

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



---

LA FERTILIZACION INORGÁNICA EN EL RENDIMIENTO DEL MAIZ  
HÍBRIDO AMARILLO DURO DEKALB DX 7088 (*Zea mays L.*) EN  
CONDICIONES EDAFOCLIMATICAS DE CANCHÁN – HUANUCO 2015

---

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

**TESISTA: YULI CIPRIANO CIERTO**

**ASESOR: SANTOS JACOBO SALINAS**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante no desmayar ni desfallecer en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

### **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas en su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los Ingenieros que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Para finalizar, también agradezco a mis compañeros y amigos de clase durante todos los niveles de la Universidad, ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## RESUMEN

La investigación, fertilización inorgánica en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro Dekalb Dx 7088 (*Zea mays* L.) en condiciones edafoclimáticas de Canchán Huánuco, el tipo de investigación aplicada, nivel experimental, diseño de bloques completos al azar. La prueba de hipótesis fue con la técnica del análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan al 1 y 5 % de nivel de significación, los datos registrados fueron altura de planta, longitud y diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, granos por hileras, número de mazorcas por área neta experimental y peso de mazorcas por área neta experimental y su estimación a hectárea y las técnicas de recolección de información fueron el fichaje, análisis de contenido y la observación con los instrumentos las fichas y libreta de campo. Los resultados permiten concluir que existen diferencias significativas en altura de plantas, longitud y diámetro de mazorca, (tratamiento T<sub>3</sub> 140-120-100) número de hileras por mazorca, granos por hileras, número de mazorcas por área neta experimental (Tratamiento T<sub>2</sub> 120-100-80) y peso de mazorcas por área neta experimental y su estimación a hectárea (Tratamiento T<sub>4</sub> 160-140-120). En peso de mazorcas por área neta experimental fue con el tratamiento T<sub>4</sub> 160-140-120 con 379 kilos por parcela y estimado a hectárea con 13 144,17 kilos superando ampliamente al testigo (Sin aplicación de fertilizantes) que obtuvo el último lugar con 4 850,56 kilos por hectárea.

**Palabras claves:** Fertilización inorgánica – rendimiento y condiciones edafoclimáticas

## ABSTRACT

The research, inorganic fertilization in the yield of hard yellow hybrid corn Dekalb Dx 7088 (*Zea mays* L.) in edaphoclimatic conditions of Canchán Huánuco, the type of applied research, experimental level, design of complete blocks at random. The test of hypothesis was with the analysis of variance technique and Duncan's significance test at 1 and 5% level of significance, the recorded data were plant height, length and diameter of ear, rows per ear, grains per rows, ears per experimental net area and weight of ears per experimental net area and its estimation to hectare, the techniques of data collection were the signing, content analysis and observation with the instruments, the cards and the field notebook. The results allow to conclude that there are significant differences in height of plants, length and diameter of ear, (treatment 140-120-100) rows per ear, grains per rows, number of ears per experimental net area (Treatment 120-100-80) and weight of ears by experimental net area and its estimation to hectare (Treatment 160-140-120). In weight of ears by experimental net area was with the treatment 160-140-120 with 379 kilos per plot and estimated to hectare with 13 144.17 kilos exceeding widely the control (Without application of fertilizers) that obtained the last place with 4 850,56 kilos per hectare.

Key words: Inorganic fertilization - yield and edaphoclimatic conditions

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**ABSTRAC**

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>08</b>
<b>II.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>11</b>
	<b>2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>11</b>
	2.1.1. Mejoramiento genético del maíz.	11
	2.1.1.1. Variedades e híbridos	11
	2.1.2. Fertilización	14
	2.1.2.1. La fertilización inorgánica	15
	2.1.2.2. La materia orgánica de los suelos	21
	2.1.3. Producción	23
	2.1.4. Rendimiento	25
	2.1.5. Condiciones edafoclimáticas	27
	2.1.5.1. Clima	27
	2.1.5.2. Suelo	29
	<b>2.2. ANTECEDENTES</b>	<b>29</b>
	2.2.1. Rendimiento por regiones	29

2.3. HIPOTESIS	34
2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	34
<b>III. MATERIALES Y METÓDOS</b>	<b>36</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	36
3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	37
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	37
3.4. TRATAMIENTOS	38
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	39
3.5.1. Diseño de la investigación	39
3.5.2. Datos registrados	44
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información	45
3.6. Materiales, equipos y servicios	46
<b>3.7. CONDUCCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO</b>	<b>46</b>
3.7.1. Labores agronómicas	46
3.7.2. Labores culturales	47
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>49</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b>	<b>65</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>69</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>70</b>

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las poáceas (Gramíneas), tribu maydeas y es la única especie cultivada de este género. Otra especie del género *Zea* comúnmente llamada teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas silvestres parientes de *Zea mays* consideradas del nuevo mundo porque su centro de origen está en América.

Actualmente el maíz a nivel mundial la producción total está después del trigo y el arroz pero es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y de importancia económica, por ser alimento humano, del ganado o como fuente de gran número de productos industriales.

La diversidad de ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que cualquier otro cultivo, se cultiva hasta los 58° de Latitud Norte en Canadá y Rusia y hasta los 40° de Latitud Sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado en altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies Del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes.

Fue el primer cereal en ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en

evidencia en la documentada historia del maíz híbrido de los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

Los bajos rendimientos del maíz en condiciones edafoclimáticas del valle de Huánuco se debe entre otros factores al uso de variedades tradicionales que no garantizan buen rendimiento. De continuar así los productores de maíz seguirán obteniendo bajos rendimientos y por tanto sus ingresos disminuirán.

En los últimos tiempos ha resurgido el uso de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal, como alternativa a los problemas de degradación de los suelos asociada con bajos niveles de materia orgánica y con los consecuentes problemas que de ello se derivan. En este sentido, resulta conveniente aplicar en forma mixta fertilizantes químicos con materia orgánica para ir disminuyendo los efectos de degradación de los suelos con la aplicación solo de fertilizantes químicos.

El uso de residuos orgánicos aplicados a los suelos agrícolas conjuntamente con los fertilizantes sintéticos se orienta a la disminución progresiva del uso de la fertilización inorgánica para la conservación del recurso suelo evitando su degradación.

Académica y científicamente el maíz es muy útil dada su versatilidad, como medio didáctico para explicar teorías, principios, leyes, generación de productos tecnológicos, social y económicamente es generadora de mano de obra, sostenibilidad del productor, alto volumen de producción, alimento de sectores marginales, etc.

Ambientalmente al cultivo se aplicará los fertilizantes los impactos ambientales serán principalmente positivos porque se adicionará nutrientes

al suelo, sin embargo los impactos ambientales negativos serán contrarrestados con la adición del compost, adecuado manejo de los insumos (semilla, pesticidas, fungicidas, sistemas de riego, entre otros) para no tener efectos irreversibles sobre el medio ambiente, afectación a la salud pública por la emisión de productos residuales tanto para las plantas, animales y personas.

La alternativa es evaluar el efecto de la dosis de NPK por cuanto los híbridos requieren de insumos en cantidades mayores para obtener rendimientos adecuados adicionando compost en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro y luego recomendar a los agricultores de Canchán la utilización adecuada de la fertilización inorgánica para mejorar sus rendimientos y la calidad del producto.

El problema general fue ¿Cuál será el efecto de la fertilización inorgánica en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro Dekalb DX 7088 (*Zea mays L.*) en condiciones edafoclimáticas de Canchán – Huánuco 2015? Y los específicos ¿Tendrá efecto las dosis de NPK con incorporación del compost en altura de plantas, número de mazorcas, longitud, diámetro de mazorcas? Y ¿Cuál será el efecto de las dosis de NPK con incorporación de compost en peso 100 granos, por área neta experimental y su estimación a hectárea al 14 % de humedad?

El objetivo general fue evaluar el efecto de la fertilización inorgánica en el rendimiento del maíz híbrido amarillo duro Dekalb dx 7088 (*Zea mays L*) en condiciones edafoclimáticas de Canchán Huánuco y los específicos de determinar el efecto de las dosis de NPK con la incorporación de compost en altura de planta, el número de mazorcas, longitud, diámetro de mazorcas y medir el efecto de las dosis de NPK con incorporación de compost en el peso de 100 granos, por área neta experimental y su estimación por hectárea al 14 % de humedad.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1.1. Mejoramiento genético de maíz**

###### **2.1.1.1. Variedades e híbridos**

Las razas son poblaciones genotípicas similares en un área geográfica y se considera al maíz un híbrido natural y la línea pura resultado de generaciones auto fecundadas. Debido a su constitución genética los híbridos son más productivos, tienen mayor vigor y precocidad, presentan mejor resistencia a plagas, enfermedades, encamado y a otros factores adversos.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) (1999) reporta que el maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Esto dio lugar a que haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada donde se originó exitosamente sino que los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies auto fecundas: el algodón y el arroz híbridos son casos exitosos y el trigo híbrido puede ser una realidad en un futuro cercano.

Híbridos simples son el cruzamiento de dos líneas puras y tienen como principal ventaja su potencial productivo y uniformidad aunque ello pueda ser un inconveniente para adaptarse a condiciones ambientales variables. Su desventaja es el mayor costo de la semillas como consecuencia su producción es inferior por el efecto directo de la consanguinidad de las dos líneas puras parentales, que son malas productoras de semillas y de polen. Por esta razón el maíz híbrido simple obtenido al principio no fue considerado práctico para su utilización comercial, atribuyéndole también una mayor interacción genotipo-ambiente y una actuación menos estable.

Los híbridos dobles es el cruzamiento de dos híbridos simples y se atribuye mayor plasticidad y adaptabilidad a diversos ambientes al tener mayor variabilidad de plantas, siendo menor el costo de las semillas. Teóricamente el híbrido doble debe ser más estable que el híbrido simple en diferentes ambientes porque genéticamente es más heterogéneo lo que se denomina homeostasis genética.

Los híbridos de tres líneas es el cruzamiento de un híbrido simple y una línea pura, tienen características intermedias. En ellos el híbrido simple es utilizado como parental femenino y la línea pura como parental masculino, aunque el parental masculino, puede no ser siempre un productor de polen fiable. Esta ha sido probablemente una restricción para la utilización de este tipo de híbridos.

El éxito del fitomejoramiento depende no solamente de la habilidad del mejorador para seleccionar los mejores individuos dentro de una población genéticamente variable, sino también de la completa comprensión y aplicación de los principios de la genética, conocimiento botánico de las plantas y conocimiento de las condiciones que afectan la producción.

La comprensión de los métodos de mejoramiento depende del conocimiento de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de la planta del maíz. Las

flores estaminadas se producen en la espiga y las flores pistiladas en el elote. La polinización se efectúa mediante la caída del polen sobre los estigmas. Aproximadamente el 95 % de los óvulos de un elote sufren polinización cruzada y el otro 5 % es auto polinizado.

Ministerio de Agricultura (2009) reporta que teóricamente es posible identificar y seleccionar individuos de mayor rendimiento, los cuales al combinarlo darían origen a nuevas poblaciones de mayor productividad, con características sobresalientes en longitud y diámetro de mazorca, número de hileras y de granos.

Existen seis tipos fundamentales de maíz: dentado, duro, blando o harinoso, dulce, reventón y envainado.

Desde el punto de vista comercial es utilizado sólo un reducido número de tipos y usualmente se clasifican de acuerdo a la dureza del grano.

**a) Los tipos duros.** La raza representativa es cristalino colorado e incluye al maíz plata, requerido principalmente por la industria de molinera seca. Tradicionalmente se utilizaba para la obtención de polenta pero sus usos se han multiplicado progresivamente y se lo emplea para la fabricación de cereales para desayuno o como alimento para animales, así tenemos los blancos duros PMV – 865, híbrido PM - 803

**b) Los tipos dentados.** Entre los maíces nativos se destaca la raza Dentado Amarillo y son característicos los híbridos "Corn Belt" norteamericano. Estos tipos de maíces son muy utilizados por la industria de molinera húmeda para la obtención de alcohol, almidones y fructosa, entre otros ingredientes empleados en la industria alimentaria.

**c) Los tipos reventadores, pisingallo o popcorn.** Corresponden a los maíces cuyo endosperma es vítreo, muy duro. En contacto con el calor, su endosperma se expande formando la "palomita" de maíz. así tenemos al reventón PMS - 273

**d) Los tipos harinosos.** El endospermo es casi enteramente harinoso. Son muy utilizados para su consumo fresco (choclo) y en la elaboración de

diversas comidas tradicionales basadas en harina de maíz. Entre los tipos de maíces mencionados, que son los tipos extremos se encuentran numerosas formas raciales con texturas intermedias, que también son utilizadas para la elaboración de gran cantidad de platos regionales.

Entre los Chocleros harinosos tenemos PMS-265, PMV-271, PMS-261, Cuzco, Diente de mula, Chancayano, PMT-631 (Híbrido intervarietal) y con alta calidad proteica PMS-263-O2; PMS-264-O2; PMS-266, PMS-267

**e) Tipos dulce.** Es el que más se consume en los E.U.A. para enlatar o comer directamente de la mazorca.

UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina) programa de cereales (s.f) viene trabajando con: Grano amarillo duro, grano amiláceo, chocleros, forraje, calidad de proteína, endospermo Waxy y aceite

Las variedades de maíz se describen de la siguiente manera: PM-102 , PM-103 , PM-212 , PM-213 , PM-302 , PM-702 , PM-865 , PM-270, PM-581 y PMS-264 . Donde los símbolos identifica el tipo del cultivo.: PM Programa de Maíz Híbridos, PVM Programa de Maíz Variedad Mejorada, PMC Programa de Maíz Compuesto Mejorado , PMS Programa de Maíz Sintético y PMT Programa de Maíz Top-cross y el número de serie, identifica el área de utilización como: De 100 - 200 lo denomina a la costa norte , De 200- - 300 lo denomina a la costa central , De 300 - 400 lo denomina a la costa sur y De 400 – 500 lo denomina a la sierra baja.

### **2.1.2. Fertilización**

El abonamiento se debe realizar cuando el suelo se encuentra húmedo y si no tiene la humedad suficiente, es preferible no aplicar el fertilizante. En el maíz se recomienda aplicar el abono en dos momentos: El abono orgánico al momento de la siembra y el abono químico al aporque colocando el fertilizante a una distancia de 5 – 10 cm de la planta y si el terreno está en pendiente debe colocarse en la parte superior.

Cuando el fertilizante se coloca cerca de la planta puede ocasionar quemaduras y si se pone muy distante no será aprovechado por las raíces de la planta. Asimismo si se aplica en la superficie del suelo y no se tapa se evapora. Del mismo modo las cantidades de abono necesarias están relacionadas con los factores de: fertilidad natural de los suelos, pendiente del terreno, grado de erosión, clima, estado vegetativo de los cultivos, tipo de abono y cantidad disponible. Para saber la cantidad de abono a utilizar es importante realizar el análisis de suelo, que permitirá utilizar el abono disponible en forma adecuada. Las Dosis de fertilización son 96-50-50 kg de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) respectivamente y para la conservación de la fertilidad del suelo se recomienda realizar un abonamiento mixto (orgánico y químico).

#### **2.1.2.1. La fertilización inorgánica**

Consiste en utilizar los productos sintéticos que tienen como ventaja su alta concentración de elementos nutritivos y su fácil asimilación por la planta.

UNALM (s.f) reporta que los fertilizantes químicos deben usarse racionalmente ya que afectan a los organismos del suelo, pueden contaminar las aguas subterráneas, hacer a las plantas más susceptibles al ataque de plagas o enfermedades, favorecer las malezas o elevar innecesariamente los costos.

INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) (2007) reporta que los fertilizantes más utilizados en la agricultura son los nitrogenados, fosfóricos y potásicos. Los nitrogenados tienen efecto ambiental a consecuencia del aumento de los niveles de nitratos y fosfatos en las aguas con la “eutrofización”, que consiste en una proliferación masiva de algas y vegetales inferiores en las masas superficiales de agua por efecto del exceso de nutrientes minerales (nitrógeno y fósforo).

Durante la aplicación de fertilizantes al suelo hay que tener especial cuidado sobre los efectos del uso abusivo de los mismos. Las plantas son capaces de tomarlos del suelo en la cantidad precisa para su normal desarrollo. Cuando se aplica un fertilizante, es necesario saber que no vamos a obtener mayores rendimientos agrícolas si aumentamos la dosis de éstos. Lo que ocurre es que estos excesos no son asimilados por la vegetación y pueden ser arrastrados por la escorrentía superficial o penetrar en las aguas subterráneas.

Villavicencio (2009) indica que si se aplica NPK en exceso a un suelo, disminuye la capacidad de las plantas para absorber el calcio, cobre, zinc, magnesio, hierro y otros minerales, lo que se traduce en una pobreza de éstos en sus frutos.

Menciona que en años recientes se ha percibido mejor la importancia de la conservación del suelo y de la materia orgánica en un contexto de conservación del medio ambiente. El uso cada vez más importante de productos fitosanitarios y fertilizantes químicos con sus consecuencias negativas (costos elevados, aumento de la resistencia hacia ellos y degradación de la biología del suelo entre otros) está induciendo un cambio de mentalidad hacia una agricultura más ecológica y por lo tanto más sostenible, con el uso de materiales orgánicos disponibles localmente. Esto representa uno de los métodos más importantes y satisfactorios de aumentar, o por lo menos mantener, el nivel de fertilidad y productividad de los suelos utilizados para la producción de alimentos y mejorar la economía del poblador rural.

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) que 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.

Para que el abonamiento sea racional y esté dentro de los lineamientos científicos se requiere previamente un análisis de suelo y aun más, un análisis fisiológico. Siendo éste último difícil de realizar y bastante lento, se toma como referencia únicamente el análisis de suelo, sobre cuya base se realizan las mencionadas recomendaciones técnicas para la aplicación de fertilizantes.

Toda planta cultivada requiere fertilización y la aplicación de los fertilizantes está de acuerdo con el objeto del cultivo y fertilidad del suelo. Cuando el cultivo es para la producción de granos la aplicación de nitrógeno debe ser fraccionada, el fósforo y el potasio se puede aplicar en la preparación del terreno o al momento de la siembra; pero cuando el cultivo es para producir materia fresca la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio se deben aplicar una sola vez.

Sánchez (2006) para evitar el empobrecimiento de los suelos y que los cultivos puedan cumplir funciones físicas, químicas y biológicas necesarias para su crecimiento vegetativo, floración y fructificación es necesario devolver al suelo los nutrimentos que los cultivos extraen. Determinó que según el porcentaje de materia orgánica, se da una fórmula de fertilización, es así que para 2 %, 4 % y mayor de 4,1 % la fórmula de N – P debe ser de 240 – 260; 180 – 220 y 140 – 160 respectivamente

Mendoza y Quijano (2004) ante la aparición de plantas precoces de alto rendimiento y exigentes a elementos nutritivos, es buena la incorporación de fertilizantes inorgánicos y materia orgánica. La aplicación de materia orgánica resulta más eficiente en surco que cuando se arrojan en campo, aplicándose de 8 a 10 toneladas por hectáreas y empleando fertilizante inorgánico como suplemento.

Mencionan que el efecto de los elementos minerales, es mayor en presencia de materia orgánica, siendo incrementada en 10 a 15 % y que ésta al descomponerse produce ácidos orgánicos y bióxido de carbono que

ayudan a disolver minerales como el potasio, de esta manera las plantas los obtienen más fácilmente.

### **a) Nitrógeno**

Sánchez (2006) menciona que el nitrógeno es, considerado como el elemento esencial en la vida de los vegetales, sin él las plantas no desarrollan normalmente, se tornan cloróticas y terminan por morir, ya que este elemento tiende a incrementar el crecimiento vegetativo e imparte a las hojas un color verde profundo. Por otro lado, las plantas que reciben insuficiente nitrógeno detienen y retardan su crecimiento y poseen un sistema radicular restringido, las hojas se tornan amarillentas y tienden a caerse. Es un regulador que gobierna en cierto grado la utilización del potasio y fósforo y otros constituyentes.

Las funciones del nitrógeno en la planta son variadas. La amplia gama de funciones se debe a la similitud con el carbono; es decir que puede acoplarse con facilidad en cadenas orgánicas cuando sustituye al carbono, sin embargo, el nitrógeno tiene 5 electrones de valencia comparados con 4 que posee el carbono, esto permite mayores variaciones químicas que un compuesto de carbono.

Smimoff *et al*, citado por Binkley (2003) menciona que las fuentes primarias de nitrógeno para los ecosistemas terrestres son los iones  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  disueltos en la solución del suelo y la fijación biológica.

El  $\text{NO}_3^-$  una vez dentro de la planta se reduce rápidamente a  $\text{NH}_4^+$  o se traslada y almacena como tal en las hojas sin producir toxicidad. La importancia de la reducción y asimilación del nitrato para la planta es similar a la reducción y asimilación del  $\text{CO}_2$  en la fotosíntesis.

Indica además que las raíces pueden reducir entre el 5 y 95 % del nitrato tomado, esto depende del nivel de nitrato del suelo, la especie, la

edad de la planta y tiene consecuencias importantes en la nutrición y economía del carbono en las plantas. Cuando el abastecimiento de nitrato es bajo, una alta proporción se reduce en las raíces, al incrementar el nivel de la fuente, la capacidad de reducción de las raíces se convierte en un factor limitante y una importante proporción de nitrato se traslada a las hojas y se almacena.

El incremento de nitrógeno aplicado no solo reduce la senescencia sino que cambia la morfología de la planta aumenta la relación tallo, raíz en tamaño y materia seca. Esto causa cambios desfavorables en la toma de nutrientes y agua en las siguientes etapas fenológicas. Se ha notado ser menos dramático con  $\text{NH}_4^+$  que con  $\text{NO}_3$  como fuente de nitrógeno.

#### **b) Fósforo**

Sánchez (2006) indica que el fósforo, favorece el crecimiento rápido y vigoroso de las plantas, regula el proceso de maduración de las semillas, raíces, bulbos tubérculos, etc, es de vital importancia en una serie de procesos metabólicos, tales como la formación de azúcares, almidones, vitaminas, etc.

El contenido del fósforo en los suelos es relativamente bajo, se presenta casi exclusivamente como orto fosfato y todos los compuestos son derivados del ácido fosfático. El fósforo orgánico generalmente varía de 25 a 75 % del total de fósforo del suelo. En Ultisoles, Alfisoles y Oxisoles altamente meteorizados incluso puede hallarse entre 60 y 80 %.

Binkley (2003) indica que el fósforo se libera principalmente mediante la acción de la enzima fosfato. Si esta enzima faltara tendría que transcurrir varios siglos para que la mitad del fósforo orgánico del suelo sea liberado. Los microorganismos y las plantas secretan muchos tipos de fosfatasas dependiendo del suelo y de sus condiciones, que los hacen más y menos disponible para las plantas.

El fósforo es relativamente estable en los suelos, esto como resultado de una baja solubilidad. Lo que a veces causa deficiencias en su disponibilidad para las plantas. Así, la dinámica del fósforo en el suelo incluye muchas reacciones y transformaciones.

El concepto de disponibilidad no solo debe limitarse a reacciones químicas sino también a ciertas características físicas del suelo: por ejemplo, la compactación del suelo, debido tanto a la reducción del volumen de suelo explorado por las raíces, como por el aumento de la tortuosidad y densidad aparente del suelo. El fósforo es imprescindible para el desarrollo radicular, especialmente de las raíces laterales. El follaje es especialmente receptivo a aplicaciones foliares ya que su cutícula es permeable. Una vez dentro de la planta, el fósforo es muy móvil, por ello las aplicaciones no necesitan ser cuantiosas cuando se realizan en el momento adecuado y equivalen a aplicaciones de fertilizante granular al suelo mucho más altas.

Como en el caso de las raíces, la absorción del fósforo por las hojas aumenta con la demanda de la planta y si la absorción por las raíces llega a ser deficiente, aumenta la absorción foliar.

### **c) Potasio**

Sánchez (2006) menciona que el potasio es igualmente importante en los procesos metabólicos, interviene en la síntesis de los azúcares, albumina, almidón. Por su gran movilidad es de vital importancia en el metabolismo general de las células.

#### **2.1.2.2 Materia orgánica de los suelos (MOS)**

La materia orgánica de los suelos (MOS) es la 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 actinomicetos 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 (Kononova 2002).

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.

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 (Doran *et al.*, 2008).

#### **a) Compostaje**

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. Se trata de un proceso bio-oxidativo bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y oxígeno.

En la práctica no existe un análisis específico que permita evaluar la calidad y/o madurez de una enmienda orgánica, por el contrario, se requiere de la combinación de varios de ellos, para lograr una evaluación completa de los residuos orgánicos como enmiendas.

Dumonet *et. al*, (2001) señala que la calidad del 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.

Un aspecto importante a considerar es la relación carbono – nitrógeno (C/N), los estiércoles tienen una relación C/N baja cuando se compara con materiales vegetales, o sea que hay mucho nitrógeno en relación al carbono, lo cual permite una rápida descomposición del residuo, lo que favorece la suplencia de nitrógeno al suelo.

En este contexto se deduce que en la preparación de compost de uso agrícola, es importante evaluar en cada una de las fases de preparación del mismo, así como en el producto ya terminado, parámetros como la relación C/N, porcentaje de humedad, conductividad eléctrica entre otros, como parámetros indicativos de que se ha alcanzado la compostaje del material orgánico, y que éste puede ser incorporado a los suelos sin detrimento de las condiciones del mismo, bien sea por competencia de los microorganismos por la materia orgánica del material orgánico o por exceso de sales que puedan alterar la condición de fertilidad del suelo.

### **2.1.3. Producción**

El maíz amarillo duro representa en el país, el segundo cultivo en superficie sembrada, después del arroz y la producción nacional creció sostenidamente a partir del año 2000 debido al incremento en el rendimiento y del total de la Producción Nacional, el 85 % es para alimento balanceado e industria anexas, 10 % para autoconsumo y 5 % para venta al menudeo.

La producción nacional es aproximadamente de 1 millón de toneladas (alrededor del 50 % de la demanda interna) cultivándose en 277 000 ha respectivamente, con un promedio nacional de 3 666 kg/ha. En la costa se siembra el 42 % del total nacional y se obtiene 68 % de la producción total, con un promedio mayor a 6 000 kg /ha asimismo en la selva, se siembra el 58 % del área total nacional, obteniéndose el 32 % de la producción total con un promedio de rendimiento de 2 200 kg/ha.

MINAG (Ministerio de Agricultura) (2009) el maíz amarillo duro, es el principal componente (53 %) de los alimentos balanceados para el consumo animal y humano que se producen en el país, de los cuales el 64,24 % es utilizado para aves de carne, 26,52 % para aves de postura, 3,09 % para porcinos y 1,86 % para engorde de ganado; un menor porcentaje se utiliza en la alimentación humana en la forma de harinas, hojuelas, entre otros.

MINAG (2009) reporta que la producción mundial de maíz en el año 2000 ascendió a 590 millones de toneladas experimentando un crecimiento neto de casi el 11 %, debido al cultivo intensivo y la abundante aplicación de fertilizantes y herbicidas. Estados Unidos es el primer productor y acumula más del 40 % de la producción mundial. China (17,8 %), Brasil (5,4 %), México (3,2 %), Francia (2,8 %) y Argentina (2,7 %) son otros importantes países maiceros.

La producción mundial de maíz amarillo duro para el año 2001 fue de 604 millones de toneladas considerando en estas cifras, la producción para consumo humano, animal y maíz blanco siendo Estados Unidos ( 40 %) uno de los primeros países productores, seguido de China, (18 % ) Brasil, ( 7 % ) Francia, ( 3 % ) México, ( 3 % ) Argentina (2 % ) y otros países (27%).

Los rendimientos promedios de maíz por hectárea en el mundo para el año 2001 ha sido de 8 664 kg/ha para Francia seguido por EEUU con 8 554 kg/ha, Argentina 5 592 kg/ha, China 4 703 kg/ha, Brasil 3 352 kg/ha y México con 2 557 kg/ha respectivamente. Siendo el rendimiento promedio mundial de maíz para el año 2001 ha sido de 4 383 kg/ha.

La producción nacional de maíz amarillo duro a partir de 1991 no abastece la demanda interna por lo que a partir de ese año, el país importa grandes cantidades de este cereal. Para el año 2010 la importación fue de 1 990 000 t que equivale al 60,79 %.

La política del Sector Agrario es disminuir la brecha entre la demanda interna y la oferta de maíz nacional por medio del incremento de la producción y la productividad lo que contribuirá a reducir la fuga de divisas, fortalecer la seguridad alimentaria e incrementar la competitividad y bienestar socio – económico de los productores de maíz amarillo duro.

MINAG (2011) reporta que la producción total de maíz amarillo duro a nivel nacional para el 2010 fue de 1 283 621 t en una superficie de 295 848 ha con rendimiento de 4,34 t/ha.

La producción se da principalmente en las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque, San Martín, Ica, Ancash y Cajamarca que concentran el 78,14 % de la producción de todo el país, destacando las dos primeras con el 20,89 y 20,38 % con rendimientos promedios de 8,72 y 8,37 t/ha de maíz grano respectivamente.

#### **2.1.4. Rendimiento**

El Rendimiento es la efectividad de un cultivo en convertir los recursos del medio ambiente, expresados en la siguiente relación:

$$\text{Rendimiento} = \text{Agua} + \text{Nutrientes} + \text{luz} - \text{patógenos} + \text{malezas}.$$

INIA (2007) entre los aspectos importantes está: las tenencias de tierras donde el 60 % de agricultores cuentan entre 3 a 5 ha la falta de adaptación de cultivares a las condiciones de costa central y la susceptibilidad que presentan a enfermedades, limitada estabilidad de rendimiento a falta de estudios de adaptación y época de siembra, prácticas agronómicas deficientes y la siembra extensiva durante todo el año, alto costo de semillas certificada importada que están fuera del alcance del pequeño agricultor, incidencia de plagas y enfermedades durante el proceso del cultivo que afectan en gran medida los rendimientos, causando grandes pérdidas económicas.

Entre los factores que afectan el rendimiento son:

- a) Genéticos:** adaptabilidad
- b) Agronómicos:** semillas que no germinan,
- c.) Fisiológicos:** la semilla germina pero la planta no desarrolla, la planta desarrolla pero no produce mazorcas o mazorcas con pocos granos y se produce mazorcas pero con granos de poco peso .

Respecto a la reducción del número de granos los factores son:

- a) Aborto de estructuras reproductivas**
- b) Límites críticos en la fotosíntesis** reducen el flujo de carbono (acumulación de almidón) y disminuyen la translocación de la sucrosa a que depende de la invertasa y que interviene en el crecimiento del ovario.
- c) Sombreamiento** al aumentar la densidad
- d) Se reduce la humedad del suelo** que afecta la emisión de estigmas

Respecto al peso de grano los factores son:

El estrés por la presencia o ausencia de un factor que induce a la reducción del ritmo de acumulación de materia seca. El estrés por sequía afecta el ritmo de acumulación de materia seca, afecta el índice de cosecha.

Deficiencia de Nitrógeno: reduce el carbono y no se acumulan las proteínas en el grano; asimismo causa la falta de llenado de la punta de la mazorca

La materia seca está determinada por el número de células del endospermo y amiloplastos donde se deposita los granos de almidón, lo óptimo de un grano maduro es 38 % de carbono y 1,5 % nitrógeno, la cantidad de carbono está influenciada por la radiación y la cantidad de materia seca del grano depende de la cantidad de carbono asimilado.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria –INTA- (2007) reporta los siguientes factores respecto al rendimiento:

Los que siembran el maíz en un 85 % son pequeños productores que desconocen los ingresos obtenidos como resultado de la actividad desarrollada donde los principales problemas que afectan a los agricultores son:

Inexistencia de variedades adaptadas a las condiciones agroecológicas de la localidad y limitada disponibilidad de semilla de calidad en el ámbito (la presencia de centros de generación de semillas certificadas prácticamente inexistente).

Incidencia de plagas y enfermedades durante el proceso del cultivo que afectan en gran medida los rendimientos, causando grandes pérdidas económicas. Baja adopción de prácticas adecuadas debido a la falta de interés de los productores, limitado e ineficiente capacitación por parte de los proveedores de servicios.

Los pequeños productores de maíz amiláceo no cuentan con los recursos económicos para adquirir los insumos para el proceso productivo.

Ello conlleva a la obtención de productos de mala calidad, baja productividad, precios relativamente bajos por la venta del maíz grano y choclo y por ende lento crecimiento del desarrollo agrícola en la región.

### **2.1.5. Condiciones edafoclimáticas**

#### **2.1.5.1 Clima**

Manrique (1997) indica que el maíz tiene gran adaptabilidad a diferentes climas, así mismo se observan variedades que exigen ciertas condiciones especiales. Prefieren los climas cálidos, disponibilidad de humedad ambiental y agua, climas subtropicales húmedos. Son sensibles a heladas, granizo y temperaturas bajas y con plantas de fotoperiodo corto en promedio de 13 horas de luz por día, también hay plantas de fotoperiodo neutro, los días largos retardan la floración, de 11 a 14 horas de luz por día favorecen mejores rendimientos, mientras los días cortos aceleran la floración.

La precipitación pluvial optima de 450 a 500 mm y máximo de 900 a 1100 mm. La temperatura optima a la germinaciones de 20 a 25 °C, mínima de 10 y máxima de 40 °C, el crecimiento vegetativo óptimo de 20 a 30 °C mínima de 15 y máxima de 40 °C, en la floración la óptima es de 21 a 30 °C mínima de 20 y máxima de 30 °C.

Temperaturas menores a 10 ° retardan la germinación y emergencia, temperaturas altas de 40 °C resecan el polen y los estigmas, las heladas y granizo son perjudiciales al estado lechoso del grano y la altitud desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 3 600 msnm.

La presencia de vientos en condiciones de baja humedad ambiental tienden a producir el acame de las plantas y desecación de los estigmas y las espigas.

FAO (2007) reporta 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 que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, llega a soportar temperaturas mínimas hasta 8 °C y a partir de los 30 °C pueden tener problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C.

Las fuertes necesidades de agua, condicionan también el área del cultivo. El periodo crítico de requerimiento corresponde a la época de la floración, comenzando 15 ó 20 días antes. Se considera suficiente una estación de lluvia con 700 a 1 000 mm los cuales deben estar bien distribuidos. En el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno, es quizás el factor ambiental más crítico para determinar el rendimiento final. El periodo con mayor exigencia de agua, es el que va desde 15 días antes hasta 30 días después de la floración.

Un "stress" causado por deficiencia de agua en el período de floración puede ser motivo de merma del 6 al 13 % por día en el rendimiento final y la pérdida se reduce de 3 – 4 % por día si el "stress" ocurre en otros períodos. Cuando la hoja se seca aproximadamente de 30 a 35 días después de la floración, el cultivo no debería recibir más agua. Como es lógico, la exigencia de agua varía según la fase del cultivo; esa exigencia se puede expresar bajo forma de un coeficiente, producto de la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración potencial.

#### **2.1.5.2. Suelo**

##### **a) Propiedades físicas**

Manrique (1997) recomienda los 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 donde el cultivo tiene mejores condiciones de adaptabilidad.

### **b) Propiedades químicas**

El maíz es un cultivo muy exigente en fósforo y nitrógeno. La falta de nitrógeno, en la época de floración, es crítica para el rendimiento final. Prefiere los suelos fértiles con buen contenido de materia orgánica, pH próximo a 7, topografía plana, o de baja pendiente, buen drenaje, suelos de buena capilaridad, medianamente profundos, capa arable mayor a 20 cm .

## **2.2. ANTECEDENTES**

### **2.2.1. Rendimiento por regiones**

MINAG (2010) reporta que Lima ocupa el primer lugar con más de 211 000 toneladas anuales obtenidas en más de 27 000 ha con un rendimiento promedio de 7 667 kg/ha, La Libertad con 199 mil toneladas producida en más de 27 000 ha y promedio de 7 000 kg/ha, Ancash con aproximadamente 103 000 toneladas en 20 000 ha y 5 060 kg/ha como rendimiento promedio.

En la Selva, San Martín produce más 131 000 t en más de 59 000 ha y un promedio de 2 200 kg/ha, le sigue Loreto con 63 000 t obtenidas en 32 000 ha con un promedio de 1 947 kg/ha y Cajamarca que produce alrededor de 54 000 t en 18 000 ha con un rendimiento promedio de 2 900 kg/ha.

Huánuco presenta una superficie cosechada de 11 080 ha con un rendimiento de 2 9131 t y un promedio de 2 634 kg/ha, registrándose 10 251 ha cosechadas con una producción de 27 179 t y un rendimiento promedio de 2 700 kg/ha el cual es considerado bajo comparado con los rendimientos obtenidos en la costa.

La interacción de un adecuado manejo agronómico con la utilización de semillas de variedades mejoradas y en ambientes adecuados, es una

alternativa que contribuirá a mejorar la producción y productividad en la zona.

INIA (2007) entre los factores limitantes está: uso de tecnología tradicional que limita la competitividad productiva, organización de productores incipiente y débil, baja adopción de prácticas adecuadas debido a la falta de interés de los productores, limitado e ineficiente capacitación por parte de los proveedores de servicios, débil planificación de siembras y cosechas y uso de semillas F2

**Cuadro Nº 01.** Regiones, participación y tasa de crecimiento del maíz.

Orden de Mérito	Regiones	Participación %	Tasa crecimiento
1	Lima	19,5	-1,4
2	La Libertad	16,9	0,8
3	San Martín	12,1	3,8
4	Lambayeque	9,1	-3,6
5	Ancash	8,3	2,9
6	Loreto	6,2	3,4
7	Ica	6,0	-7,7
8	Piura	5,9	5,6
9	Cajamarca	5,5	5,6
10	Huánuco	2,5	10,0
11	Ucayali	2,0	4,1
12	Amazonas	1,6	-0,4
13	Total	95,7	

**Fuente:** Ministerio de Agricultura.

**Lima**

La producción de maíz es del 19,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el primer lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 32 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha reducido a una tasa promedio anual de 1,4 %. El rendimiento que se vienen obteniendo es de 8 toneladas aproximadamente.

**La Libertad**

La producción de maíz es del 16,9 % respecto a la producción nacional y ocupa el segundo lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 28 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz ha ido en aumento a una tasa promedio anual de 0,8 %.

**San Martín**

La producción de maíz es del 12,1 % respecto a la producción nacional y ocupa el tercer lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 71 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 3,8 %.

**Lambayeque**

La producción de maíz es del 9,1 % respecto a la producción nacional y ocupa el cuarto lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 25 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido reduciendo a una tasa promedio anual de 3,6 %.

**Ancash**

La producción de maíz es del 8,3 % respecto a la producción nacional y ocupa el quinto lugar en importancia productiva debido que aproximadamente 20 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 2,9 %.

**Loreto**

La producción de maíz es del 6,2 % respecto a la producción nacional y ocupa el sexto lugar en importancia productiva debido que aproximadamente 40 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los 7 últimos años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 3,4 %.

**Ica**

La producción de maíz es del 6 % respecto a la producción nacional y ocupa el séptimo lugar en importancia productiva debido a que la cosecha máxima que se ha obtenido ha sido de 12 mil hectáreas cuya producción ha significado 78 mil toneladas en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha reducido a una tasa promedio anual de 7,7 %.

**Piura**

La producción de maíz es del 5,9 % respecto a la producción nacional y ocupa el octavo lugar en importancia productiva debido a que la cosecha máxima que se ha obtenido ha sido de 20 mil hectáreas cuya producción ha significado 76 mil toneladas en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 5,6 %.

### **Cajamarca**

La producción de maíz es del 5,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el noveno lugar en cuanto a importancia productiva debido a que aproximadamente 8 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 5,6 %.

### **Huánuco**

La producción de maíz es del 2,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el décimo lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 10 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 10 %.

### **Ucayali**

La producción de maíz es del 2,0 % respecto a la producción nacional y ocupa el onceavo lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 11 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 4,1 %.

### **Amazonas**

La producción de maíz es del 1,6 % respecto a la producción nacional y ocupa el doceavo lugar en importancia productiva debido que aproximadamente 9 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido reduciendo a una tasa promedio anual de 0,4 %.

## 2.3. HIPÓTESIS

### **Hipótesis general**

Si aplicamos la fertilización con incorporación de compost al maíz híbrido amarillo duro Dekalb DX 7088 , entonces se tiene efecto significativo en el rendimiento en condiciones edafoclimáticas de Canchán Huánuco.

### **Hipótesis específicos**

- 1) Las dosis de NPK, tiene efectos significativos en altura de plantas, número, longitud y diámetro de mazorcas.
  
- 2) Las dosis de NPK, tiene efectos significativos en el peso de 100 granos, por área neta experimental y su estimación a hectárea al 14 % de humedad.

## 2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### **Variable Independiente**

Fertilización inorgánica

### **Indicadores**

Dosis de NPK

### **Variable Dependiente**

Rendimiento

### **Indicadores**

Altura de plantas

Longitud de mazorcas.

Diámetro de mazorcas.

Número de mazorcas por planta.

Peso de 100 granos

Peso por área neta experimental.

Estimación por hectárea.

**Condiciones agroecológicas**

**Indicadores:**

Clima

Suelo

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La ubicación política y geográfica es la siguiente:

##### **Ubicación política**

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Huánuco
Distrito	:	Kichki
Lugar	:	Canchán.

##### **Ubicación geográfica:**

Latitud Sur	:	09° 58' 50'''
Longitud Oeste	:	79° 11' 20''
Altitud	:	2020 msnm.

Las condiciones edafoclimáticas del lugar según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) corresponde a la zona de vida es monte espinoso Montano Bajo Tropical (mte-MBT), el clima es templado cálido con temperaturas promedios de 22 °C siendo la mínima de 19 °C y la

máxima de 25 °C, la precipitación anual promedio de 281,80 mm y una humedad relativa promedio anual de 64,32 %. Las características de los suelos son franco limosos.

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

#### **Tipo de investigación**

Aplicada, porque se recurrió a los principios de la ciencia respecto a fertilización, compost, condiciones agroecológicas y rendimiento en maíz para solucionar el problema de los bajos rendimientos a través de la dosis de fertilización adecuada para el híbrido maíz amarillo duro en las condiciones edafoclimáticas de Canchán, siendo una alternativa de solución al problema de los productores de maíz.

#### **Nivel de la investigación**

Experimental porque se manipuló la variable independiente fertilización, se midió su efecto en la variable dependiente rendimiento y se comparó con el testigo (sin aplicación de fertilizantes)

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

#### **Población**

Constituido por 2 160 plantas de maíz híbrido por experimento y 144 plantas por unidad experimental.

#### **Muestra**

Constituida por 360 plantas de maíz amarillo duro de las áreas netas experimentales y 24 plantas por área neta experimental.

### Tipo de muestreo

Probabilístico en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las semillas del maíz híbrido amarillo duro al momento de la siembra tuvo la misma probabilidad de ser la muestra.

### Unidad de análisis

Constituida por la parcela experimental en donde se encuentra las plantas del maíz amarillo duro.

### 3.4. TRATAMIENTOS

El factor es la fertilización complementado con compost y los tratamientos son las dosis de NPK siguientes:

**Cuadro N° 01.** Clave y distribución de los tratamientos

CLAVE	TRATAMIENTOS (DOSIS)			Compost
	N	P	K	
D <sub>1</sub>	100	80	60	11,52 kg/23,04 m <sup>2</sup>
D <sub>2</sub>	120	100	80	11,52 kg/23,04 m <sup>2</sup>
D <sub>3</sub>	140	120	100	11,52 kg/23,04 m <sup>2</sup>
D <sub>4</sub>	160	140	120	11,52 kg/23,04 m <sup>2</sup>
D <sub>5</sub>	0	0	0	0

### Características del maíz híbrido DEKALB DK – 7088

El híbrido DEKALB DK – 7088 fue lanzado al mercado en el año 2009 por su alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades como el complejo de la mancha de asfalto, se viene consolidando como uno de los híbridos modernos más importantes en el mercado peruano debido a la gran acogida que ha tenido entre los agricultores. El maíz híbrido tiene las siguientes características:

Híbrido simple

Alto potencial de rendimiento

Arquitectura de la planta: hojas semi erectas

Altura de planta: 225 – 240 cm

Altura de mazorca: 130 – 140 cm

Días a la floración: 67 días

Cosecha: ciclo de invierno: 155 – 165 días. Ciclo de verano: 130 – 140 días

Alta tolerancia a plagas y enfermedades de la costa peruana (Ejemplo complejo de la mancha de asfalto)

Rendimiento promedio: en la sierra 9 toneladas

En la costa 14 toneladas

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental, en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 3 repeticiones, 5 tratamientos que hacen un total de 15 unidades experimentales.

**El modelo aditivo lineal se expresa en la ecuación siguiente**

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

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = Unidad experimental que recibe el tratamiento  $i$ , y está en el bloque  $j$ .

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

$j$  = 1, 2, 3, Repeticiones/experimento.

$e$  = Observación/experimento.

$u$  = Efecto de media general.

- $T_i$  = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.  
 $B_j$  = Efecto del (j – ésimo) bloque  
 $E_{ij}$  = Error experimental de las observaciones ( $Y_{ij}$ ).

Para la prueba de hipótesis se usó la técnica estadística del Análisis de Variancia (ANDEVA) al nivel de significancia del 5 y 1 % y para la comparación de los promedios en los tratamientos la Prueba de Significación de DUNCAN al nivel de significancia del 5 y 1 %.

**Cuadro N° 02. ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANCIA**

FUENTE DE VARIABILIDAD (F. V)	GRADOS DE LIBERTAD (gl)	CME
Bloques o repeticiones	$(r-1) 2$	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos	$(t-1) 4$	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error Experimental	$(r-1) (t-1) 8$	$\alpha^2 e$
TOTAL	$rt-1 15$	

### Características del campo experimental

#### Campo experimental

Largo del campo	: 26 m
Ancho del campo	: 18,4 m
Área total del campo experimental (26x18,4m.)	: 478,4 m <sup>2</sup>
Área experimental (4,8 x 4,8 x 15)	: 345,6 m <sup>2</sup>
Área de caminos (478,4 – 345,6)	: 132,8 m <sup>2</sup>
Área neta del experimento (1,6 x 2,4 x 15)	: 57,6 m <sup>2</sup>

#### Bloques

N° Bloques	: 3
Largo de bloque	: 26 m

Ancho de bloque	: 4,8 m
Área experimental por bloque (4,8 x 24)	: 115,2 m <sup>2</sup>

**Parcelas experimentales**

Longitud	: 4,8 m
Ancho	: 4,8 m
Área experimental (4,8 x 4,8 m)	: 23,04 m <sup>2</sup>
Área neta experimental (1,6 x 2,4 m.)	: 3,84 m <sup>2</sup>

**Surcos**

Número de surcos por parcela	: 6
Distanciamiento entre surcos	: 0,80 m
Distanciamientos entre plantas	: 0,40 m
Número de golpes por unidad experimental	: 72
Número de plantas por unidad experimental	: 144
Número de golpes por área neta experimental	: 12

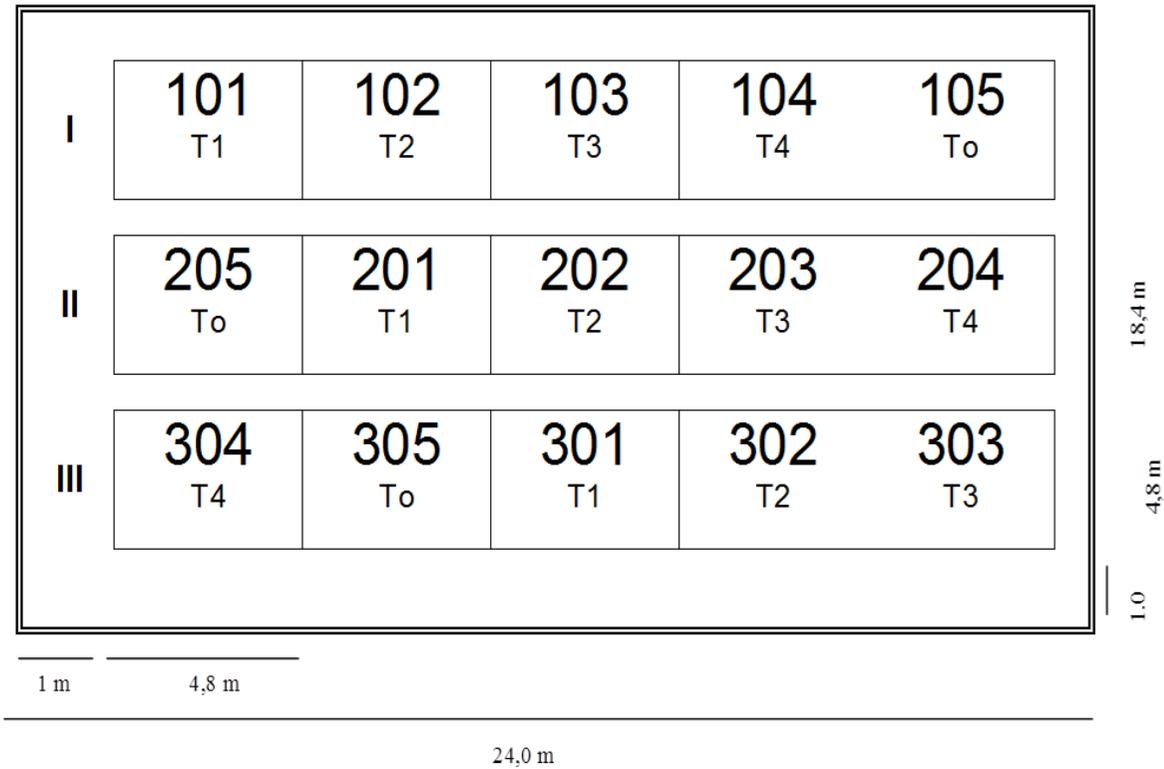
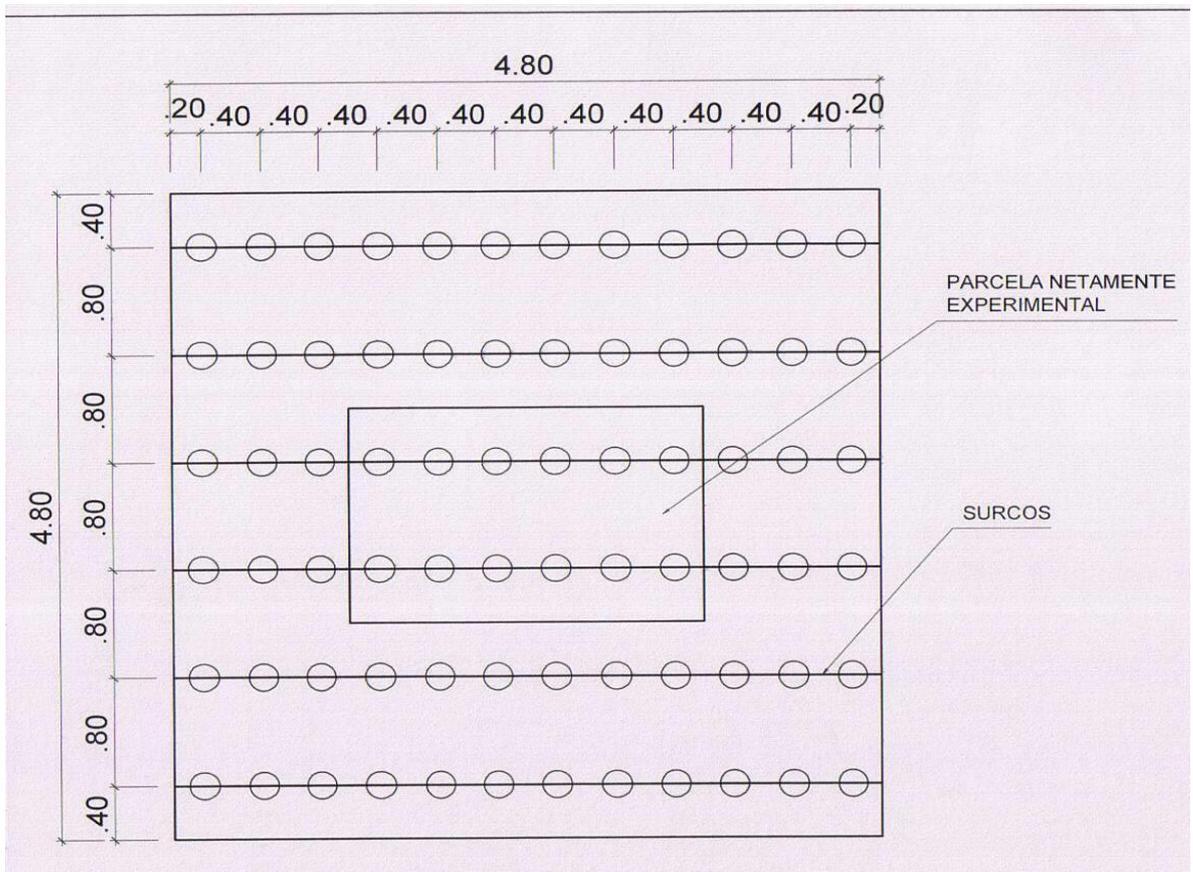


FIG. 01. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL



**Fig 02:** Croquis de la unidad experimental.

### **3.5.2. Datos registrados**

#### **Altura de plantas**

Se midieron las plantas del área neta experimental desde el cuello de la planta hasta la espiga, se realizó antes de la floración y el promedio se expresó en metros.

#### **Número de mazorcas por planta**

Se contaron las mazorcas de las plantas del área neta experimental de la parcela y se obtuvo el promedio por planta expresada en cantidades.

#### **Número de granos por mazorca**

Se tomaron 10 mazorcas del área neta experimental y se contó los granos de la parte central sin contar los extremos y se obtuvo el promedio por mazorca y los resultados se expresaron en cantidades.

#### **Peso de 100 granos al 14% de humedad**

Cuando las plantas de maíz alcanzaron la madurez fisiológica se cosecharon y desgranaron las mazorcas del área neta experimental se secaron y se pesaron 100 granos tomados al azar y el promedio se expresó en gramos.

#### **Peso por área neta experimental**

Las plantas de maíz del área neta experimental se cosecharon, se pesaron y se determinó el rendimiento tanto en mazorca como en grano.

#### **Rendimiento estimado a hectárea**

De los pesos obtenidos de mazorcas y granos del área neta experimental de cada parcela se transformaron a hectárea a través de una regla de tres simple y los promedios se expresaron en kilos por hectárea.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos para recabar la información**

#### **A) Técnicas e instrumentos bibliográficos**

##### **Fichaje**

Permitió obtener aspectos esenciales de los documentos leídos y que ordenados sistemáticamente sirvieron de valiosa fuente para elaborar la literatura citada. El instrumento donde se registró la información fueron las fichas de localización siendo éstas: bibliográficas y hemerográficas

##### **Análisis de contenido**

Sirvió para estudiar y analizar de una manera objetiva y sistemática los libros, artículos científicos, etc que sirvió para elaborar el sustento teórico de la investigación. Los instrumentos fueron las fichas de Documentación e Investigación siendo éstas: fichas textuales, resumen y de comentario.

#### **B) Técnicas e instrumentos de campo**

##### **Observación**

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del campo, registrándose además las actividades en la conducción del cultivo. El instrumento fue la Libreta de campo.

##### **Procesamiento y presentación de los resultados**

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante el programa Excel, de acuerdo al diseño de investigación propuesto. La presentación de los resultados fue en cuadros estadísticos y figuras utilizando los programas respectivos.

##### **Laboratorio de suelos y Estación Meteorológica**

Se registró el resultado del análisis del suelo del campo experimental y las condiciones del clima durante los meses que duro el experimento.

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

#### **Materiales de campo:**

Cinta métrica

Balanza

Formato preestablecido para la toma de datos.

Tablero portapapeles.

Libreta de apuntes.

Materiales de oficina:

Papel bond tamaño A4.

Lapiceros.

UCB

#### **Equipos**

Cámara fotográfica.

GPS.

Compra de servicios:

Copia de material bibliográfico.

Impresión del proyecto de tesis.

Impresión de formatos.

#### **Servicios:**

Movilidad (pasajes).

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

#### **3.7.1. Labores agronómicas**

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

El terreno fue plano para evitar efectos negativos en la conducción del cultivo. Así mismo, se tomó la muestra del suelo aplicando el método del zig-zag, a fin de obtener una muestra representativa de toda el área experimental y consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 50 x 50 cm , luego con la ayuda de una pala recta, se abrió un hoyo en forma cuadrada a la profundidad de 30 a 40 cm y con la lampa se extrajo una tajada de 4 cm de espesor; luego se depositó en un recipiente desechando los bordes laterales y se

mezclaron las sub-muestras obteniendo de ello una muestra representativa de 1 kg.

#### **Análisis del suelo**

La muestra obtenida fue llevada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para su análisis físico y químico respectivo.

#### **Riego de machaco**

Se realizó mediante la inundación total del terreno, con el propósito de crear un ambiente inadecuado para las larvas y huevos de los insectos plagas e incorporar agua al terreno a fin de obtener una humedad adecuada que permita realizar la roturación y la eliminación de las malezas.

#### **Preparación del terreno**

Una vez verificado la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación a tracción mecánica con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

#### **Surcado del terreno**

El surcado se realizó a tracción mecánica, con las dimensiones de 0,80 m entre surcos.

### **3.7.2. Labores culturales**

#### **Selección de semilla**

Las semillas de maíz amarillo duro fueron adquiridas a través de la tienda de agroquímicos de la ciudad de Huánuco.

#### **Método de siembra**

La siembra consistió en depositar 3 semillas/golpe para asegurar la población y finalmente se dejó 2 plantas con distanciamiento de 0,40 m entre golpes.

### **Fertilización**

La incorporación de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos a la unidad experimental se realizó según tratamiento, efectuándose en dos partes: al momento de la siembra el 50 % de nitrógeno y la totalidad del fósforo y potasio y al aporque el resto del nitrógeno. Como fuente de nitrógeno, se utilizó Urea (46 % de N.) y fósforo el Superfosfato triple de calcio (46 % de P) y de Potasio, el Cloruro de Potasio (60 % de K); la cantidad fue de acuerdo a la dosis de cada tratamiento. El compost fue aplicado a la preparación del terreno distribuyéndose en forma uniforme en cada parcela a razón de 5 t/ha de compost (11,52 kg/parcela de 23,04 m<sup>2</sup>).

### **Riegos**

Se realizó riegos por gravedad de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta y aplicados de manera oportuna.

### **Aporque**

El objetivo fue lograr que las plantas puedan tener un normal desarrollo y favorecer una adecuada humedad y aireación del terreno, así mismo propiciar un buen sostenimiento del área foliar y prevenir ataques de plagas y enfermedades.

### **Deshierbo**

El principal objetivo fue eliminar las malezas y así evitar la competencia con las plantas de maíz por nutrientes, agua y luz, etc.

### **Control fitosanitario**

Se realizó utilizando productos químicos en forma preventiva cuando se notó la presencia de plagas y enfermedades.

### **Cosecha**

Se realizó en forma manual utilizando envases de polipropileno, cuando llegó a su madurez fisiológica; esto se comprobó con la aparición de la capa negra en la base del grano de maíz y entre el punto de inserción con la tusa, generalmente ocurre cuando las hojas de toda la planta comienzan a tomar una coloración amarillenta.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

Los resultados expresados en promedios se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas de 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, se aplicó la prueba de significación de Duncan a los niveles de significación de 95 y 99% de probabilidades de éxito.

#### 4.1. Altura de planta

Los resultados se indican en el anexo y a continuación la interpretación respectiva

**Cuadro 01.** Análisis de varianza para altura de planta de maíz

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	0.00	0.00	0.48 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	0.27	0.07	20.05**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	0.00	0.00			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>0.30</b>				

$$CV = 3,14 \% \quad Sx: \pm 0.03 \text{ m} \quad \bar{X} = 1,86 \text{ m}$$

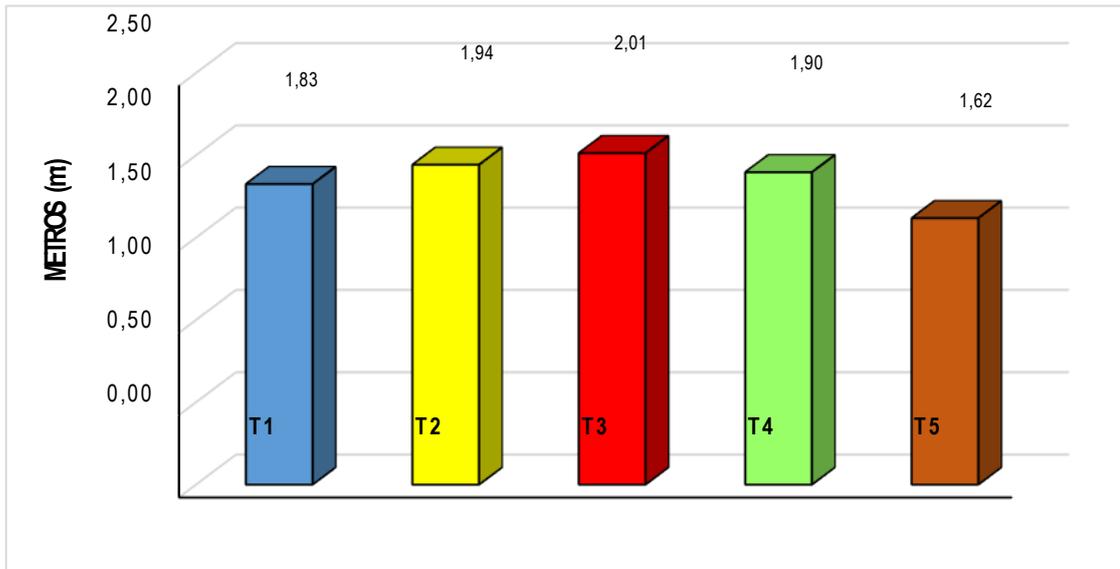
El análisis de varianza indica no significativo para bloques y para tratamientos alta significación, el coeficiente de variabilidad es 3,14 % , la desviación estándar de  $\pm 0.03 \text{ m}$  y el promedio de 1,86 m

**Cuadro 02.** Prueba de significación de Duncan para altura de plantas

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (m.)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T3 (140 - 120 - 100)	2.02	a	a
2	T2 (120 - 100 - 80)	1.94	a b	a b
3	T4 (160 - 140 - 120)	1.90	a b	a b
4	T1 (100 - 80 - 60)	1.83	b	b
5	T5 (00 - 00 - 00)	1.62	c	c

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de varianza donde los tratamientos de las dosis 140-120-100 , 120-100-80 y 160-140-120 estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación y el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5. El mayor promedio

fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 2,02 m, superando al testigo quien obtuvo 1,62 m ocupando el último lugar.



**Fig. 01.** Altura de planta

#### 4.2. Longitud de mazorca

Los resultados se indican en el anexo y a continuación la interpretación respectiva

**Cuadro 03. Análisis de varianza para longitud de mazorca**

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	2.63	1.32	2.82 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	31.14	7.78	16.65 <sup>**</sup>	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	3.74	0.47			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>37.51</b>				

$$CV = 4,33 \% \quad Sx: \pm 0.39 \text{ cm} \quad \bar{X} 15,79 \text{ cm}$$

El análisis de varianza indica no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 4,33 % , la desviación estándar de  $\pm 0.39 \text{ cm}$  y el promedio de 15,79 cm

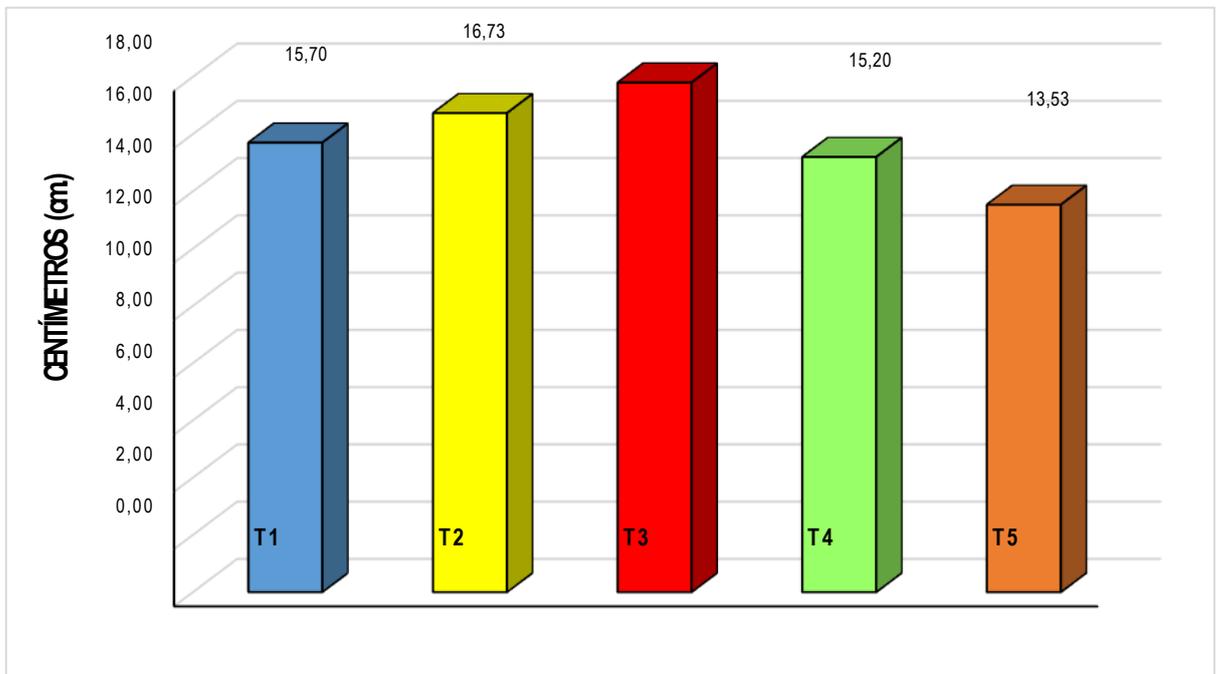
**Cuadro 04. Prueba de Significación de Duncan para longitud de mazorcas**

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (cm.)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T3 (140 - 120 - 100)	17.80	a	a
2	T2 (120 - 100 - 80)	16.73	a b	a b
3	T1 (100 - 80 - 60)	15.70	b c	b
4	T4 (160 - 140 - 120)	15.20	c	b c
5	T5 (00 - 00 - 00)	13.53	d	c

$$Sx = \pm 0.39 \text{ cm}$$

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de varianza donde los tratamientos de las dosis 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales y el primer tratamientos supera a los tratamientos del del orden de mérito 3 al 5. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-

120-100 con 17,80 cm, superando al testigo quien obtuvo 13,53 cm ocupando el último lugar.



**Fig 02.** Longitud de mazorcas

**Cuadro 05.** Análisis de Varianza para diámetro de mazorcas

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	0.13	0.07	2.24 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	3.11	0.78	26.53**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	0.23	0.03			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>3.47</b>				

$$CV = 6,44 \% \quad Sx: \pm 0,19 \text{ cm} \quad \bar{X} 5,07 \text{ cm}$$

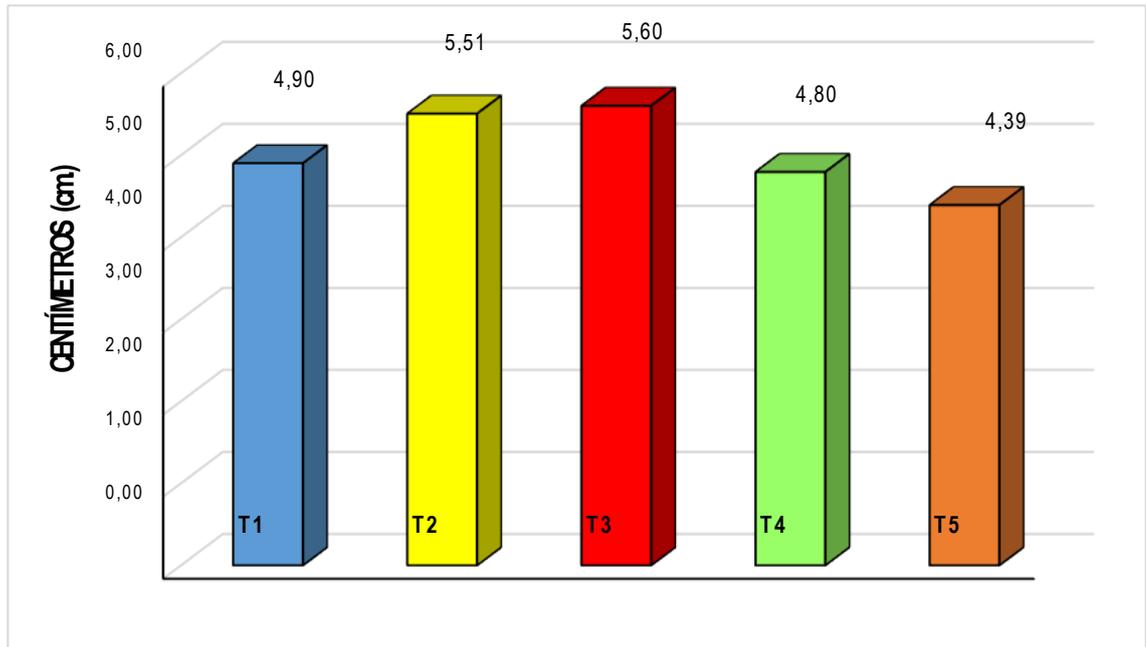
Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 6,44 % y, la desviación estándar  $\pm 0.19$  cm y el promedio de 5,07 cm que dan confiabilidad a los resultados

**Cuadro 06.** Prueba de significación de Duncan para diámetro de mazorcas

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (cm.)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T3 (140 - 120 - 100)	5.60	a	a
2	T2 (120 - 100 - 80)	5.51	a b	a
3	T1 (100 - 80 - 60)	4.90	b c	b
4	T4 (160 - 140 - 120)	4.80	c	b
5	T5 (00 - 00 - 00)	4.39	d	c

$$Sx = \pm 0.19 \text{ cm}$$

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales, donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 3 al 5. Al nivel del 1 % los tratamientos 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 5,60 cm y el testigo ocupó el último lugar con 4,39 cm.



**Fig. 03.** Diámetro de mazorca

**Cuadro 07.** Análisis de varianza para número de hileras por mazorca

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	3.27	1.63	2.62 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	31.97	7.99	12.84**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	4.98	0.62			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>40.22</b>				

$$CV = 4,60 \% \quad Sx: \pm 0,46 \text{ cm} \quad \bar{X} 17,53 \text{ cm}$$

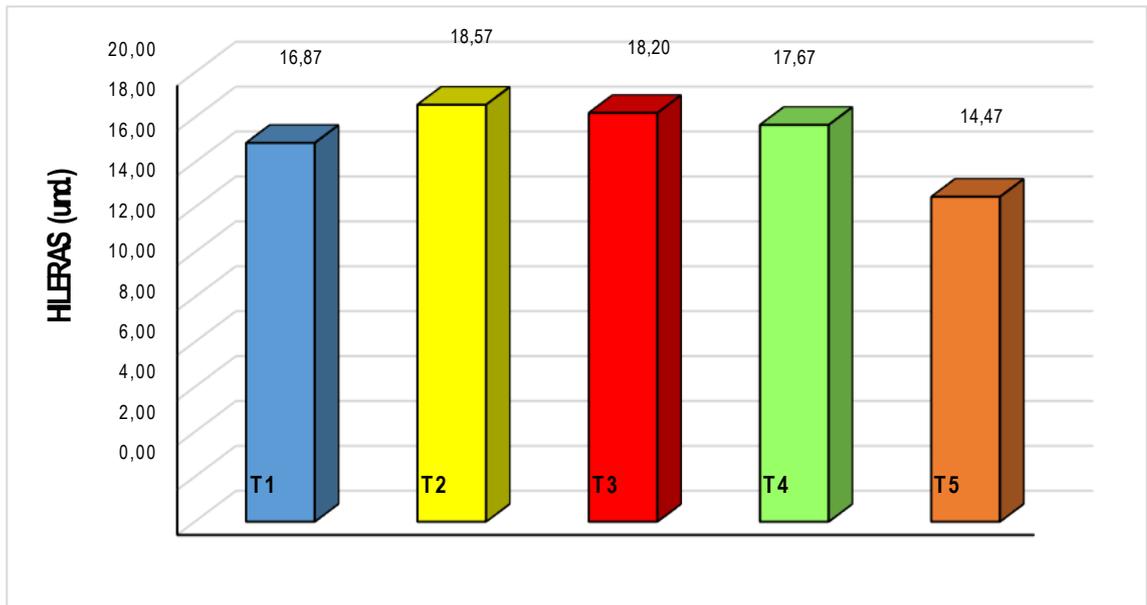
Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 4,60 % y, la desviación estándar  $\pm 0.46$  y el promedio de 17,53 cantidades que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 08.** Prueba de significación de Duncan para número de hileras por mazorca

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (Und.)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T2 (120 - 100 - 80)	18.57	a	a
2	T3 (140 - 120 - 100)	18.20	a b	a
3	T4 (160 - 140 - 120)	17.67	a b	a
4	T1 (100 - 80 - 60)	16.87	b	a
5	T5 (00 - 00 - 00)	14.47	c	b

$$Sx = \pm 0.46$$

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos 140-120-100 , 120-100-80 y 160-140-120 estadísticamente son iguales, donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5. Al nivel del 1 % los tratamientos 140-120-100 , 120-100-80 , 160-140-120 y 100-80-60 estadísticamente son iguales y superan al testigo . El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 18,57 granos y el testigo ocupó el último lugar con 14,47 granos.



**Fig. 04.** Hileras por mazorca

**Cuadro 09. Análisis de varianza para granos por hilera**

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	0.15	0.07	0.04 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	241.87	60.47	29.67**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	16.30	2.04			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>258.32</b>				

$$CV = 4.03 \% \quad \bar{X} = 35.45$$

$$CV = 4,03 \% \quad Sx: \pm 0,82 \text{ cm} \quad \bar{X} 35,45 \text{ cm}$$

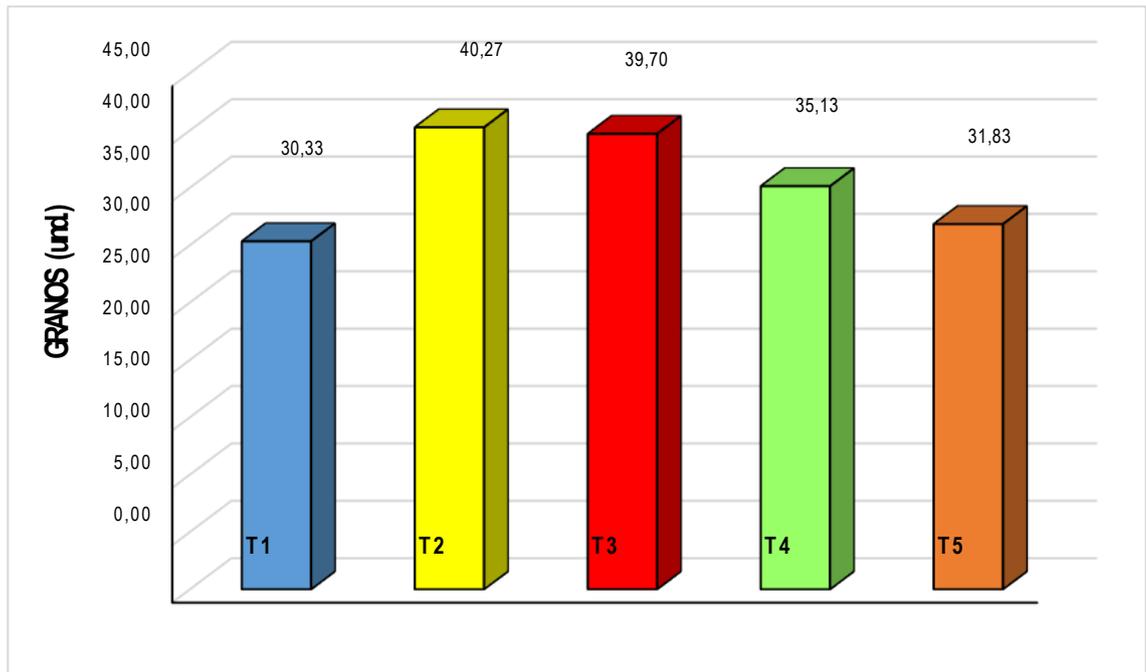
Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 4,03 % y, la desviación estándar  $\pm 0.82$  y el promedio de 35,45 cantidades que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 10. Prueba de significación de Duncan para granos por hilera**

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (Und.)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T2 (120 - 100 - 80)	40.27	a	a
2	T3 (140 - 120 - 100)	39.70	a	a
3	T4 (160 - 140 - 120)	35.13	b	b
4	T5 (00 - 00 - 00)	31.83	c	b c
5	T1 (100 - 80 - 60)	30.33	c	c

$$Sx = \pm 0.82$$

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde los tratamientos, 120-100-80 y 140-120-100 estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación y superan a los demás tratamientos. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 120-100-80 con 40,27 granos por hilera y el testigo ocupó el último lugar con 30,33 granos por hilera.



**Fig. 05.** Granos por hilera

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para mazorcas por área neta experimental

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	14.59	7.30	1.85 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	136.70	34.18	8.68**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	31.49	3.94			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>182.78</b>				

$$CV = 5.12 \% \quad \bar{X} = 38.72$$

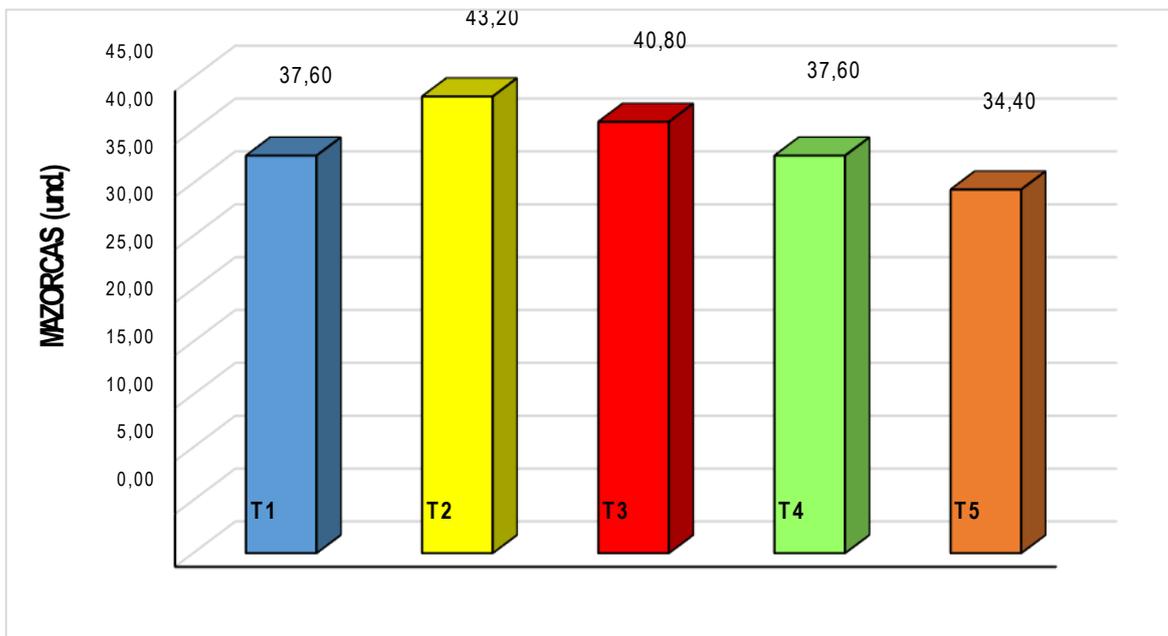
$$CV = 5,12 \% \quad Sx: \pm 1,15 \quad \bar{X} 38,72$$

Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 5,12 % y, la desviación estándar  $\pm 1,15$  y el promedio de 38,72 cantidades que dan confiabilidad a los resultados.

**Cuadro 12.** Prueba de significación de Duncan para mazorcas por área neta experimental

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (Und)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T2 (120 - 100 - 80)	43.20	a	a
2	T3 (140 - 120 - 100)	40.80	a b	a
3	T4 (160 - 140 - 120)	37.60	b c	a b
4	T1 (100 - 80 - 60)	37.60	b c	a b
5	T5 (00 - 00 - 00)	34.40	c	b

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos, 120-100-80 y 140-120-100 estadísticamente son iguales, donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 3 al 5 , al nivel del 1 % los tratamientos 120-100-80 , 140-120-100 , 160-140-120 y 100-80-60 estadísticamente son iguales donde los dos primeros superan al testigo.. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 120-100-80 con 43,20 mazorcas y el testigo ocupó el último lugar con 34,40 mazorcas por área neta experimental.



**Fig. 06.** Mazorcas por área neta experimental

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para peso de mazorcas por área neta experimental

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	Fc	F Tab	
					5 %	1 %
<b>Bloques</b>	2	0.15	0.07	2.09 <sup>n.s</sup>	4.46	8.65
<b>Tratamientos</b>	4	12.04	3.01	86.76**	3.84	7.01
<b>Error experimental</b>	8	0.28	0.03			
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>12.46</b>				

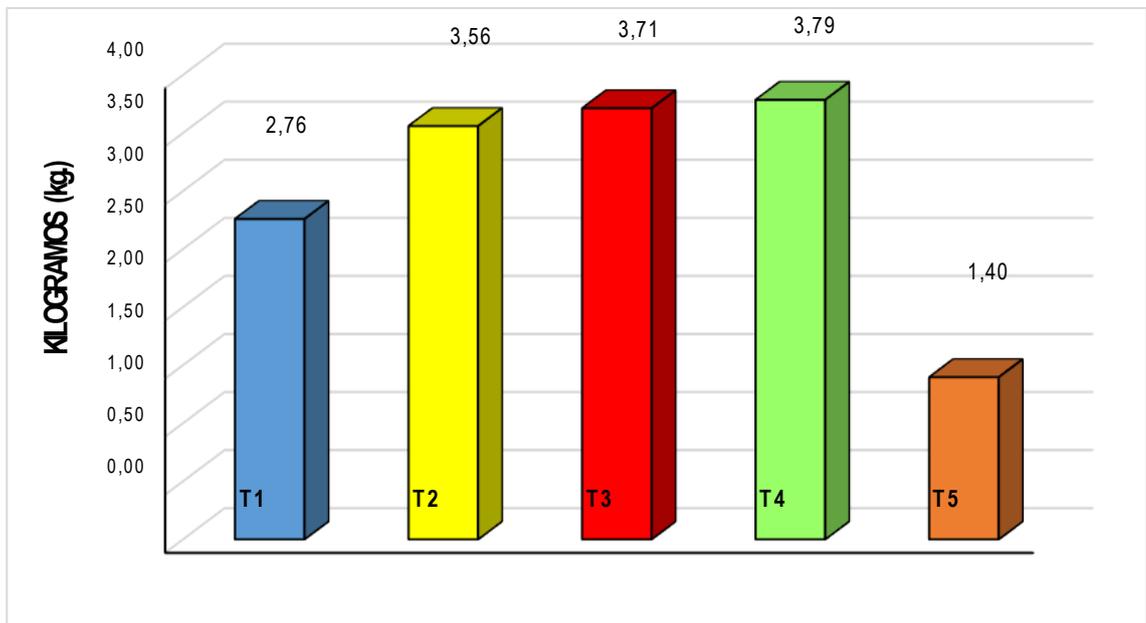
$$CV = 6,11 \% \quad Sx: \pm 0,11 \text{ cm} \quad \bar{X} 3,04$$

Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, el coeficiente de variabilidad es 6,11 % y, la desviación estándar  $\pm 0,11$  y el promedio de 3,04 kilos que dan confiabilidad a los resultados.

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

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIOS (kg)	SIGNIFICACIÓN	
			5%	1%
1	T4 (160 - 140 - 120)	3.79	a	a
2	T3 (140 - 120 - 100)	3.71	a	a
3	T2 (120 - 100 - 80)	3.56	a	a
4	T1 (100 - 80 - 60)	2.76	b	b
5	T5 (00 - 00 - 00)	1.40	c	c

La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde los tratamientos, 160-140-120 , 140-120-100 120-100-80 estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación y superan a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5 . El mayor promedio fue obtenido con la dosis 160-140-120 con 3,79 kilos y el testigo ocupó el último lugar con 1,40 kilos por área neta experimental.

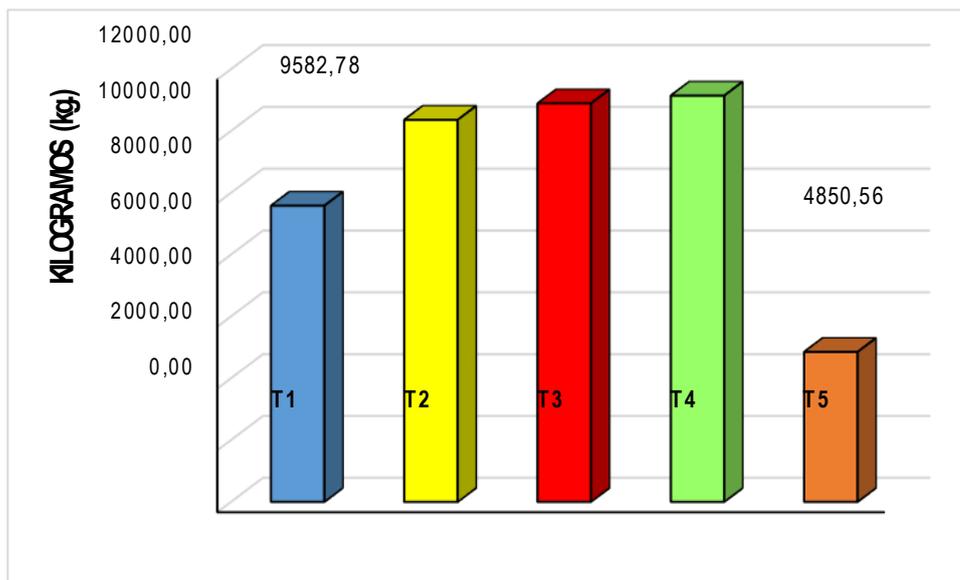


**Fig. 07.** Peso de mazorcas por área neta experimental

**Cuadro 15. Rendimiento por hectárea de mazorcas**

TRATAMIENTOS	PESO MAZORCAS	
	ANE	Hectárea
T1 (100 - 80 - 60)	2,76	9 582,78
T2 (120 - 100 - 80)	356	12 360,00
T3 (140 - 120 - 100)	371	12 891,67
T4 (160 - 140 - 120)	379	13 144,17
T5 (00 - 00 - 00)	140	4 850,56

Los resultados indican que el mayor rendimiento por hectárea fue con la dosis T4 (160 - 140 - 120) con promedio por área neta experimental de 3,79 kilos y transformados a hectárea de 13 144,17 kilos

**Fig. 08. Rendimiento por hectárea de mazorcas**

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Altura de planta

El análisis de varianza indica alta significación para tratamientos y la prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de varianza donde los tratamientos de la dosis 140-120-100 , 120-100-80 y 160-140-120 estadísticamente son iguales y el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 2,02 m, superando al testigo quien obtuvo 1,62 m ocupando el último lugar. Resultados que permiten afirmar el efecto de la fertilización en la altura de planta

### 5.2. Longitud de mazorca

El análisis de varianza indica alta significación para tratamientos, La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de varianza donde los tratamientos de la dosis 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales y superan a los tratamientos del orden de mérito 3 al 5. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 17,80 cm, superando al testigo quien obtuvo 13,53 cm ocupando el último lugar. Resultados superiores a lo reportado por Campos (2009) quien obtuvo una longitud de mazorca de 14.45 cm .

### **5.3. Diámetro de mazorcas**

Los resultados indican alta significación para tratamientos. La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 3 al 5. Al nivel del 1 % los tratamientos 140-120-100 y 120-100-80 estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 5,60 cm y el testigo ocupó el último lugar con 4,39 cm y superan a Campos (2009) quien obtuvo 4,97 cm de diámetro.

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

Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos 140-120-100 , 120-100-80 y 160-140-120 estadísticamente son iguales donde el primero supera a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5. Al nivel del 1 % los tratamientos 140-120-100 , 120-100-80 , 160-140-120 y 100-80-60 estadísticamente son iguales y superan al testigo . El mayor promedio fue obtenido con la dosis 140-120-100 con 18,57 granos y el testigo ocupó el último lugar con 14,47 granos.

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

Los resultados indican alta significación para tratamientos. La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos, 120-100-80 y 140-120-100 estadísticamente son iguales quienes superan a los demás tratamientos en ambos niveles de significación y superan al testigo. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 120-100-80 con 40,27 granos por hilera y el testigo ocupó el último lugar con 30,33 granos por hilera.

### **5.6. Mazorcas por área neta experimental**

Los resultados indican alta significación para tratamientos. La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde al nivel del 5 % los tratamientos, 120-100-80 y 140-120-100 estadísticamente son iguales donde el primero supera a los tratamientos donde el orden de mérito 3 al 5 y superan al testigo, al nivel del 1 % los tratamientos 120-100-80 , 140-120-100 , 160-140-120 y 100-80-60 estadísticamente son iguales donde los dos primeros superan al testigo.. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 120-100-80 con 43,20 mazorcas y el testigo ocupó el último lugar con 34,40 mazorcas por área neta experimental.

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

Los resultados indican no significativo para bloques y alta significación para tratamientos. La prueba de significación de Duncan confirma los resultados del Análisis de Varianza donde los tratamientos, 160-140-120 , 140-120-100 120-100-80 estadísticamente son iguales en ambos niveles de significación y superan a los tratamientos del orden de mérito 4 al 5 donde el testigo ocupó el último lugar.. El mayor promedio fue obtenido con la dosis 160-140-120 con 3,79 kilos y el testigo ocupó el último lugar con 1,40 kilos por área neta experimental.

### **5.8. Rendimiento por hectárea de mazorcas**

Los resultados indican que el mayor rendimiento por hectárea fue con la dosis T4 (160 - 140 - 120) con promedio por área neta experimental de 3,79 kilos y transformados a hectárea de 13 144,17 kilos. Estos resultados son superiores a lo reportado por Vega (2003) quien indica 320 a 420 gramos/mazorca de choclo fresco, también se logró superar al rendimiento comercial esperado que fue de 17 TM/ha. de choclo.

## CONCLUSIONES

- 1) Existen diferencias significativas de la fertilización inorgánica en altura de plantas, longitud y diámetro de mazorca, (tratamiento T<sub>3</sub> 140-120-100) hileras por mazorca, granos por hileras, mazorcas por área neta experimental (Tratamiento T<sub>2</sub> 120-100-80) y peso de mazorcas por área neta experimental y su estimación a hectárea (Tratamiento T<sub>4</sub> 160-140-120).
  
- 2) Existe efecto significativo de la fertilización inorgánica en peso de mazorcas por área neta experimental fue con el tratamiento T<sub>4</sub> 160-140-120 con 379 kilos por parcela y estimado a hectárea con 13 144,17 kilos superando ampliamente al testigo (Sin aplicación de fertilizantes) que obtuvo el último lugar con 4 850,56 kilos por hectárea.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Realizar estudios sobre la adaptación de híbridos de maíz en diferentes localidades de la provincia de Huánuco para determinar con mayor precisión la adaptación y los rendimientos del maíz.
- 2) Validar os resultados obtenidos en otras condiciones edafoclimáticas de la provincia de Huánuco.

## LITERATURA CITADA

- Binkley, D. 2003. Nutrición forestal, prácticas de manejo. México: UTHEA. 340 p.
- CIMMYT. (Centro Internacional de Maíz y trigo).1999. El Maíz en los Trópicos. México.
- Cook G. W. 1985. Fertilizantes y usos. México DF. CSAS. 958 p.
- Doran *et al.* 2008. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. Soil & Tillage Research. 49, 3-18.
- Dumonet *et al.* 2001. Composting organic residues: Trace metals and microbial pathogens. Cánada Journal Soil Science. 81: 357-367.
- INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agraria.). 2007. Impacto ambiental [en línea]. [Consulta Octubre 2010]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0001/>.
- INTA. (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.). Factores que afectan el rendimiento del maíz [en línea]. [Consulta Octubre 2007]. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/leales/info/indices/alfabetico/def/factores.htm>
- Manrique C. 1997. El maíz en el Perú. 2da ed. CONCYTEC. Oficina de apoyo al investigador. Lima, Perú. 347 p.

- Mendoza, A y Quijano, S. 2004. Resultados de investigación en el cultivo de maíz morado. Boletín N° 2 CIPA. Estación Experimental Canchan Huánuco Perú. 35 p.
- MINAG. Ministerio de Agricultura. 2009. Plan estratégico Proyecto Nacional de investigación en maíz.
- MINAG. Ministerio de Agricultura. 2011. Compendio estadístico de series históricas de producción agrícola.
- Marmolejo, G. D. 1988. Fitomejoramiento General. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo Perú.
- Milton, P. J. 1992. Mejoramiento Genético de cosechas. Editado por Limusa S.A. pp. 288-310.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007. Importancia económica del maíz en el Perú [en línea]. [Consulta Octubre 2011]. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm>.
- Kononova, M.M. 2002. Materia Orgánica del Suelo: Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. 1ª edición en español. Editorial Oikos-Tau, S.A. Barcelona. España. 365 p.
- Sánchez H. 2006. El Maíz Composición Química y su utilización Boletín del Programa Cooperativo de investigaciones en Maíz. Universidad Nacional Agraria la Molina .Lima-Perú.
- Sevilla, R. R. y Nakahodo, J. W. 2000. Herencia de la tolerancia al frío en el primer estado de desarrollo en el maíz amiláceo. Memorias del IV congreso peruano de Genética, Lima - Perú. pp. 137-139.

UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina - Programa de cereales.) s.f.  
Cultivo del maíz en el Perú. Lima-Perú.

Villavicencio Lorini. 2009. Manual para la recolección, tratamiento y aplicación de orina humana como abono en plantas ornamentales o cultivos. San José. Costa Rica. 2009. [www.acepesa.org](http://www.acepesa.org).

## ANEXOS