiento entre surcos : 0.90 m.

Distanciamiento entre plantas : 0.50 m.

Numero de golpes por unidad experimental : 40

Numero de golpes del área neta experimental : 18



Figura N° 1 Croquis del campo experimental

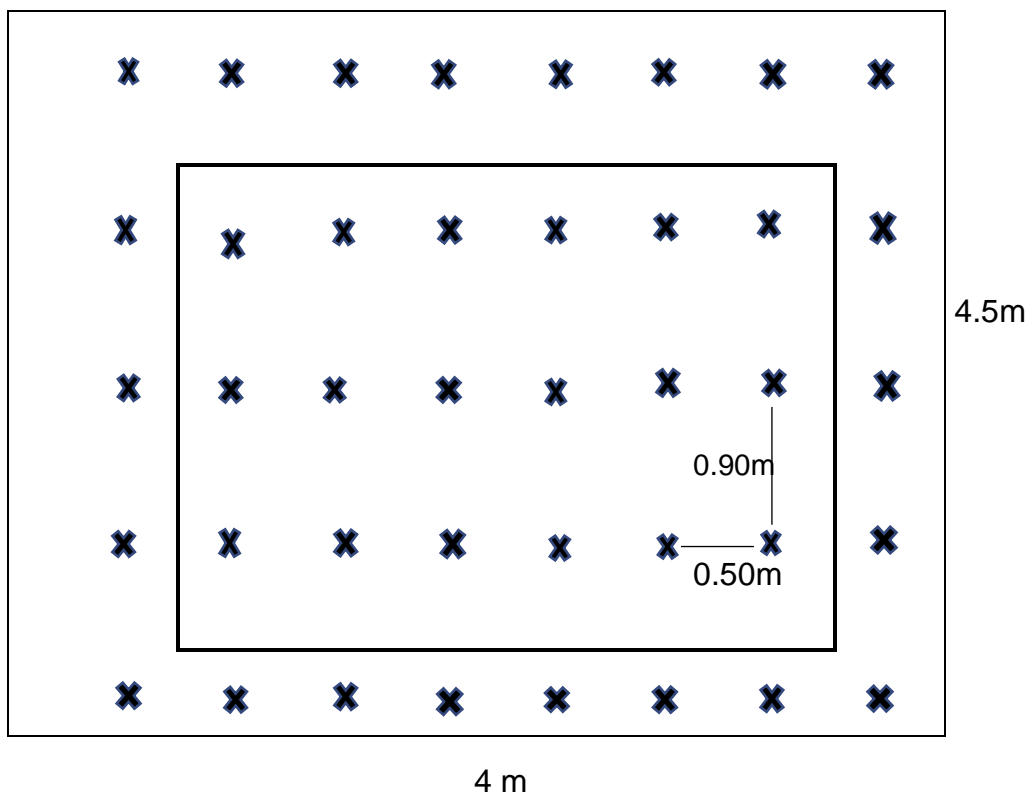


Fig. 02 Detalle de la unidad experimental

3.5.3. Datos a registrar

Longitud de mazorca

Se cosecharon las mazorcas de las plantas del área neta experimental, y se tomaron 10 mazorcas al azar en el cultivo de maíz morado y se procedió a medir desde el ápice a la parte superior con la ayuda de una regla o wincha, finalmente se sumaron y los resultados se expresaron en cm.

Diámetro de mazorca

De las 10 mazorcas se midió la longitud se usaron para medir el diámetro que será de la parte central de la mazorca y los resultados se expresan en cm.

Peso de granos por área neta experimental

De las mazorcas cosechadas de las áreas netas experimentales se procedió a su respectivo desgrane, luego se pesaron y los resultados se expresan en kilos.

Rendimiento por hectárea

De los pesos obtenidos del área neta experimental de cada parcela se calculará el rendimiento por hectárea mediante regla de tres simple y los promedios se expresarán en kilos por hectárea.

3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información

3.5.4.1. Técnicas de recolección de información

a) Técnicas de investigación documental o bibliográfica

Análisis del contenido

Se realizó el estudio y análisis de una manera objetiva y sistemática de los documentos leídos para recopilar información y procesarlos según los objetivos del trabajo para elaborar el sustento teórico, redactados según el modelo de redacción IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

Fichaje

Permitió registrar los elementos bibliográficos de los documentos para elaborar la literatura citada, redactadas según el modelo de redacción IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

b) Técnicas de campo

La observación

Permitió recolectar los datos directamente del campo experimental.

3.5.4.2. Instrumentos de recolección de información

Fichas

Sirvió para registrar la información producto del análisis de documentos en estudio. Tenemos:

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

Base de datos

Es un formato en la cual se compilará toda la información necesaria; en otras palabras, es la base de los datos a registrar, la cual nos ayudará a resolver los problemas y lograr los objetivos planteados.

Libreta de campo

Se utilizó para registrar datos de campo de las observaciones que se realizó, así como de las labores agronómicas y culturales.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Tabla 05. Lista de materiales y equipos

Materiales	Equipos
- Picotas	- Cámara fotográfica
- Cordel	- Balanza
- Wincha	- Computadora
- Rafia	- Vernier
- Estacas	- Regla graduada
- Jalones	- Etc.
- Yeso	
- Costales	
- Semillas	
- Bolígrafo	

3.7. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

3.7.1. Labores agronómicas

Elección del terreno y toma de muestras.

El terreno a utilizar es plano con buen drenaje para evitar el empozamiento de agua y permitirá una buena aireación. Posteriormente se tomó la muestra del suelo para el análisis de fertilidad, siendo el método de muestreo en zigzag, obteniendo una muestra representativa de toda el área de la parcela experimental.

Análisis de suelo

El análisis de fertilidad del suelo se realizó en los Laboratorios de suelo de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima.

Preparación del terreno

Primeramente, se realizó el riego de machaco, una vez que el suelo consiguiera la capacidad de campo se procederá a la roturación del terreno usando un tractor agrícola, posteriormente se efectuó el desterronado, para facilitar la nivelación y alisado de la superficie del suelo, dejándolo listo para el surcado. El surcado se realizó usando una picota y a una distancia entre surcos 0.90 metros.

Trazado del campo experimental

El trazado de bloques y tratamientos se efectuó según el diseño establecido, utilizando para ello estacas, wincha, cordel y yeso.

3.7.2. Labores culturales

Siembra

La siembra se realizó golpe, depositando 3 semillas, al fondo del surco a una profundidad de 5 cm, el distanciamiento entre plantas será de 0.50 metros y entre surco 0.90 metros. La semilla que se utilizara es certificada.

Fertilización

Se aplicó los fertilizantes a chorro continuo en forma circular alrededor de la semilla, evitándose que entren en contacto con la semilla para proteger a los brotes de posibles quemaduras. Se utilizaron las dosis de fertilización siguiente: 240 – 120 – 140 – 0.5; 240 - 120 – 140 – 1; 240 - 120 – 140 – 2; 240 - 120 – 140 – 0, de N – P – K – Zn, por hectárea. Para utilizar más eficientemente el Nitrógeno se aplica en dos fracciones: el 50% al momento de la siembra y el resto a los 40 días, respectivamente, utilizando todo el fósforo y potasio al momento de la siembra.

Aclareo

Es una labor de cultivo que se realiza cuando la planta ha alcanzado un tamaño próximo de 25 a 30 cm y consiste en ir dejando dos plantas por golpe y se van eliminando las restantes.

Riegos

Los riegos se realizaron según las necesidades de la planta, siendo indispensable los riegos a la floración masculina, al inicio del llenado de grano, con la finalidad asegurar la formación de las mazorcas y no disminuir el potencial de rendimiento.

Control de malezas

Esta labor se realiza en forma manual a los 15 después de la siembra, utilizando como herramienta azadón, el herbicida se aplicará cuando la maleza tenga 04 hojas como máximo.

Aporque

Se realiza con la finalidad de darle más soporte a las plantas, aumentar la porosidad, y evitar el exceso de humedad del suelo. El aporque se realizó cuando las plantas han alcanzado una altura de 50 cm, procurando realizar el aporque no muy profundo.

Control de Plagas

Se controló preventivamente durante la conducción del experimento del cultivo, y si el ataque de plaga es severo se usará un insecticida sistémico para su control.

Cosecha

La cosecha se realizó a los 150 días, después de la siembra; cuando las mazorcas alcancen un grado de humedad adecuado (14 % en

promedio), utilizando como indicador el fácil desgrano o desprendimiento de los granos de la mazorca. La cosecha se realizará manualmente por cada tratamiento y se pondrán en envase de plástico (costales), previamente enumerados para no confundir entre tratamientos.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en cuadros y gráficos 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 (*) y altamente significativos (**).

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

4.1. LONGITUD DE MAZORCA

Los resultados se indican en el cuadro 01 del anexo donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 4. Análisis de Varianza para longitud de mazorca

FUENTE DE	GL.	SC.	CM.	FC.	F.T.	
VARIABILIDAD					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.282	0.094	0.45 ^{ns}	3.86	6.99
TRATAMIENTO	3	10.154	3.385	16.35 ^{**}	3.86	6.99
ERROR	9	1.863	0.207			
TOTAL	15	12.300				

CV: 3.14

Sx: 0.23

Los resultados respecto a la longitud de mazorca indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 3.14% y la desviación estándar (Sx) 0.23

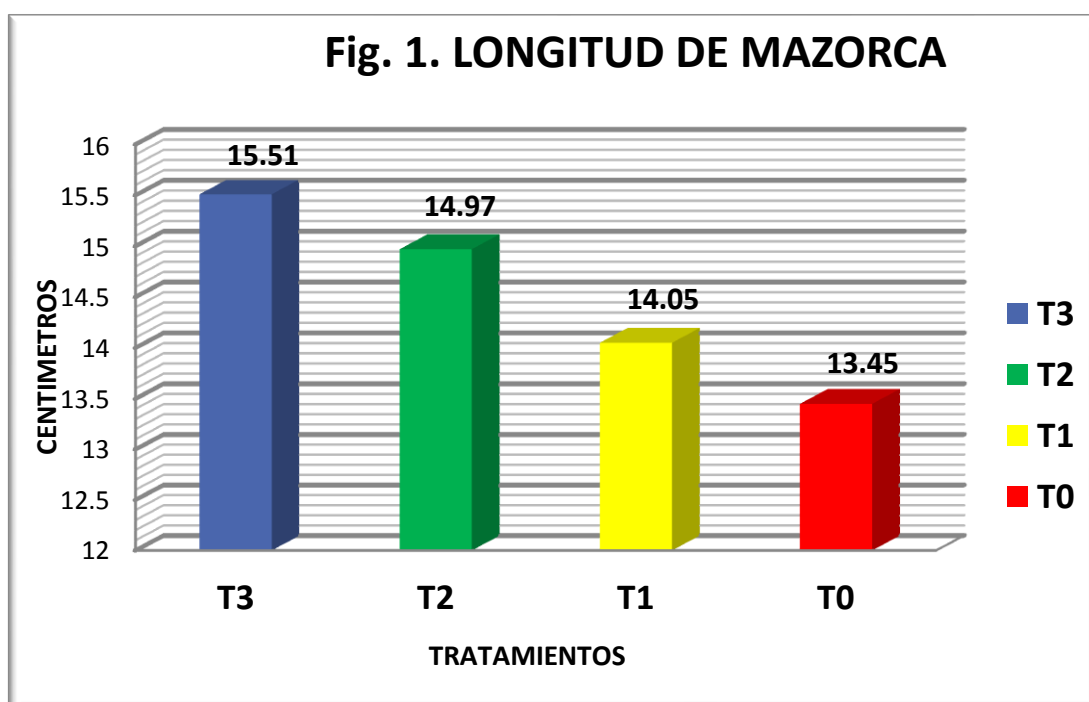
Cuadro 5. Prueba de significación de Duncan para longitud de mazorca

OM	TRAT.	PROMEDIO Cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1°	T3	15.51	A	a
2°	T2	14.97	A	a b
3°	T1	14.05	B	b
4°	T0	13.45	B	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 0.05 el tratamiento T_3 estadísticamente supera a los demás tratamientos. Al nivel del 0.01 los tratamientos T_2 y T_1 estadísticamente son iguales, donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 3° al 4°.

La mayor longitud de mazorca se obtuvo con el tratamiento T_3 con 15.51 cm superando al testigo T_0 quien ocupó el último lugar con 13.45 cm.

Lo que nos indica que el zinc tiene importancia en la formación longitud de la mazorca, esto se atribuye probablemente a lo reportado por Latiza (2010) en donde manifiesta, que la deficiencia de zinc en los cultivos alimenticios reduce el rendimiento y su valor nutricional.



4.2. DIÁMETRO DE MAZORCA

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

Cuadro 6. Análisis de Varianza para diámetro de mazorca.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	F. TABULADA	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.258	0.086	0.89 ^{ns}	3.86	6.99
TRATAMIENTO	3	2.800	0.933	9.68 ^{**}	3.86	6.99
ERROR	9	0.868	0.096			
TOTAL	15	3.926				

CV: 3.96

Sx: 0.16

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 3.96 y la desviación estándar (Sx) 0.16.

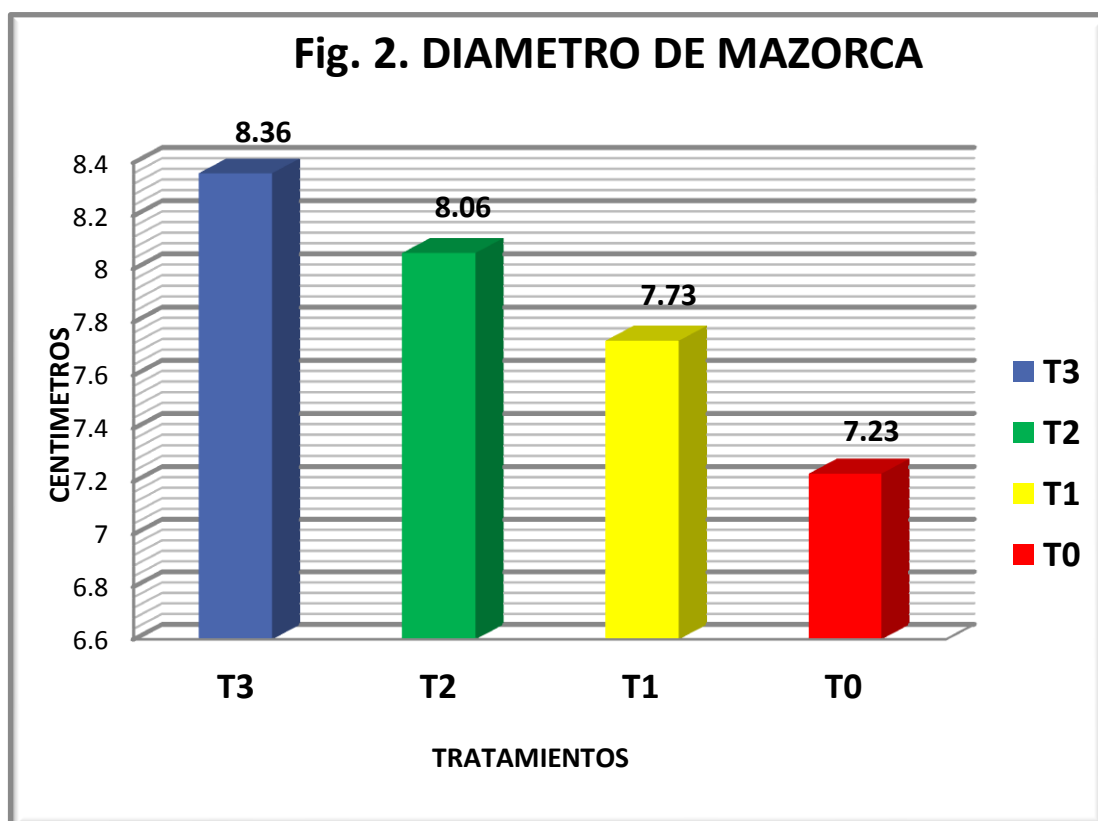
Cuadro 7. Prueba de significación de Duncan para diámetro de mazorca

OM	TRAT	PROMEDIO Cm	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1°	T3	8.36	A	a
2°	T2	8.06	A	b
3°	T1	7.73	B	b
4°	T0	7.23	B	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T₃ estadísticamente supera a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor diámetro de mazorca se obtuvo con los tratamientos T₃ con 8.36 cm superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 7.23 cm.

Lo que nos indica que las diferentes dosis de zinc han tenido diferencias significativas respecto al diámetro de la mazorca, esto se atribuye a lo reportado por Valeria (2007) que menciona que el zinc es considerado un elemento esencial para el normal crecimiento de las plantas. Así mismo acota que el maíz es considerado como una especie altamente afectada por la deficiencia de Zinc.



4.3. PESO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

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

Cuadro 8. Análisis de Varianza para peso de granos por área neta experimental.

FUENTE DE VARIABILIDAD	GL.	SC.	CM.	FC.	F. TABULADA	
					0.05	0.01
BLOQUES	3	0.023	0.008	14.49 ^{ns}	3.86	6.99
TRATAMIENTO	3	0.053	0.018	33.00**	3.86	6.99
ERROR	9	0.005	0.001			
TOTAL	15	0.081				

CV: 5.64

Sx: 0.01

Los resultados respecto al peso de granos por área neta experimental indican que no existe significación estadística para repeticiones y alta significación para tratamientos. El coeficiente de variabilidad (CV) es 5.64 y la desviación estándar (Sx) 0.01.

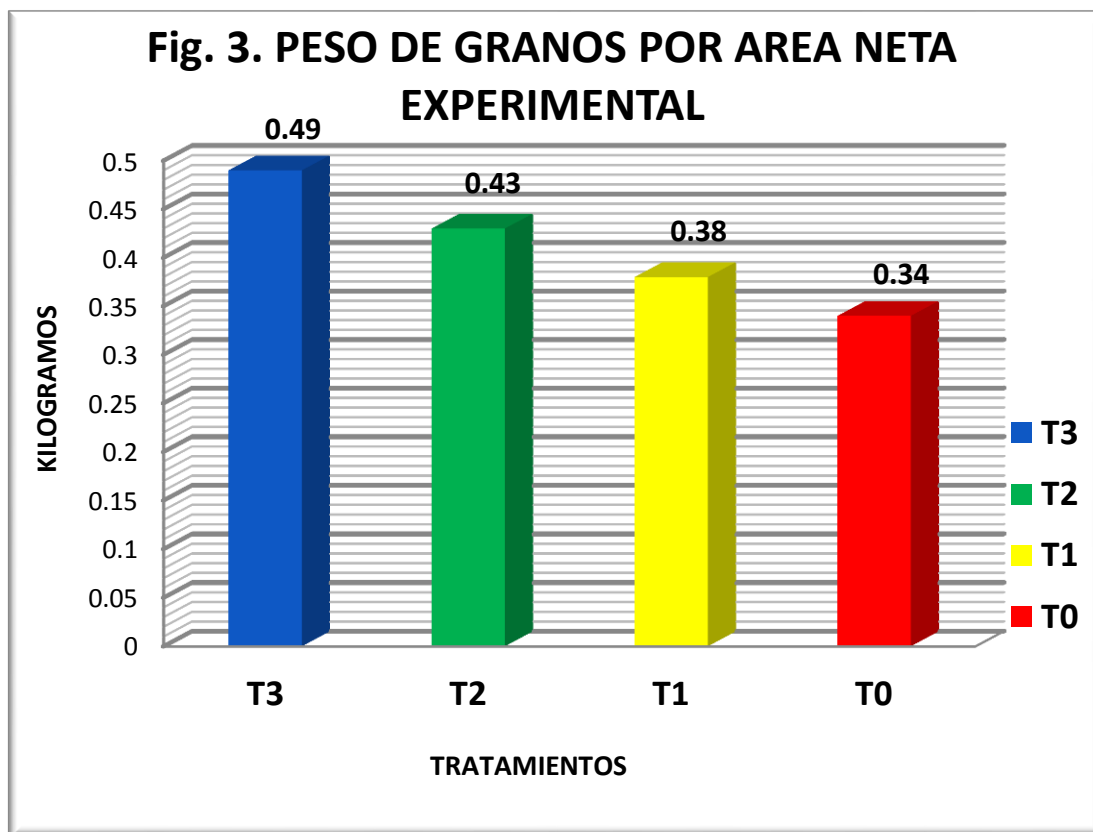
Cuadro 9. Prueba de significación de Duncan para peso de granos por área neta experimental.

OM	TRAT	PROMEDIO Kg	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1º	T3	0.49	A	a
2º	T2	0.43	A	a b
3º	T1	0.38	B	b
4º	T0	0.34	B	b

La prueba de Significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde el tratamiento T₃ supera estadísticamente a los demás tratamientos en ambos niveles de significación.

El mayor peso de granos por área neta experimental se obtuvo con el tratamiento T₃ con 0.49 kilos superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 0.34 kilos.

Estos resultados q nos indica que las diferentes dosis de zinc han tenido diferencias significativas respecto al peso de granos por área neta experimental, coincidiendo a lo reportado por Latiza (2010) quien manifiesta, que la deficiencia de zinc en los cultivos alimenticios reduce el rendimiento también a lo mencionado por Valeria (2007) menciona que cuando el suministro de dicho nutriente no es el adecuado, una o más funciones fisiológicas de las plantas se ven comprometidas y el crecimiento se afecta severamente.



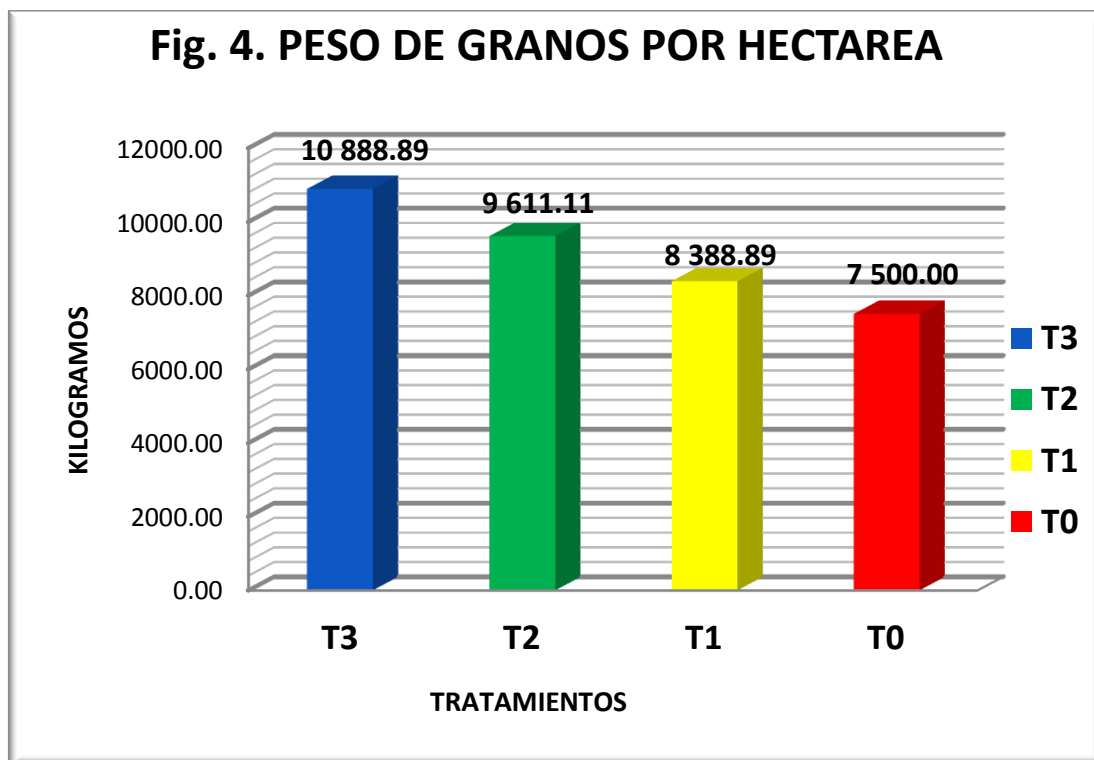
4.4. RENDIMIENTO POR HECTÁREA

Los resultados se indican en el anexo 04 donde se presentan los promedios obtenidos.

Cuadro 10. Rendimiento por hectárea.

OM	TRAT	PROMEDIO kg/ha	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1º	T3	10 888.89	A	a
2º	T2	9 611.11	A	a b
3º	T1	8 388.89	B	b
4º	T0	7 500.00	B	b

El mayor rendimiento por hectárea se obtuvo con el tratamiento T₃ con 10 888.89 kg/ha superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 7 500 kg/ha.



V. DISCUSIÓN

5.1. LONGITUD DE MAZORCA

Los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe alta significación entre los tratamientos, donde el tratamiento T₃ (240-120-120-2) obtiene 15.51 cm superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 13.45. El efecto de la fertilización que al respecto Estrada (2006) indica que el descubrimiento de algunos elementos nutritivos de importancia para la vida vegetal es reciente, destacando el nitrógeno(N), el fósforo (P) Y el potasio (K). Los tres elementos citados son esenciales en la agricultura moderna, la utilización racional de las sustancias nutritivas asegura un rápido crecimiento, un adecuado desarrollo de las raíces y por consiguiente una cosecha óptima.

Valeria Selva. (2007) menciona que el zinc es considerado un elemento esencial para el normal crecimiento de las plantas. Cuando el suministro de dicho nutriente no es el adecuado, una o más funciones fisiológicas de las plantas se ven comprometidas y el crecimiento se afecta severamente.

5.2. 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 T₃ (240-120-120-2) estadísticamente supera a los demás tratamientos obteniendo 8.36 cm superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 7.23 cm.

5.3. PESO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

Los resultados del Análisis de varianza y la Prueba de Significación de Duncan indican que existe alta significación estadística entre tratamientos donde el tratamiento T₃ (240-120-120-2) obtiene el mayor peso de granos por área neta experimental con el tratamiento T₃ con 0.49 kg superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 0.34 kg.

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

5.4. 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 T₃ (240-120-120-2) obtiene el mayor rendimiento por hectárea con 10 888.89 kg/ha superando al testigo T₀ quien ocupó el último lugar con 7 500.00 kg/ha.

Mayorga (2011) evaluó el rendimiento de maíz morado PMV -581 en dos niveles de fertilización nitrogenada (120 y 240 kg/ha de N más un testigo no fertilizado), con cuatro densidades de siembra (55 550; 65 555; 75 555 y 85 555 plantas/ha). El mayor rendimiento comercial por efecto de la aplicación de nitrógeno hallado fue 6051 kg/ha con el nivel de 120 kg/ha.

Mendoza y Quijada (1988-1989), informan haber obtenido rendimientos de 2 000 a 3 000 Kg/ha. Y Arroyo (1991) menciona que aplicando una dosis de fertilización de 80 - 60 - 40 obtuvo un rendimiento de 3 429 kg/ha.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe efecto significativo de las dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 2 de N P K Zn, en la longitud, diámetro y peso por planta en el cultivo de maíz variedad PMV-581, dicha dosis corresponde al tratamiento (T₃), quien reporta 15.51 cm de longitud; 8.36 cm de diámetro y 0.49 kg con respecto al peso por área neta experimental, superando al tratamiento testigo T₀ (240-120-120-0).
2. Existe efecto significativo de las dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 1 de N P K Zn, en la longitud, diámetro y peso por planta en el cultivo de maíz. variedad PMV-581, dicha dosis corresponde al tratamiento (T₂), quien reporta 14.97 cm de longitud; 8.06 cm de diámetro y 0.43 kg con respecto al peso por área neta experimental, superando al tratamiento testigo T₀ (240-120-120-0).
3. No existe efecto significativo de las dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 0.5 de N P K Zn, en la longitud, diámetro y peso por planta en el cultivo de maíz variedad PMV-581, dicha dosis corresponde al tratamiento (T₁), quien reporta 14.05 cm de longitud; 7.73 cm de diámetro y 0.38 kg con respecto al peso por área neta experimental, no logrando superar estadísticamente al tratamiento testigo T₀ (240-120-120-0).

VII. RECOMENDACIONES

1. A los profesionales y agricultores de la zona utilizar la dosis de fertilización 240 – 120 – 120 – 2 de N P K Zn para mejorar el rendimiento del cultivo de maíz morado (*Zea mays L.*) Variedad PMV-581.
2. A los investigadores realizar estudios sobre el efecto del Zinc en el rendimiento de cultivos con otros sistemas de asociación y diferentes condiciones edafoclimáticas de la provincia de Marañón.
3. A los agricultores productores de maíz considerar en sus dosis de fertilización al Zn

VIII. LITERATURA CITADA

Andrade C. 2006. Efecto de las fuentes orgánicas: humus de lombriz, compost y la sustancia húmica Ekotron en el rendimiento de grano de maíz morado. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima-Perú. UNALM. 93p.

Bonilla M. 2009. Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de maíz. INTA, Costa Rica. 72 p.

Condori S. 2006. Evaluación de líneas de maíz morado (*Zea mays* 1.) provenientes de la variedad PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. 98 p.

Cruzado L. 2008. Efecto de la fertilización fosforo - potásica en el cultivo de maíz morado (*Zea mays*1). Tesis para optar el título de Ing. agrónomo. Lima, Perú. UNALM. 87p.

Chichizola, J.; López, E.; Navarro, J. M; Salinas, F. 2007. Plan de negocios: "acopio, procesamiento y exportación de maíz morado". Trabajo aplicativo final presentado. EPG. UAP. Arequipa, Perú. 115 p.

Deras Flores 2011. Guía técnica el cultivo de maíz. (CENTA).

Estrada, R.; Medina, T. y Roldan, A. 2006. Manual para caracterización in situ de cultivos nativos. Conceptos y procedimientos. Lima, Perú. 167 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2012. Los fertilizantes y su uso. Segunda edición. Roma, Italia. 77 p.

Fuentes, M. R. 2002. El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico. ICTA.

Injante Silva, Pedro y Juyo Coronado, Germán 2010. Guía técnica curso – taller manejo integrado de maíz amarillo duro. Jornada de capacitación UNALM – AGROBANCO.

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 para optar el título de Mg. Se. EPG, UNALM. 77 p.

Llanos 2003. El maíz su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundiprensa, Madrid Barcelona, España pp. 15 – 120 – 125.

Manrique, A. 1997. El maíz en el Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC). Lima, Perú. 362 p.

Mayorga, A. 2011. Efecto de la densidad de siembra y de fertilización nitrogenada en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) cv. PMV-581, bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. UNALM. Lima, Perú. 118 p.

Mendieta, M. 2009. Cultivo y producción del maíz amiláceo. Lima. 134 p.

MINAG (Ministerio de Agricultura, PE), 2011. Manejo y fertilidad de suelos: Guía técnica de orientación al productor. 48 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE), 2012. Maíz morado, principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección General de Competitividad Agraria. 1ra edición. Lima- Perú. 39 p.

Navarro 2000. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Ediciones Mundial-prensa. Madrid – España.

Paucarima, E. G. 2007. Respuesta de maíz morado (*Zea mays*L.) a cuatro fórmulas de abonamiento y tres densidades de siembra Canaán a 2750 msnm Ayacucho. Tesis para optar el título de Ing. Agr. UNSCH. Ayacucho, Perú. 82 p.

Perú. INIA. Boletín N° 1-12. 23 p. Risco, M. 2007. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid-Perú. 88 p.

Poma, L. 2007. Efecto de la fertilización química y orgánica con y sin la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays*1.) cv. PMV-581. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima-Perú. UNALM. 105p.

Quispe, j.; Arroyo, k.; Gorriti, A. 2007. Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (*Zea mays*sl.) en Arequipa- Perú proyecto No. 317-2007- CONCYTEC.

Requis, F. 2012. Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos.

Rimache ARTICA. M. 2008. Cultivo del Maíz. Ediciones Macro. 103 pp. Lima – Perú.

Risco M. 2007. Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho. Solid-Perú. 88 p.

Ritchie S.; Hanway, J. 1995. Como se desarrolla el Maíz, CIMMYT, México – México.

Rodríguez E. 2007. Efecto de la densidad de fertilización N-P-K y de la aplicación de ácido húmico en el rendimiento de maíz morado cv. PMV- 581 bajo riego por goteo. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima, Perú. UNALM.

SENAMHI. 2005. Boletín climatológico mensual. Lima – Perú.

Sevilla R. y Valdez A. 1985. Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado. Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú. 46 p.

Silvia e. Ratto y Fernando H. Miguez. (2012). INFORMACIONES AGRONOMICAS No. 63. (ZINC EN EL CULTIVO DE MAIZ, DEFICIENCIA DE OPORTUNIDAD). Cátedra de Edafología - FAUBA, Argentina.

Solano, R. 1999. Efecto de la fertirrigación de N P K en el rendimiento de y el contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado (*Zea mays*L.) bajo r.l.a.f: goteo. Tesis para optar el título de Ing. Agr. Lima- Perú. UNALM. 105 p.

Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE.Lima-Perú .209 p.

Teuscher H. y R. Adler. 2011. El Suelo y su Fertilidad. Quinta impresión. Ed.CECSA. México. 510p.

Valeria Silva. (2007). El Maíz Necesita Zinc. Depto. Técnico. Stoller Argentina S.A. www.stoller.com.ar.

www.latiza.com. 2010. Asociación Latinoamericana de Zinc. El Zinc en los Fertilizantes.

www.pioneer.com/argentina. 2010. Fertilización y deficiencias de zinc en la producción de maíz. *CONOCIMIENTOS AGRÍCOLAS*.

ANEXOS

ANEXO N° 01. LONGITUD DE MAZORCA

Tratamiento	BLOQUES				E.TRAT (E X i)	PROM. TRAT X
	I	II	III	IV		
T0	12.6	13.1	14.05	14.05	53.8	13.45
T1	13.69	14.11	14.11	14.3	56.21	14.05
T2	15.16	14.9	15.18	14.64	59.88	14.97
T3	15.76	15.66	15.21	15.4	62.03	15.51
Total de bloques (EXj)	57.21	57.77	58.55	58.39	231.92	
Promedio bloques	14.30	14.44	14.64	14.60		14.50

ANEXO N° 02. DIAMETRO DE MAZORCA

TRATAMIENTO	BLOQUES				E.TRAT (E X i)	PROM.trat X
	I	II	III	IV		
T0	7.18	6.95	7.3	7.5	28.93	7.23
T1	7.57	7.79	7.73	7.81	30.9	7.73
T2	8.08	8.1	8.24	7.81	32.23	8.06
T3	8.29	8.1	7.93	9.12	33.44	8.36
TOTAL DE BLOQUES (E X j)	31.12	30.94	31.2	32.24	125.5	
PROMEDIO BLOQUES	7.78	7.74	7.80	8.06		7.84

ANEXO N° 03. PESO DE GRANOS POR AREA NETA EXPERIMENTAL

TRATAMIENTO	BLOQUES				E.TRAT (E X i)	PROM.trat X
	I	II	III	IV		
T0	0.3	0.32	0.34	0.39	1.35	0.3375
T1	0.32	0.34	0.37	0.48	1.51	0.3775
T2	0.39	0.41	0.43	0.5	1.73	0.4325
T3	0.46	0.49	0.5	0.51	1.96	0.49
TOTAL DE BLOQUES (E X j)	1.47	1.56	1.64	1.88	6.55	
PROMEDIO BLOQUES	0.3675	0.39	0.41	0.47		0.409375

ANEXO N° 04. RENDIMIENTO POR HECTAREA

TRATAMIENTO	BLOQUES				E.TRAT (E X i)	PROM.trat X
	I	II	III	IV		
T0	6666.67	7111.11	7555.56	8666.67	30000.00	7500.00
T1	7111.11	7555.56	8222.22	10666.67	33555.56	8388.89
T2	8666.67	9111.11	9555.56	11111.11	38444.44	9611.11
T3	10222.22	10888.89	11111.11	11333.33	43555.56	10888.89
TOTAL DE BLOQUES (E X j)	32666.67	34666.67	36444.44	41777.78	145555.56	
PROMEDIO BLOQUES	8166.67	8666.67	9111.11	10444.44		9097.22



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : ALEXANDER SMITH MARILLO GAMARRA

Departamento : HUÁNUCO
 Distrito : HUACRACHUCO
 Referencia : H.R. 56047-143C-16

Bolt.: 13581

Provincia : MARAÑÓN
 Predio : FUNDO PAYAJÓ
 Fecha : 04/10/16

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
12613		6.67	0.27	0.00	3.68	5.7	176	53	26	21	Fr.Ar.A.	13.12	7.21	5.07	0.53	0.31	0.00	13.12	13.12	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso



Sady García Bendezú
 Sady García Bendezú
 Jefe del Laboratorio

TABLA DE INTERPRETACIONES DEL ANÁLISIS DE SUELO		
PROPIEDADES FISICAS		
Textura	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso (Fr Ar Ao)
	Granulometría	Fina
PROPIEDADES QUIMICAS		
Reacción del suelo	pH	Neutro
Conductividad eléctrica	CE (1:1)	Muy ligeramente salino
Calcáreo	CaCO ₃ (%)	Bajo
Materia orgánica	M.O (%)	Medio
Fosforo	P	Medio
Potasio	K	Medio
Capacidad de intercambio catiónico	CIC	Medio
Relaciones catiónicas	K/Mg	Normal
	Ca/Mg	Normal
Sodio intercambiable	Na	Normal