

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



TESIS

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ BLANCO DURO (*Zea mays*. L) VARIEDAD NUTRIMAÍZ, CON TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y SU RESPUESTA EN LA FIJACIÓN DE CO₂ EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - PERÚ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

RAÚL RÍOS RÍOS

TARAPOTO - PERÚ

2007

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS



TESIS

PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ BLANCO DURO (*Zea mays*. L) VARIEDAD NUTRIMAÍZ, CON TRES DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y SU RESPUESTA EN LA FIJACIÓN DE CO₂, EN LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - PERÚ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

RAÚL RÍOS RÍOS

Ing. M.Sc. **JULIO A. RÍOS RAMÍREZ**
PRESIDENTE

Ing. M.Sc. **ORLANDO RÍOS RAMÍREZ**
SECRETARIO

Ing. Dr. **JAIME W. ALVARADO RAMÍREZ**
MIEMBRO

Ing. **CESAR É. CHAPPA SANTA MARÍA**
ASESOR

DEDICATORIA

*A mí querida Madre :
Sara, quien con su confianza,
apoyo incondicional, su esfuerzo
abnegado y su sacrificio me
inspiro día a día a seguir
adelante para poder realizar
mi meta trazada.*

*A mis queridas hermanas :
Azucena y Rosa por su
confianza y apoyo, tanto
moral y materialmente para la
consecución de mi aspiración.*

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. César E. Chappa Santa maría por haber asesorado el presente trabajo de investigación y por su apoyo incondicional en el desarrollo del mismo.

- Al Ing. Max Pezo Perea por haberme brindado su apoyo moral en la ejecución del presente trabajo de investigación.

- Al Técnico Armando Arévalo culqui por su apoyo desinteresado en el campo en la ejecución del presente trabajo de investigación.

- A mi querida madre Sara Rios Igarce, por darme la mejor herencia que pudo haberme ofrecido la cual es el estudio y una profesión con la que pueda realizarme como hombre y como profesional en la sociedad

- A mis compañeros Nísida Sánchez, Julianny Valles, Anamelba Pinchi, Edgar Ramírez, Alamiro Delgado, César Gamarra, Kiko Pinchi y Samuel Carranza, por el apoyo mancomunado que se realizó en el campo para el presente trabajo de investigación.

INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	6
II. OBJETIVOS	8
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
IV. MATERIALES Y MÉTODO	28
V. RESULTADOS	41
VI. DISCUSIONES	48
VII. CONCLUSIONES	52
VIII. RECOMENDACIONES	53
IX. BIBLIOGRAFÍA	54
RESUMEN	58
SUMARY	59
ANEXO	

I. INTRODUCCIÓN

El maíz hoy en día constituye una de las fuentes de energía y proteínas más económicas del mundo. Por ello en la actualidad muchos investigadores están orientados a generar cultivares de maíz de grano blanco de alta calidad proteica, siendo uno de ellos el Nutrimaíz con adaptación a diferentes condiciones de clima y tipos de suelos, con estas medidas se busca reemplazar los cultivos de maíz amarillo duro que tiene baja calidad proteica.

El maíz debe considerarse un cultivo clave en sistemas de labranza conservacionistas. Las razones son varias y se relacionan con su eficiencia en la producción de biomasa, captura de CO₂ atmosférico, el uso de agua, la calidad y cantidad de rastrojo que genera.

El maíz blanco duro es un cultivo que no tiene mucha expectativa en nuestra región para el consumo humano, pero debido a que casi la totalidad de la producción se utiliza para la alimentación de animales como aves y cerdos, es necesario buscar alternativas de manejo que aseguren la rentabilidad del sistema productivo y que nos permitan acceder a insumos locales de bajo costo.

Algunas plantas que crecen en las regiones con elevada intensidad de luz, poseen un sistema de fijación del Carbono, aunque menos eficiente en la utilización de la energía, es más efectivo en cuanto a su utilización de CO₂ reduciendo así la fotorespiración y pérdida de agua. Estas plantas son conocidas como Carbono 4. Entre las plantas con fotosíntesis Carbono 4, se encuentran la caña de azúcar, el maíz, el sorgo y el amaranto, si la luz solar es abundante, la producción por hectárea de estas plantas puede ser el doble o el triple de la correspondiente a las plantas Carbono 3.

Debido al crecimiento de la población mundial el hombre se ve obligado a producir más alimentos, para lo cual se aplican grandes cantidades de fertilizantes químicos, que si bien ayudan a producir volúmenes más grandes a la larga empobrecen el suelo y el requerimiento por parte de las plantas aumenta formando una dependencia de estos fertilizantes y por consiguiente se necesitan fertilizantes en mayor cantidad lo cual eleva el costo de producción. Desde hace algunos años muchas personas cambiaron su forma de producir optando por la fertilización con humus de lombriz, este producto si bien es cierto su aplicación inicial es más elevado que el químico, tiene un poder residual de aproximadamente 5 años por lo que se convierte en un mejorador de la calidad del suelo, aumentando la cantidad de microorganismos benéficos existentes en el suelo, reteniendo mayor humedad y permitiendo un mejor desarrollo de las raíces, todos estos aspectos conllevan a una mejor producción.

En nuestro país existen muchos problemas para realizar agricultura con aplicación de humus, pero países vecinos como Ecuador en donde los productores comprendieron que esta técnica de producción a la larga era más rentable y más sano para el medioambiente es muy común la aplicación de humus. En la producción de bananas y flores Ecuador aplica humus obteniendo muy buenos resultados y su producción es exportada a Europa y Estados Unidos.

Por lo tanto es necesario que en nuestro país se tome conciencia y se de mayor importancia al uso del humus para mejorar la producción de nuestros cultivos y también con fines conservacionistas y de esta manera estar a la par con otros países que vieron en el humus una alternativa real que mejora la producción y no deteriora el medio ambiente.

II. OBJETIVOS

- 2.1 Evaluar la producción de biomasa y rendimiento del maíz blanco duro (*zea mays. L*) variedad nutrimaíz, con 3 dosis de humus de lombriz y su respuesta en la fijación de CO₂. En el distrito de la Banda de Shilcayo, entre los meses de Setiembre a Enero.

- 2.2 Hacer un análisis económico de costo – beneficio de los tratamientos estudiados.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 ORIGEN DEL NUTRIMAÍZ

El maíz blanco duro conocido como nutrимаíz fue introducida al Perú por el Programa de Investigación en Maíz, ha sido obtenido a partir de la variedad Poza Ricca 8664 procedente del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Para llegar al resultado se hicieron dos ciclos de selección masal con la finalidad de uniformizar la mazorca y tipo de grano en las Estaciones Experimentales de "El Porvenir" de Tarapoto y Vista Florida de Chiclayo; **INIA, (1990).**

3.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Clase : Monocotiledóneas
Orden : Poales
Familia : Poaceae
Tribu : Maydae
Género : Zea
Especie : *mayz* **LEÓN, (1987).**

3.3 IMPORTANCIA DEL MAÍZ

La producción del maíz blanco duro que tiene alta calidad proteica esta orientada al consumo humano y la estrategia se basa en la producción de cultivares de color blanco con adaptación a las condiciones de Selva.

Las principales áreas de producción nacional se encuentran en las regiones de la costa y selva ocupando aproximadamente el 75 % del área cultivada.

MANRIQUE, (1989).

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL NUTRIMAÍZ

El nutrимаíz es una variedad de polinización abierta, de amplia adaptación a las condiciones de costa a norte y selva del Perú. La principal característica de nutrимаíz es su alto potencial de rendimiento de grano y su elevada riqueza proteica debido a su alto contenido de dos aminoácidos esenciales tales como la Lisina y el Triptófano; **INIA, (1990)**.

CALIDAD

La proteína de maíz normal contiene 1,6% de lisina y 0,47% de triptófano, mientras que el Nutrимаíz contiene en promedio 3,1% de lisina y 1,0% de triptofano. Estos maíces han presentado rendimientos iguales o superiores a sus homólogos comerciales; **INIA, (1990)**.

3.5 MORFOLOGÍA:

Tallo

La planta de maíz presenta un tallo principal, el cual alcanza la superficie del suelo al estado de quinta hoja dispuestas en un sólo plano y una hoja por nudo; a partir de la sexta hoja, se inicia un rápido crecimiento del tallo en altura, el que se manifiesta especialmente a través de la elongación de los entrenudos inferiores, llegando a medir hasta 4 metros de altura.

Hojas

Una vez desplegada la hoja cotiledonar, asoman, desplegándose rápidamente, las hojas verdaderas. Las hojas son alternas, alargadas, de borde áspero y algo onduladas. Las hojas están compuestas por las siguientes estructuras:

- a) **Vaina:** se origina a partir de un nudo del tallo, envolviendo al entrenudo superior.
- b) **Lámina :** se origina a partir de la vaina, comprendiendo la vena central, un conjunto de venas paralelas a éstas, paralelinervada, no obstante entre vena y vena paralela existen nervaduras transversales de menor calibre.
- c) **Lígula:** corresponde a una lengüeta membranosa y transparente; se sitúa en la parte Terminal de la vaina, justamente en el punto en que comienza a desarrollarse la lámina.

Inflorescencia

El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 ó 1000 granos.

Raíces

Al ocurrir la germinación, se expresa a través de la aparición de la radícula, luego del crecimiento inicial de la radícula, aparecen casi simultáneamente raíces adventicias de distintos órdenes, exhibiendo un aparato radical en cabellera. Este cumple las funciones de nutrición y sostén; **INTA, (2005).**

3.6 FENOLOGÍA:

Las etapas fenológicas del maíz son las siguientes:

Nascencia: comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas.

Floración: a los 30-35 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias.

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño.

Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35 % de humedad. A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más las condiciones ambientales de temperatura, humedad; **INTA, (2005).**

3.7 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS:

Los requerimientos de clima y suelo en el maíz son los siguientes:

a) CLIMA

El maíz es esencialmente una especie de clima calido y semiárido. Las temperaturas por encima de los 38 °C mas el estrés hídrico durante la formación de la mazorca y el espigamiento impiden la formación del grano. Mientras que temperaturas inferiores a 15 °C retrasan significativamente la floración. La temperatura óptima para la fructificación es de 20 a 32 °C; **FAO, (1994).**

b) SUELO

El pH óptimo para el maíz es de 6 a 7, prospera muy bien en suelos de textura ligera a media, requieren buen drenaje ya que no tolera encharcamientos. Suelos inundados por mas de 36 horas suelen dañar a las plantas y su rendimiento final; **FAO, (1994).**

3.8 MANEJO AGRONÓMICO

a) EPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra es uno de los factores directamente relacionados con los rendimientos, existen dos épocas de siembra. La primera campaña en el Bajo Mayo y Huallaga Central hasta Bellavista, comprende los meses de Enero y Febrero y la segunda campaña los meses de Agosto y Septiembre. **ECHEVARRIA, (1997),**

b) PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para la preparación del terreno se debe tener en cuenta factores como el cultivo anterior, tipo de suelo, pendiente, etc. La preparación de terreno se puede hacer de las siguientes formas:

Mecanizado (Se realiza con arado, consiguiendo voltear el terreno y buena aireación pasando luego la rastra y la surcadora dejando el terreno listo para la siembra); **ECHEVARRIA, (1997).**

c) SIEMBRA

Antes de efectuar la siembra se seleccionan aquellas semillas resistentes a enfermedades, virosis y plagas. Se siembra a una profundidad de 5 cm. La siembra se puede realizar a golpes, en llano o a surcos. La separación de las líneas de 0.8 a 1 m y la separación entre los golpes de 20 a 25 cm **ECHEVARRIA, (1997).**

d) DESAHIJE

Es una labor que se realiza cuando las plantas tienen una altura aproximadamente de 15 cm. dejando las mejores plantas por golpe de acuerdo al distanciamiento o población que se requiere tener hasta la producción. Se deja 2 plantas por golpe; **MANRIQUE, (1989).**

e) FERTILIZACIÓN

El maíz necesita para su desarrollo unas ciertas cantidades de elementos minerales. Las carencias en la planta se manifiestan cuando algún nutriente mineral está en defecto o exceso. Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K. En cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo. El abonado se efectúa según las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. No obstante se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8. **Otros elementos:** boro (B), magnesio (Mg), azufre (S), Molibdeno (Mo) y cinc (Zn), son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro ocasionan inexistencia de granos en algunas mazorcas; **ECHEVARRIA, (1997).**

f) APORQUE

Consiste en acumular tierra alrededor del tallo. Cumple dos finalidades:

- Favorece la estabilidad y soporte de la planta dando resistencia a la tumbada, hasta la formación de raíces adventicias.
- Favorece la absorción de nutrientes de la planta.

El aporque se realiza cuando las plantas tienen de 40 a 50 cm. de altura;

ECHEVARRIA, (1997).

USOS DEL MAÍZ

Se estiman más de 800 artículos, que utiliza la humanidad, en los cuales interviene el maíz.

CUADRO N° 01: A continuación se mencionan algunos productos de la Industria básica del maíz:

INDUSTRIAL	ALIMENTICIO	MEDICINAL
Etanol	Pastelería	Jarabes
Cerámica	Confitería	Aspirina
Detergentes	Condimentos	Levaduras
Plásticos	Jugos enlatados	Antibióticos
Explosivos	Té instantáneo	Intravenosas
Adhesivos	Jaleas, mermeladas	Hilo quirúrgico
Insecticidas	Sopas deshidratadas	Crema de dientes
Lubricantes	Postres congelados	Limpiadores de piel
Laca para madera	Harinas preparadas	Productos protéicos
Agentes diluyentes	Refrescos embotellados	Jabones y limpiadores

FUENTE: HOSENEY, (1991).

3.9 HUMUS DE LOMBRIZ

El humus de lombriz es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, esto es básicamente la mineralización y resíntesis de las sustancias orgánicas en complejos coloidales amorfos. El humus de lombriz contiene nitrógeno mineralizado y además, posee gran cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*); **SAVAC, (1997)**.

Es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector de suelo; es bioestable, lo que quiere decir que no da lugar a fermentación; es de alta solubilización y por lo tanto, de rápida asimilación; es de color negrozco, homogéneo y con olor a mantillo del bosque; **SIPAET, (2003)**.

El humus de lombriz, posee una elevada carga microbiana benéfica, es una fuente rica en minerales; contiene alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; produce hormonas que estimulan el desarrollo de las plantas; mejora las características físico-químicas del suelo, lo protege de la erosión, incrementa la retención de Humedad en el suelo y regula la actividad de los nitritos, el humus neutraliza presencia de contaminantes químicos finalmente, el humus tiene un efecto residual en el suelo hasta por 5 años; **SIPAET, (2003)**.

3.10 CARACTERISTICAS DEL HUMUS

- Es un coloide de 80% de saturación de agua.
- Su pH varia entre 6,5 a 8,0.
- La conductividad eléctrica varia entre 2 y 4 mmhos/cm.
- El contenido de materia orgánica esta entre 30 y 50%.
- El Nitrógeno entre 1 y 3%.
- El fósforo de 0,5 a 2% de P_2O_5 .
- El potasio de 0,5 a 3% de K_2O .

RIOS y CALLE, (1993).

3.11 IMPORTANCIA DEL HUMUS

- Es notable regenerador de suelos en áreas degradadas e infértiles.
- Estimula el desarrollo de las plantas, aumentando la producción.
- Se puede aplicar a cualquier dosis en forma directa sin riesgo de quemar los cultivos.
- Es un producto no contaminante en comparación con los fertilizantes químicos.
- Incrementa los nutrientes disponibles del suelo como N, P, K, Ca, Mg y elementos menores como Fe, B, Si, etc.

El humus es un producto que presenta un amplio espectro de utilización dentro de los sistemas de producción vegetal, las ventajas justifican su producción; **RIOS y CALLE, (1993).**

3.12 COMO APLICAR EL HUMUS

Las formas de aplicación más evidentes del producto en los distintos subsectores de la producción vegetal.

- Para pastos y forrajes: aplicar 300 g. por metro cuadrado y repetir la aplicación cada 3 meses.
- Para la producción de cereales: espolvorear dos toneladas de humus para una hectárea de terreno con un pH medio y suelo empobrecido.
- Para plantas perennes de jardín: aplicar 11 g. por planta, repetir la aplicación a los 4 meses y luego, una vez al mes.
- Para plantas anuales: aplicar 55 g. y repetir la aplicación cada 6 meses.
- Para plantas en maceta: aplicar 220 g. cada año.
- Para plantas bulbosas y tubérculos: aplicar 220 g. cada año.
- Para árboles frutales: aplicar 750 g. alrededor de las raíces y repetir la aplicación a los 4 meses. Aplicar un tercer tratamiento a los 4 meses del anterior y después, cada seis meses. Aunque cabe señalar que siendo el humus un fertilizante orgánico puede aplicarse sin perjuicio en cualquier período, es preferible realizar las aplicaciones después de la cosecha y antes de la floración.
- Para árboles de tipo forestal: aplicar 750 g. y repetir la aplicación cada seis meses; **FERRUZZI, (1994)**.

CUADRO N° 02 : Humus de Lombriz versus Abonos Inorgánicos

	Humus de Lombriz	Abonos Inorgánicos
Dosis de Aplicación	A mayor cantidad, mayor beneficio.	En dosis excesivas, hay graves perjuicios.
Vencimiento	Cuanto más viejo, más nutritivo.	Tiene corta vida útil.
Acidez Alcalinidad	eleva el ph del suelo hacia neutro (ph7)	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
Estructura del suelo	Hace el suelo más suelto y mejora la aireación.	Genera apelmazamiento del suelo.
Nutrientes	Están equilibrados.	Hay poco aporte de micro nutrientes.
Beneficios	A corto, mediano y largo plazo.	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes.
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos.	No aporta y por cambios de ph se desarrollan los perjudiciales.
Ecología	El abono es producto del reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas.	Producen desertificación del suelo y contaminación del agua.
Costo	Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones.

Fuente: SUQUILANDA, (1996).

3.13 ALGUNAS EXPERIENCIAS DE FERTILIZACION CON HUMUS

- El trabajo de investigación realizado en el Distrito de Juan Guerra, Bajo Mayo; Con la aplicación de 3-6-9 TM/Ha de estiércol de ganado, 3-6-9 TM/Ha de estiércol de ovinos y 3-6-9 TM/Ha de humus de lombriz el rendimiento de Maíz Marginal 28-T. Nos muestra con la aplicación de abonos orgánicos se Maximizaron los rendimientos, superando todos en su totalidad al rendimiento Promedio de la zona (2 118 kg/Ha). Habiendo superado ampliamente a los demás el tratamiento con mayor dosis de humus de 9 TM/ha, obteniéndose 6438.33 Kg/Ha; PRETELL, (2002).

- En la localidad de Pajarillo - Juanjui, se realizó un estudio sobre el efecto de la aplicación de gallinaza y humus de lombriz en el rendimiento de tomate, en un suelo arcilloso, con ph 7,3 y 5,5 % de MO. Obtuvo resultados promedios en los rendimientos de 28,3 TM/Ha con humus de lombriz superando a los tratamientos con gallinaza y estos al mismo tiempo superaron a los tratamientos testigo; **GIRANO, (1995)**.

- En la zona de Quiquijana, Quispicanchis sobre fertilización en el cultivo de maíz, se encontró respuestas significativas, con 6 400 kg/Ha de maíz blanco, aplicando 6 TM/Ha de humus; mientras que aplicando estiércol mas fertilizante químico en suelo vecino produjo 4800 Kg/Ha; **VITORINO, (1994)**.

- En un Suelo Acido del Sector San Juan – Banda De Shilcayo. Provincia de San Martín". En efecto de diferentes niveles de cal y de humus de lombriz en el rendimiento de Maíz, se reportó que con 1.5 Tm de cal y 15 toneladas de humus obtuvo una altura de la mazorca de 61,78 cm; **CELIS, (2003)**.

- En Pucallpa, en un suelo Ultisol, se encontró que con 1 Kg., de humus de lombriz por planta, se obtuvo un rendimiento de 47.67Kg./10 m² de peso fresco de pepinillo, superior en 15% al promedio local; **RIVERA, (1992)**.

- En un suelo Ultisol de Pucallpa con ph de 4.3 aplicó cinco dosis de humus de lombriz por planta (0; 0.25; 0.5; 0.75 y 1 Kg., de humus por planta) en los cultivos de pepinillo, Ají dulce y Chiclayo verdura, para ver su efecto en el rendimiento, los resultados fueron rendimientos superiores al 30% respecto al promedio local, la dosis que sobresalió fue de 1 Kg/planta; **RIOS, (1993)**.

- **Potencializador de los sustratos de almácigo:** Los sustratos de almácigos tradicionalmente han sido confeccionados con materiales semi-inertes como aserrín o cascarilla de arroz, que aportan muy pocos nutrientes a las plantas. Experimentos realizados por **Jim Metzger** de **Ohio State University**, han mostrado que la adición de solo un 10 % de humus de lombriz a los sustratos de almácigo, resulta mejor germinación de la semilla y un mayor crecimiento de las plántulas, lo cual representa un 29 % en ahorro de tiempo y espacio de los invernaderos; **GONZÁLEZ, (2005)**.
- **Fertilización en papa:** En la UACH de Chapingo, México se realizaron experimentos con papa. Con la aplicación de 2 toneladas de humus de lombriz por hectarea. se obtuvieron resultados sorprendentes con rendimientos comerciales de 27,98 Tm/ha, comparados con 17,58 Tm/ha del testigo; **GONZÁLEZ, (2005)**.

3.14 Fertilización de maíz con NPK.

- En el sector Cumbacillo, Bajo Mayo, en un suelo franco limoso se realizó un experimento de fertilización en nutri maíz. En el cual se obtuvo el mejor resultado con una fertilización de NPK (90 – 80 – 60) con un rendimiento de 4.99 Tm/ha; **ORIHUELA, (1996)**.
- En fertilización nitrogenada en el secuestro de CO₂ de la biomasa aérea del cultivo de maíz amarillo duro, con una fertilización de nitrógeno de 80 kg/ha se obtuvo la mayor cantidad de carbono secuestrado con 18 937, 6 kg/ha; **BARTRA, (2003)**.

3.15 FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es un proceso formado por reacciones en cadena, las cuales se tiene la siguiente ecuación:



El agua es la fuente del oxígeno gaseoso liberado en la fotosíntesis y la luz es la fuente de energía para separar las moléculas de agua, que producen iones de hidrógeno (con electrones asociados) más oxígeno gaseoso. La reacción fotosintética que se realiza en los cloroplastos requiere energía lumínica para llevarse a cabo. En la naturaleza, la luz del sol proporciona la energía necesaria, aunque debe aclararse que las plantas capturan sólo una pequeña cantidad de energía total del sol; **SALDÍVAR, (1994)**.

Durante la fotosíntesis la luz es captada por las plantas verdes y usada para convertir agua, bióxido de carbono y minerales en oxígeno y compuestos orgánicos con alto contenido energético. Sin fotosíntesis, la atmósfera de la Tierra no tendría oxígeno y sería imposible la existencia de la gran mayoría de los seres vivos que se conocen; **SALDÍVAR, (1994)**.

3.16 CONCEPTO DE BIOMASA

La biomasa total a cosecha de los cultivos resulta de la acumulación neta del CO_2 asimilado durante todo el ciclo de crecimiento. Debido a que la asimilación del CO_2 resulta de la absorción de energía solar y dado que ésta última está distribuida uniformemente sobre una superficie, los factores primarios que afectan la biomasa total son la radiación solar absorbida y la eficiencia de utilización de esa energía para la fijación del CO_2 ; **MITCHEL, (1985)**.

La planta de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa. De una semilla que pesa alrededor de 300 mg se obtiene en un lapso de 2,5 meses una planta de más de 2 metros de altura y de alrededor de 40 dm² de área foliar. A los 4,5 meses la planta puede alcanzar a condiciones de cultivo, un peso seco 1000 veces superior al de la semilla que le dio origen. Alrededor de la mitad de ese peso corresponde a órganos reproductivos lo que lo transforma en uno de los cultivos de mayor rendimiento de grano por unidad de superficie.

Esta alta capacidad de producción se debe entre otros factores a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura del cultivo; **ECHARRI, (2002)**.

El cultivo del maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual el hombre cosecha apenas cerca del 50% en forma de grano. El resto, corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hoja, limbos y mazorca entre otros. La producción de biomasa residual que genera un cultivo de maíz de grano (panojas, tallos, hojas, y mazorcas), fluctúa entre 35 a 47 toneladas por hectárea, La proporción entre los componentes del residuo depende de la variedad, nivel de fertilización y tipo de variedad; **FONAIAP, (1996)**.

CUADRO N° 03: Proporción de diferentes componentes de una planta de maíz

Componente	% del peso seco del maíz en tm/ha
Panoja	5.0
Tallos	17.6
Hojas	11.2
Mazorca	12.5
TOTAL	46.3

FUENTE: FONAIAP, (1996).

Bajo buenas condiciones, en zonas templadas y sin estrés, el maíz puede crecer a razón de 500 kg/ha/día durante varias semanas, resultando así en una alta productividad; **Norman et al., (1995)**.

En áreas tropicales con mayores temperaturas y días más cortos se han obtenido tasas de crecimiento de 250 a 350 kg/ha/día; **FISCHER y PALMER (1984)**.

3.17 CARBONO SECUESTRADO

El carbono que está fijado en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra como consecuencia de alguna intervención sobre áreas degradadas o en proceso de degradación. Generalmente para hacer el estimado de estos flujos de carbono que se dan en toneladas de carbono por hectárea, se seleccionan diferentes sistemas de uso de la tierra cuyos antecedentes son conocidos por los agricultores, que van desde los bosques primarios, áreas quemadas para cultivos anuales o plantaciones perennes, bosques secundarios a diferentes edades, pasturas y sistemas agroforestales; **Alegre et al., (2002)**.

3.18 EL CICLO DE CARBONO

El carbono es elemento básico en la formación de las moléculas de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, pues todas las moléculas orgánicas están formadas por cadenas de carbonos enlazados entre sí. La reserva fundamental de carbono, en moléculas de CO₂ que los seres vivos puedan asimilar, es la atmósfera y la hidrosfera. Este gas está en la atmósfera en una concentración de más del 0,03 % y cada año aproximadamente un 5 % de estas reservas de CO₂, se consumen en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el anhídrido carbónico se renueva en la atmósfera cada 20 años.

La vuelta de CO₂ a la atmósfera se hace cuando en la respiración los seres vivos oxidan los alimentos produciendo CO₂. En el conjunto de la biosfera la mayor parte de la respiración la hacen las raíces de las plantas y los organismos del suelo y no, como podría parecer, los animales más visibles.

Los seres vivos acuáticos toman el CO₂ del agua. La solubilidad de este gas en el agua es muy superior a la de otros gases, como el O₂ o el N₂, porque reacciona con el agua formando ácido carbónico. En los ecosistemas marinos algunos organismos convierten parte del CO₂ que toman en CaCO₃ que necesitan para formar sus conchas, caparazones o masas rocosas en el caso de los arrecifes.

Cuando estos organismos mueren sus caparazones se depositan en el fondo formando rocas sedimentarias calizas donde el carbono queda retirado del ciclo durante miles y millones de años. Este Carbono volverá lentamente al ciclo cuando se disuelvan las rocas; **ESPINOZA, (2005)**.

¿El maíz contribuye al equilibrio ecológico?

La mayor parte de las plantas cultivadas poseen un metabolismo C₃. Las plantas cultivadas más conocidas con metabolismo C₄ son el maíz, la caña de azúcar y el sorgo. Estas plantas fabrican materia seca a una velocidad dos o tres veces mayor que las C₃ y no se saturan con intensidades luminosas demasiado fuertes. La consecuencia principal es que un maíz puede producir materia seca en gran cantidad y muy rápidamente. Como la producción de materia seca se corresponde a la fijación de gas carbónico y a la liberación de oxígeno, se deduce que el maíz es un gran "filtro" de aire; **RICE, (2006)**.

¿Qué pueden hacer los productores agrícolas para mejorar el secuestro de carbono?

Existen diferentes prácticas agrícolas que pueden incrementar el secuestro de carbono, incluyendo:

- a. Siembra directa o labranza cero.
- b. Incremento en la intensidad de la rotación de cultivos eliminando los barbechos de verano
- c. Medidas de conservación que reducen la erosión del suelo
- d. Uso de cultivos con alta proporción de residuos como maíz, sorgo granífero y trigo
- e. Uso de cultivos de cobertura
- f. Selección de variedades e híbridos que acumulen más carbono

RICE, (2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 MATERIALES

4.1.1 Ubicación del Campo Experimental

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martín, sector Ahuashiyacu, Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín.

Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	06° 27'
Latitud oeste	:	76° 23'
Altitud	:	360 m.s.n.m.
Ecosistema	:	Bosque seco Tropical (Bs-T).

Ubicación Política

Región	:	San Martín
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Banda de Shilcayo
Sector	:	Ahuashiyacu

4.1.2 Vías de acceso

La única vía de acceso al campo experimental se encuentra en el Km. 4 de la carretera a Bello Horizonte, antes de lo que será el puente de la quebrada Ahuashiyacu, partiendo de ese punto hacia la izquierda aproximadamente a 500 m se encuentra ubicado el Fundo Miraflores.

4.1.3 Historia del terreno

El terreno donde se llevo a cabo el experimento de tesis se utilizó con anterioridad con los cultivos de algodón y maní. Al momento del establecimiento del experimento el terreno en mención se encontraba cubierto por diversas gramíneas siendo las especies mas representativas; pasto Brizanta (*Brachiaria brizanta*), coquito (*Cyperus rotundus*) y restos del cultivo del algodón.

4.1.4 Características climáticas.

El sector se encuentra en una zona de vida bosque seco tropical (bs-T), con una precipitación promedio de 1 147. 8 mm y temperatura varía entre los 28 y 34 °C, con temperatura media anual de 26,2 °C. La humedad relativa es de 78,5% **HOLDRIDGE, (1987).**

CUADRO N°04: Condiciones climáticas durante la ejecución del trabajo experimental (Sept 2006 – Ene 2007)

MESES AÑO	Precipitación (mm)	Temperatura Promedio (°C)			Humedad Relativa %
		Máxima	Media	Mínima	
Septiembre 2006	32,70	33,42	27,14	20,85	55,68
Octubre 2006	69,75	32,80	27,58	22,35	61,66
Noviembre 2006	72,00	32,08	27,19	22,30	64,86
Diciembre 2006	47,12	31,69	27,22	22,74	64,19
Enero 2007	129,58	31,91	27,22	22,52	63,12

Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales, (2007).

4.1.5 Muestreo del Suelo

Para el análisis de suelo se tomaron muestras al azar a una profundidad de 20 – 30 cm, se homogenizaron y se enviaron muestras al laboratorio para su análisis respectivo, cuyo resultado se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 05: Análisis físico – químico del suelo del campo experimental.

Muestra de suelo	Resultado		Interpretación	Método
	Unidades	Kg./ha.		
PARÁMETROS				
Textura			Frc. Arenoso	Bouyucos
Arena	75,2%			
Arcilla	6,8%			
Limo	18,0%			
Densidad Aparente	1,5 g/cc			
Conductividad Eléc.	0,77mhos		Bajo	Conductiméto
pH	4,85		Muy fuerte acido	Potenciómetro
Materia Orgánica	3,57%		Alto	Walkley Back Mod.
Fósforo disponible	9,45 ppm		Bajo	Olsen modificado.
Potasio	0.12meq/100g	21.7	Bajo	Tetrafenil Borato K
Calcio	1.65meq/100g	140,0	Bajo	Titulación EDTA
Magnesio	0.35meq/100g		Bajo	Titulación EDTA
Aluminio	3.0 meq/100g		Medio	Titulación EDTA
CIC	5.12meq/100g		Bajo	Titulación EDTA

Fuente Lab. Suelos UNSM, (2006).

CUADRO N° 06 : Análisis físico - químico del humus de lombriz.

Muestra de suelo	Resultado Unidades	Interpretación	Método
Conductividad Eléctrica	1,96mhos	Bajo	Conductiméetro
pH	6,97	Neutro	Potenciómetro
Materia Orgánica	62,8%	Alto	WalkleyBack
Nitrógeno	0,76%	Alto	Mod.
Fósforo disponible	9,7ppm	Medio	
Potasio intercambiable	0,45 meq/ 100 g	Medio	Ác. Ascórbico
Humedad	50,41%	-----	Tetra. Borato
C.I.C.	134 meq/ 100 g	Muy alto	Titulación EDTA
Calcio+ Magnesio Inter.	21,5 meq/ 100 g	Medio	Titulación EDTA

Fuente: laboratorio de suelos de la UNSM-FCA, (2006).

4.2 MÉTODO

4.2.1 DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

4.2.1.1 Diseño Experimental

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), el cual constó de 5 tratamientos y 4 repeticiones, a los cuales se les aplicó tres diferentes dosis de humus.

4.2.1.2 Tratamientos en Estudio

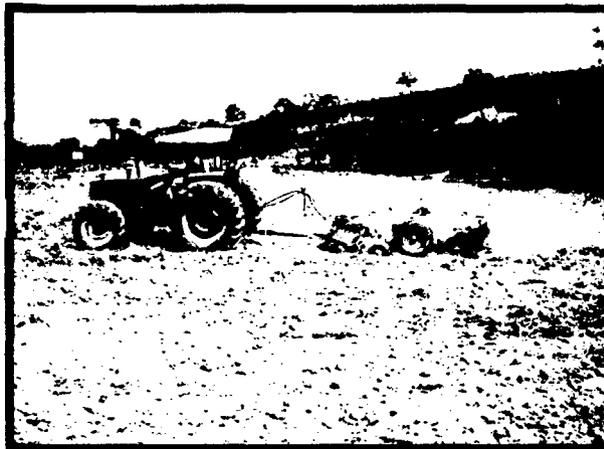
CUADRO N° 07: Tratamientos en Estudio

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
T1	2 Tm/Ha
T2	4 Tm/Ha
T3	6 Tm/Ha
T4	Químico. NPK 90 - 80 - 60 Urea, SFT, Clk
T5	Testigo absoluto

4.2.2 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

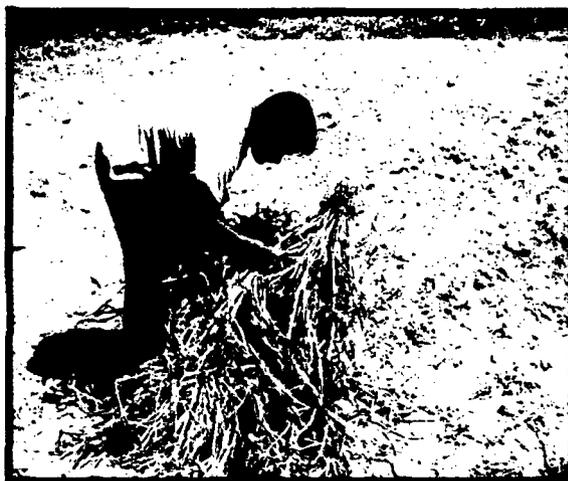
4.2.2.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 28-08-06 incorporando las malezas y rastrojos existentes en el suelo mediante el uso de maquinaria con labores de arado y rastra en forma cruzada, quedando de esta manera el terreno listo para establecer el diseño experimental.



4.2.2.2 Limpieza del terreno

Esta actividad se realizó el 29 y 30-08-06 con la finalidad de recoger los restos grandes de los cultivos anteriores que no se pudieron incorporar al suelo, como ramas y tallos del algodón.



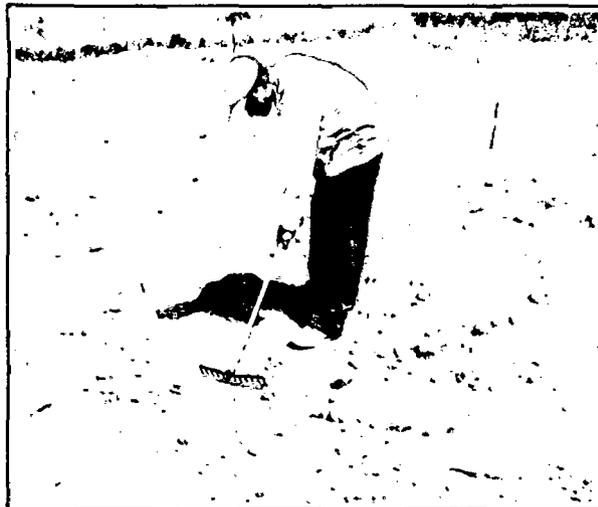
4.2.2.3 Trazado del campo experimental

Se llevó a cabo el 01-09-06, para el trazado y demarcación del campo experimental se utilizaron estacas de madera, cordeles, rafia y wincha, lo cual permitió diseñar los bloques y las unidades experimentales.



4.2.2.4 Rastrillado y mullido del suelo

Esta actividad se realizó el 02-09-06 con la ayuda de rastrillo, con la finalidad de disolver los terrones resultantes del arado, luego se realizó el mullido del mismo para poder incorporar homogéneamente el humus al suelo.



4.2.2.5 Incorporación del humus al suelo

La incorporación del humus se realizó el 09-09-06 en las unidades experimentales designadas T1, T2 y T3 de los cuatro bloques, se realizó esparciendo el humus al voleo.



4.2.2.6 Siembra

Se ejecutó el 11-09-06, esta labor se realizó manualmente sobre terreno previamente humedecido, colocándose 3 semillas por golpe a una profundidad de 3 a 5 cm. Los distanciamientos fueron entre surcos 0.70 m y entre golpes 0.50 m.



4.2.2.7 Emergencia

Se evaluó a los 7 días, pero la emergencia se comenzó a dar a partir del 16-09-06, a los 5 días después de la siembra.

4.2.2.8 Desahije

El desahije se hizo el 01-10-06, a los 15 días después de la emergencia, dejándose 2 plantas por golpe.



4.2.2.9 Control de malezas

Se presentó una alta incidencia de malezas predominando el "Coquito" (*Cyperus rotundus*). Para lo cual se realizaron dos deshierbos con lampa y manualmente tratando de no afectar las raíces.

- El primer deshierbo se realizó el 27-09-06, a los 16 días después de la siembra.
- El segundo deshierbo se realizó el 24-10-06, a los 43 días después de la siembra.

4.2.2.10 Fertilización

La dosis de NPK utilizada fue 90 – 80 – 60, el total del nitrógeno se dividió en dos partes y se aplicó en fechas diferentes.

- La primera fertilización se realizó el 25-09-06, a 14 días después De la siembra, se aplicó el 50 % del nitrógeno y el 100 % de fósforo y potasio.
- La segunda fertilización se realizó el 25-10-06, a 30 días después De la primera fertilización, en esta oportunidad se aplica el 50% restante del nitrógeno.



4.2.2.11 Aporque

Se realizó el 06-10-06, a los 25 días después de la siembra, se hizo con lampa para evitar dañar a las raíces, esto para evitar el acame de las plantas, y favorecer la retención de humedad del suelo.



4.2.2.12 Cosecha

Se llevó a cabo el día sábado 6 de Enero del 2007, a los 117 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron su madurez fisiológica. Las mazorcas se recolectaron manualmente de los dos surcos centrales de cada unidad experimental, específicamente de 10 plantas que se seleccionaron desde el momento de la siembra para realizar las evaluaciones respectivas.



4.2.3 Evaluaciones Registradas

1. Porcentaje de germinación.

Esta evaluación se realizó a los 7 días después de la siembra. Consistió en realizar un conteo del número de semillas germinadas.

2. Altura de plantas.

Las evaluaciones se realizaron semanalmente, para esto se seleccionaron 10 plantas de la parte central de cada tratamiento (Unidad Experimental), se midieron las plantas desde la base del suelo hasta el nudo donde comienza la hoja bandera.

3. Altura de mazorcas a la cosecha

Se tomaron las 10 plantas evaluadas y se midieron con la ayuda de la wincha a que altura brotaron las mazorcas, esta altura se tomo en cm.



4. Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Teniendo los datos expresados en gramos por unidad experimental neta, se procedió a calcular los verdaderos rendimientos en Tm /ha para lo cual se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$R = \frac{\text{Peso en campo (Kg.)}}{\text{Área de cosecha (m}^2\text{)}} \times \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}} \times \frac{1 \text{ Tn}}{1\,000 \text{ Kg}} \times Fc$$

Donde:

R: Rendimiento en Tm/ha.

Peso de campo: Peso de gramos obtenidos de cada unidad experimental expresados en Kg.

Área de cosecha: Espacio delimitado para cosecha, expresados en m².

F.C: Factor de corrección que se utilizará para ajustar la humedad de campo a humedad comercial cuya formula es:

$$F.C = \frac{(100 - HC)}{(100 - H CM)}$$

Donde:

H.C. = Humedad de campo obtenida inmediatamente después de la cosecha.

H.CM. = Humedad comercial.

5. Producción de Biomasa vegetal y cálculo de carbono

Para realizar el cálculo de la biomasa vegetal se tomó los siguientes pasos:

- Se sacaron dos plantas al azar por cada tratamiento tomándose una muestra de la parte aérea y se procedió a pesarlo.



- Después esa muestra húmeda ya pesada se puso en un sobre de manila y se llevo al laboratorio para meterlo en la estufa a 72 ° C



- La muestra húmeda se dejó en la estufa por 48 horas hasta obtener un peso constante.
- Luego de las 48 horas se sacó la muestra seca y se pesó en la balanza analítica.
- Se calculó la muestra seca y se llevó a hectárea para todo los tratamientos.
- Los datos resultantes de la muestra seca se multiplicaron por el factor 0,45.

Modelo matemático para el cálculo de carbono.

$$CC = B \times 0.45 \quad \text{ALEGRE (2002).}$$

Donde:

CC = Contenido de Carbono

B = Biomasa Vegetal (materia seca a 72 °C)

0.45 = Constante (Proporción de carbono asumido x convección)

6. CO₂ en la biomasa

Se calcula a partir del carbono en la biomasa y utilizando la fórmula de la fotosíntesis se calcula el contenido de los moles de CO₂ fijado teniendo en cuenta su peso molecular.

7. Análisis económico

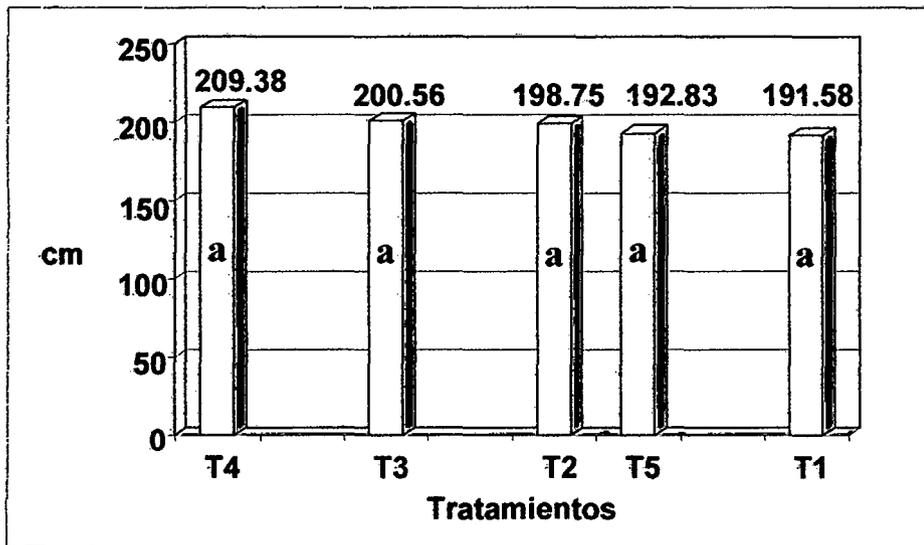
Para la determinación del análisis económico se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos, expresado en soles por hectárea. Se determinó el análisis de la rentabilidad y la relación Costo - Beneficio.

V. RESULTADOS.

5.1 Porcentaje de germinación

El porcentaje de semillas germinadas al 18-09-06 a los 7 días después de la siembra fue de un 87%.

5.2 Altura de planta a la cosecha



Gráfica N° 01: Atura de plantas a la cosecha.

CUADRO N° 08: Anva para el promedio de altura de plantas a la cosecha en centímetros.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Signif.
Bloques	3	791810.612	263936.871	1177.59	**
Tratamientos	4	810.697	202.674	0.904	N.S
Error	12	2689.603	224.134		
Total	19	795310.913			

X= 198.62

CV = 7.54 %

R² = 99.4 %

CUADRO N° 09: Prueba de duncan para promedio de altura de plantas en centímetros.

N°	Trat.	Descripción	Promedio cm	Duncan (0,05)
1	T4	NPK (90-80-60)	209.38	a
2	T3	6 Tn / Ha	200.56	a
3	T2	4 Tn / Ha	198.75	a
4	T5	ABSOLUTO	192.83	a
5	T1	2 Tn / Ha	191.58	a



5.3 Altura de Mazorca a la Cosecha

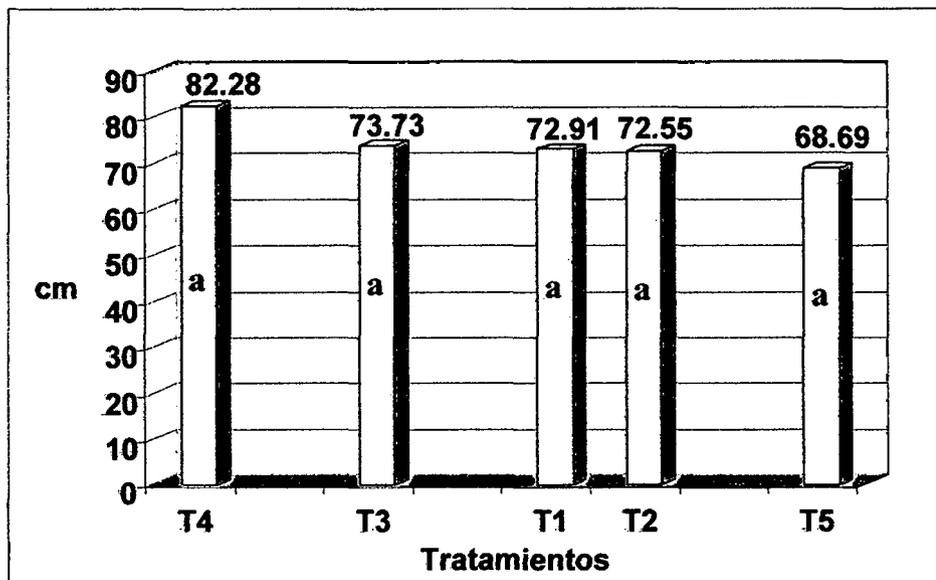


Gráfico N° 02: Altura de mazorcas a la cosecha

CUADRO N° 10: Anva para la altura de mazorcas a la cosecha en centímetros.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Signif
Bloques	3	111424.680	37141.56	339.829	**
Tratamientos	4	400.218	100.055	0.915	N.S
Error	12	1311.537	109.295		
Total	19	113136.435			

X = 74.03

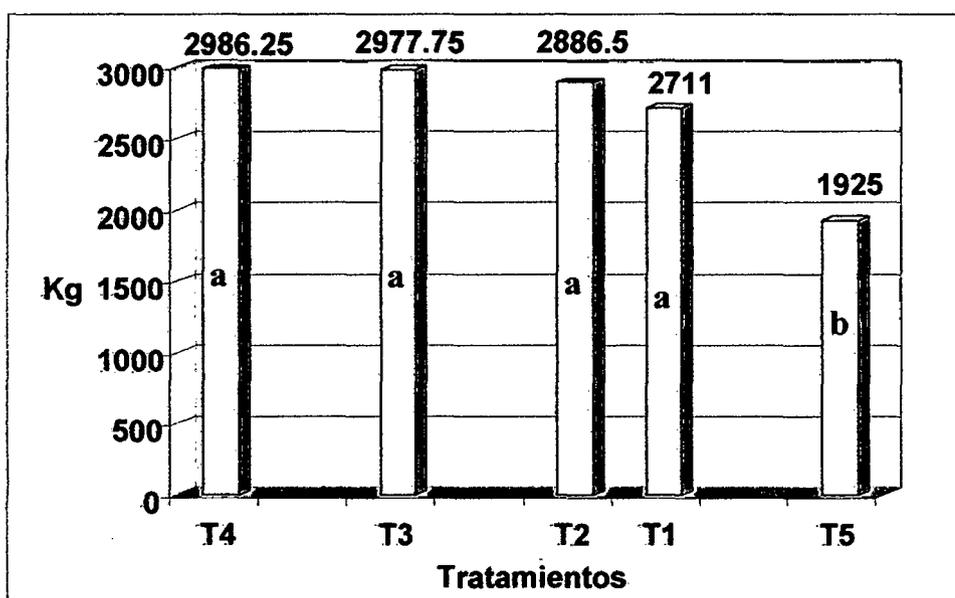
CV= 14.12 %

R² = 98.1%

CUADRO N° 11: prueba de duncan para el promedio de altura de mazorca a la cosecha en centímetros.

N°	Trat.	Descripción	Promedio cm	Duncan (0,05)
1	T4	NPK (90-80-60)	82.28	a
2	T3	6 Tn / Ha	73.73	a
3	T1	2 Tn / Ha	72.91	a
4	T2	4 Tn / Ha	72.55	a
5	T5	ABSOLUTO	68.69	a

5.4 Rendimiento en kilogramos por Hectárea.



Gráfica N° 03: Rendimiento en kg/ha.

CUADRO N° 12: Anva para el promedio de rendimiento en kg/ha.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Signif.
Bloques	3	146052882.800	48684294.267	953.900	**
Trat.	4	3178303.700	794575.925	15.569	**
Error	12	612445.500	51037.125		
Total	19	149843632.000			

X = 2697.30

C.V = 8.38 %

R² = 99.3 %

CUADRO N° 13: Prueba de duncan para el promedio de rendimiento en kg/ha.

N°	Trat.	Descripción	Promedio Kg/ha	Duncan (0,05)
1	T4	NPK(90-80-60)	2986.25	a
2	T3	6 Tn / ha	2977.75	a
3	T2	4 Tn / ha	2886.5	a
4	T1	2 Tn / ha	2711	a
5	T5	ABSOLUTO	1925	b

5.5 BIOMASA PRODUCIDA EN Kg/ha

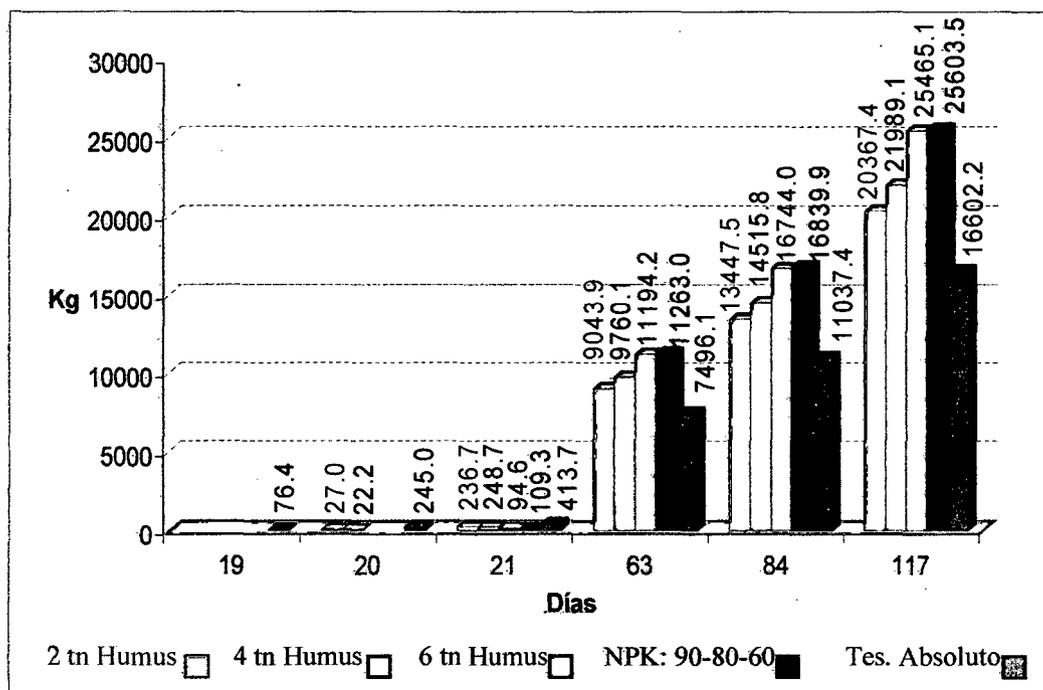


GRÁFICO N° 04: Biomasa producida en kg/ha.

CUADRO N° 14: Regresiones de biomasa.

Tratamientos	R ²	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	82.4	-4166.895	209.695	**
2	83.3	-4507.060	226.463	**
3	82.3	-5455.187	264.276	**
4	83.0	-5467.587	265.565	**
5	82.2	-3127.559	168.630	**

5.6 CARBONO EN Kg/ha

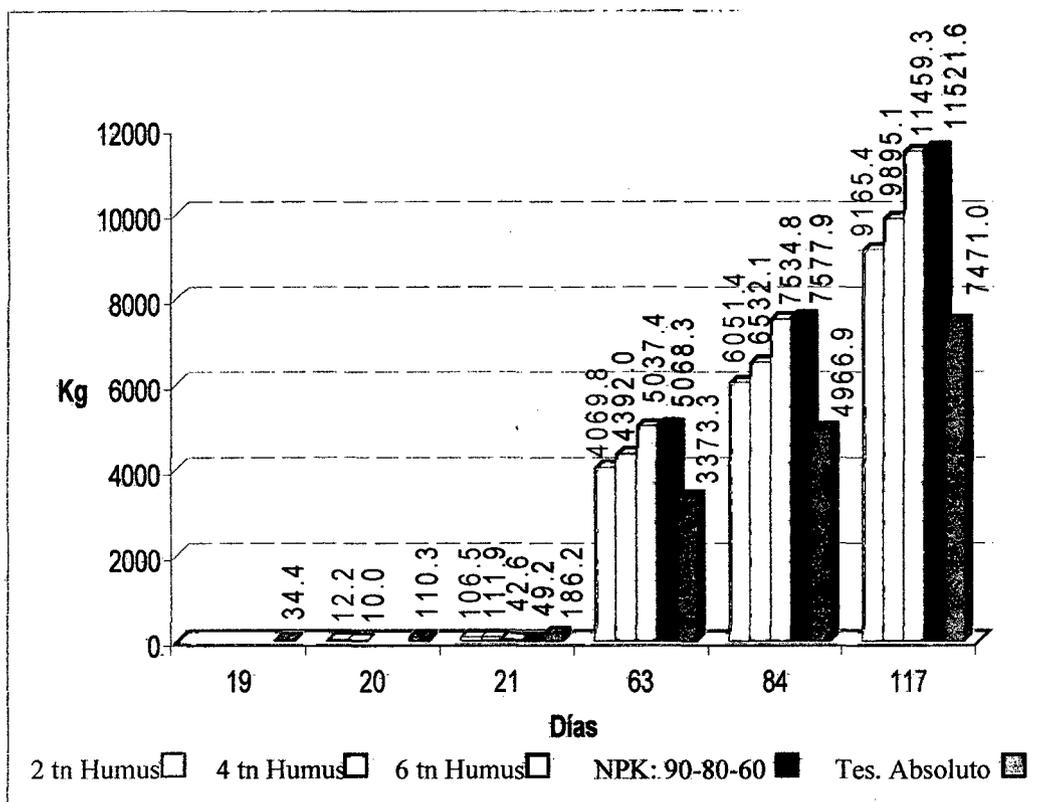


GRÁFICO Nº 05: Carbono en kg/ha.

CUADRO Nº 15: Regresiones de Carbono en Kg/ha

Tratamientos	R ²	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	82.4	-1875.103	94.363	**
2	83.3	-2028.177	101.908	**
3	82.3	-2454.831	118.924	**
4	83.0	-2460.416	119.504	**
5	82.2	-1407.400	75.884	**

5.7 CO₂ en Kg/ha:

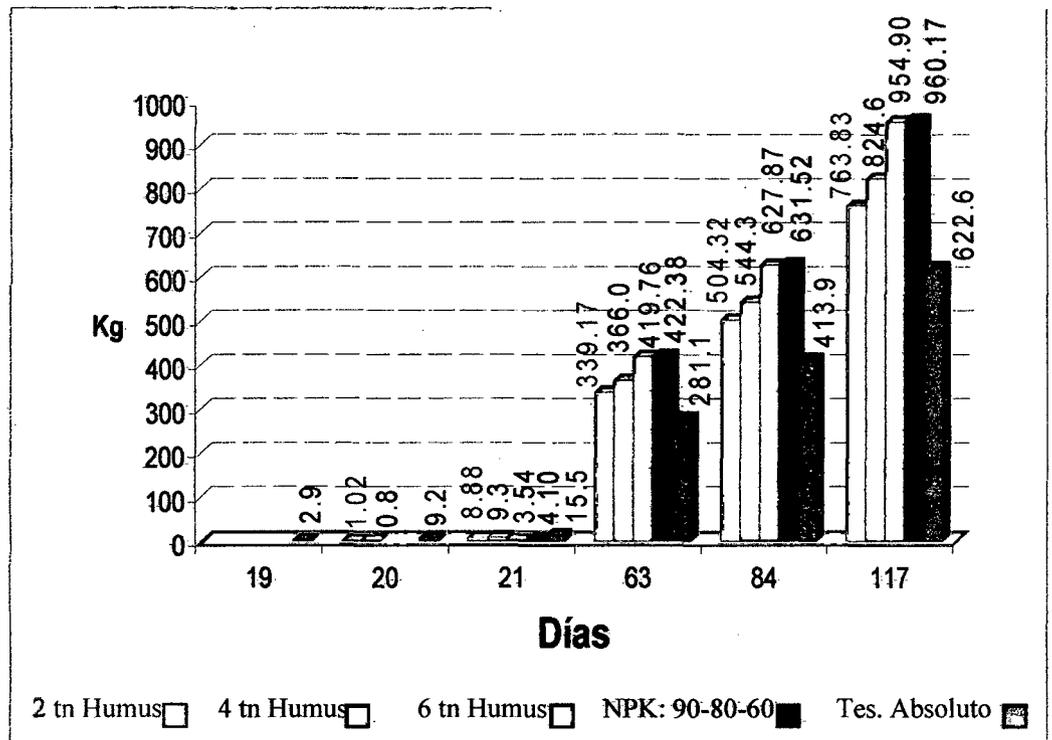


GRÁFICO Nº 06: CO₂ en kg/ha

CUADRO Nº 16: Regresiones de CO₂ en kg/ha.

Tratamientos	R ²	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	82.4	-156.260	7.864	**
2	83.3	-169.014	8.492	**
3	82.3	-204.571	9.910	**
4	83.0	-205.036	9.959	**
5	82.2	-117.284	6.324	**

5.8 Análisis económico

CUADRO N° 17: Análisis beneficio costo.

TRAT.	Rendimiento Nutrимаíz (Kg.)	Costo de Producción (S/.)	Precio de Venta (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	Relación B / C
T1	2711.0	1971	0.70	1897.7	-73.3	0.96
T2	2886.5	2640.6	0.70	2020.6	-620.1	0.77
T3	2977.8	3310.2	0.70	2084.4	-1225.8	0.63
T4	2986.3	1692.8	0.70	2090.4	397.6	1.23
T5	1925	1301.4	0.70	1347.5	46.1	1.04

VI. DISCUSIÓN

6.1 La evaluación de emergencia se llevó a cabo a los 7 días después de la siembra, dicha evaluación arrojó un promedio de 87 %. Lo cual nos confirma que fueron de buena calidad y al ser sembrados encontraron un ambiente adecuado de humedad y temperatura los cuales permitieron que se lleve a cabo la germinación y emergencia. Esto se corrobora con **PERETTI, (1994)**, quién menciona que la calidad de la semilla es fundamental para la siembra, lo que nos da como resultado una germinación uniforme.

6.2 Altura de la planta a la cosecha en centímetros.

El análisis de varianza para la altura de la planta (**Cuadro N° 08**), nos expresa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. En la prueba de Duncan (**Cuadro N° 09**), observamos que tampoco existe significancia con el humus (2 – 4 – 6 Tm/ha), y abono químico (NPK 90-80-60) con 209,38 cm y un CV = 7.54 % y $R^2 = 99.4 \%$.

Lo cual no concuerda con **ORIHUELA, (1996)**, quien menciona en fertilización con NPK en el rendimiento de nutrимаíz, que obtuvo alturas de 248,00 cm. con fertilización de NPK 90-80-60.

Esta diferencia en cuanto a las alturas obtenidas se asume que fueron el resultado de las condiciones edafoclimáticas diferentes entre el presente trabajo y el realizado por **ORIHUELA**, ya que ella en su trabajo realizado ante la falta de lluvias realizó riegos en los momentos en que las plantas más lo necesitaban, con lo cual se les dio las condiciones óptimas para un buen desarrollo del cultivo, ya que como sabemos el agua es determinante en el desarrollo de las plantas.

6.3 Altura de mazorcas a la cosecha.

En el (**Cuadro N° 10**) se muestra el análisis de varianza para la altura de mazorcas en la cual se aprecia que no existe significancia estadística entre los tratamientos estudiados. En la prueba de Duncan (**Cuadro N° 11**) apreciamos que no existe significancia en la altura de mazorca. T4 (NPK = 90-80-60) con 82.28 cm, el T3 (6Tm/Ha de Humus) con 73,73 cm. T2 (4Tm/Ha de Humus) con 72,55 cm, T1 (2Tm/Ha de Humus) con 72,91 cm y el T5 (Testigo absoluto) con 68,69 cm. Arrojando un **CV= 14.12 %** y un **R² = 98.1%**. Las alturas de las mazorcas obtenidas están por encima del reporte de **Celis (2003)**, quien menciona que el tratamiento de 15 Tm/Ha humus obtuvo una altura de mazorca de 61,78 cm.

6.4 Rendimiento

El ANVA para el rendimiento (**Cuadro N° 12**), resultó tener significancia entre los tratamientos estudiados. En la prueba de DUNCAN (**Cuadro N° 13**) dio como resultado altamente significativo entre el T5 con respecto a los demás tratamientos (T1, T2, T3, T4) entre los cuales no existieron diferencias. Donde el T1 (2 Tm/Ha Humus) con 2711 Kg/Ha, el T2 (4Tm/Ha de humus) con 2886 Kg/Ha, el T3 (6 Tm/Ha) con 2977.75 Kg/Ha, el T4 (NPK = 90-80-60) con 2986.25 Kg/Ha y el de menor rendimiento el T5 (Testigo Absoluto) con 1925 Kg/Ha.

Estos resultados presumiblemente pudieron haber sido mayores pero se vieron determinados por la escasa precipitación que se dio durante la ejecución del trabajo, la que podemos observar en el (**Cuadro N° 04**), donde en el mes de Septiembre se obtuvo la precipitación mas baja con 32,70 mm, en Octubre 69,75 mm, en Noviembre se presento una precipitación de 72,00 mm, este incremento fue la determinante para tener los rendimientos obtenidos ya que se presento en el momento en que la planta se encontraba en el llenado de grano.

En cuanto a las características del suelo que según el análisis realizado dio como resultado un suelo franco arenoso, Y un pH de 4.85 (muy fuertemente Acido). Dicho suelo contiene en muy bajas proporciones elementos como el Fósforo disponible, Potasio Calcio y Magnesio, este suelo no retiene por mucho tiempo la humedad necesaria para la planta, según el **(Cuadro N° 05)** el suelo jugo un papel determinante en el rendimiento.

Los datos de rendimiento confirman que el tratamiento con mayor dosis de humus tuvo una producción muy cercana al tratamiento químico, esto nos indica que a mayor dosis de humus incrementa la producción lo que se corrobora con los datos obtenidos por **PRETELL, (2002)** que obtuvo rendimientos de 6 438.33 Kg/Ha. Con una dosis de humus de 9 Tm/ha. Pero en cuanto a los resultados del T4 (NPK = 90-80-60) el rendimiento esta muy por debajo de lo que reporta **ORIHUELA, (1996)** que con la misma fertilización obtuvo 4 270 kg/ha de maíz.

6.5 La tasa de producción de biomasa es una función de la tasa de absorción del CO₂, sobre la base de la fijación de carbono y esto esta regulado por el valor de la regresión obtenida. En tal sentido los tratamientos que obtuvieron mayor proporción de biomasa, carbono y CO₂, fueron el **T4 (NPK = 90-80-60)** con 25 603,5 kg/ha de biomasa, 11 521,6 kg/ha de carbono y 960,17 kg/ha de CO₂ seguido por el **T3 (6Tm/Ha)** con 25 465,1 kg/ha de biomasa, 11 459,3 kg/ha de carbono y 954,90 kg/ha de CO₂, en cuanto a carbono capturado en los tratamientos T4 = 11 521,6 kg/ha y T3 = 11 459,3 kg/ha, están muy por debajo del reporte de **BARTRA, (2003)**. En Fertilización Nitrogenada en el Secuestro de CO₂ de la Biomasa Aérea del Maíz. El cual con una fertilización nitrogenada de 80 kg/ha obtuvo 18 937,6 kg/ha.

6.6 Análisis económico

En el **Cuadro N° 17** se observa el análisis económico de los tratamientos en una campaña. Se aprecia la variación del costo de producción de 1301.4 a 3310.2 nuevos soles.

Teniendo en cuenta el precio actual del maíz es de 700.00 nuevos soles por tonelada. Se puede mencionar que el único tratamiento que presentó ganancias económicas significativas fue el T4 (NPK: 90-80-60) con 397.6 nuevo soles a favor del productor, seguido por el T5 (Testigo Absoluto) con 46.1 nuevo soles siendo este un ingreso económico muy bajo que realmente no asegura una ganancia óptima para el productor.

Los tratamientos con humus obtuvieron pérdida económica que fluctúan entre T3 (6Tm/Ha de Humus) con -1225.8 nuevos soles, T2 (4Tm/Ha de Humus) con -620.1 nuevo soles y T1 (2Tm/Ha de Humus) con 73.3 nuevo soles.

Al realizar las aplicaciones de humus estos representan un incremento en el costo de producción; lo cual disminuye el margen de ganancia del rendimiento obtenido. Pero sabiendo que la residualidad del humus es de 5 años, esto conlleva a un mejoramiento del suelo y por lo tanto no se hace necesario su aplicación campaña tras campaña.

VII. CONCLUSIONES



7.1 El tratamiento con mayor rendimiento en kg/ha fue el T4 (N P K:90-80-60) con 2 986. 25 kg/ha, seguido del T3 (6 tm/ha humus) con 2 977. 75 kg/ha; Estos tratamientos también alcanzaron las mayores alturas de planta, donde T4: alcanzó 209.38 cm y el T3 con 200.56 cm, en el mismo orden estos tratamientos también alcanzaron las mayores alturas de mazorca, donde T4: 82.28 cm y el T3: 73.73 cm.

7.2 Los tratamientos que obtuvieron mayor cantidad de biomasa, captura de carbono y CO₂, fueron realizados por el T4 (NPK: 90-80-60) con 25 603.5 kg/ha de biomasa, 11 521. 6 kg/ha de carbono y 960.17 kg/ha de CO₂, seguido muy de cerca por el T3 (6 tm/ha humus) con 25 465.1 kg/ha de biomasa, 11 459. 3 kg/ha de carbono y 954.90 kg/ha de CO₂.

7.3 Al analizar la relación beneficio / Costo, en la primera campaña se observa que los tratamientos con humus resultan antieconómicos por su elevado costo.

VIII. RECOMENDACIONES



- 8.1** Seguir trabajando con la variedad Nutrimaíz, por ser considerada una fuente Proteica importante para el consumo humano y con la aplicación del humus debido a que sus propiedades físico químicas favorecen al suelo y mejoran de una manera considerable la producción en el cultivo.
- 8.2** Realizar nuevas investigaciones sobre los mismos terrenos con la finalidad de confirmar cuanto el suelo ha mejorado sus características y si la dosis aplicada fue lo necesario o si necesitaría una nueva aplicación en mayor proporción.
- 8.3** Realizar más trabajos de investigación sobre captura de carbono en diferentes cultivos, esto para saber con precisión cuanto de carbono capturan las plantas y por lo tanto cuanto de carbono se incorpora al suelo, para poder definir cuales serian las prácticas agrícolas más adecuadas para disminuir la presencia de CO₂ en el ambiente.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALEGRE, J., RICSE A, ARÉVALO, BARBARÁN J, PALM C 2002.**
Determinación de las Reservas Totales de Carbono en los Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en Ucayali – Perú (CODESU), Manual 12: 8 - 9
2. **BARTRA G. C. A, 2003.** Efecto de la fertilización nitrogenada en el secuestro de Carbono de la biomasa aérea del cultivo de maíz (*zea maíz L.*) M-28 T en la E.E El porvenir – INIA. Pp.67
3. **CELIS E. M. 2003.** “Efecto de Diferentes Niveles de Cal y de humus de Lombriz en el Rendimiento de Maíz (*Zea mays L.*) en un Suelo Acido del Sector San Juan Banda De Shilcayo Provincia De San Martín”. pp. 77
4. **ECHARRI 2002,** Ciencias De La Tierra y Del Medio Ambiente. Pp. 51
5. **ECHEVARRIA 1997.** Manejo de la Fertilización en el Cultivo de Maíz. Tema presentado al curso tecnológico para la producción de maíz amarillo duro y transferencia tecnológica Tarapoto – Perú. pp.32
6. **ESPINOZA, Y. 2005.** Secuestro de Carbono en el Suelo. Pp. 18
7. **FAO, 1994.** “Requisites of the corn cultivation“ pp. 3
8. **FERRUZZI, C. 1994.** Manual de lombricultura, Edit. MUNDI PRENSA Madrid España. Pp. 28
9. **FISCHER, K.S. & PALMER, A.F.E. 1984.** Tropical maize. *In* P.R. Goldsworthy & N.M. Fisher, eds. The physiology of tropical field crops, p. 213 - 248.

10. FONDO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (FONAIAP), 1996. "Effect of nitrogen doses on a model maize hybrid". p. 657. Uruguay.
11. GIRANO P, J. 1995. Comparativo de Abonamiento Orgánico con Diferentes Niveles de Gallinaza y Humus de Lombriz, en el Cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Variedad Río Grande, en el Distrito de San Martín de Juñao - Pajarillo. Tesis Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva Carrera Profesional de Producción Agrícola . Tarapoto-Perú.54p
12. GONZÁLEZ Q. A Y MOREJÓN. O., 2005. Lombrítica S.A. pp.67
13. HOLDRIDGE, R. L. 1987. "Ecología Basadas en zonas de Vida. Servicio Editorial. IICA San José - Costa Rica. PP.37
14. HOSENEY C. R, 1991. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales PP.71
15. INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES (ICT), 2007.
16. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA (INIA) 1990. "Nutrimaíz" Programa de Investigación en Maíz E.E.A. Los Baños – Cajamarca y E.E.A. "El Porvenir". Tarapoto- Perú. PP.1-2
17. INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), 2005. "Siembra del maíz" Uruguay PP.54
18. LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNSM-FCA , 2006
19. LEÓN J. 1987. "Botánica de los cultivos tropicales. Editorial IICA. Costa Rica. 12
20. SALDÍVAR R, L. 1994 "Fisiología Vegeta" Trillas, México pp. 159-177.

21. **MANRIQUE CH, A. 1989.** "Uso del Maíz opaco – 2 en la alimentación popular"
IV Jornada de Bromatología y Nutrición. Lima – Perú. PP.132-135

22. **MITCHEL, R.L. 1985.** Carbon fixation by crop cano - pies. In: Physiology of
Crop Plants. Iowa State University Press. Pp. 31-57. "Nutrimaíz"

23. **NORMAN, M. J. T., PEARSON, C.J. & SEARLE, P .G. E. 1995.** The ecology
of tropical food crops. New York, NY, USA, Cambridge University Press. 430 pp.

24. **ORIHUELA PASQUEL PATRICIA. 1996,** "Efecto de la Interacción: Densidad de
Siembra y Fertilización NPK en el Rendimiento del Maíz (*Zea mays* L.) Blanco
duro Nutrimaíz en el Bajo Mayo" P. 24.

25. **PERETTI, A. 1994,** Manual Para Análisis de Semillas. Editorial Hemisferio Sur.
Primera Edición. Buenos Aires. 13 – 14 p.

26. **PRETELL P. CARLOS E. 2002.** "Efecto de Tres Fuentes y Cuatro Niveles de
abono Sobre El Rendimiento del Maíz (*Zea mays* L.) Variedad Marginal 28
tropical en Valle de Bajo Mayo. PP.45

27. **RICE CHARLES. 2006.** Soil Microbiologist Department of Agronomy Kansas
State University. PP.59

28. **RIOS, O-CALLE, C 1993,** Humus de lombricultura y su efecto en el
rendimiento de pepino, ají dulce y Chiclayo, en un suelo degradado de
Pucallpa. IIAP. Ucayali-Perú.

29. **RIVERA P, J. 1 992,** Cualidades del Humus de Lombricultura y su Efecto en el
Rendimiento de Pepino en un suelo degradado. Universidad Nacional de Ucayali
Facultad de ciencias Agrarias Pucallpa –Perú.97 pp.

30. **SAVAC 1997**, Lombricultura de amplio horizonte. Centro de desarrollo de lombricultura SAVAC. Santiago de Chile-Chile. PP.73

31. **SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN EL TROPICO (SIPAET) 2003.**
p. 18. Uruguay.

32. **SUQUILANDA M, 1996.** Serie de agricultura orgánica_UPS ediciones, Quito. 63.

33. **VITORINO F. B. 1994.** LOMBRICULTURA PRACTICA K'AYRA CUSCO - PERÚ.
PP.27

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se estudiaron tres diferentes dosis de humus versus abonos químicos y un testigo absoluto en el cultivo del Maíz Blanco Duro (Nutrimaíz), buscando niveles óptimos de aplicación del humus. Se llevo a cabo en el Distrito de la Banda de Shilcayo, en el Fundo Miraflores de la Universidad Nacional De San Martín a aproximadamente 6 kilómetros de la ciudad de Tarapoto. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la producción de biomasa y el rendimiento del maíz blanco duro (nutrimaíz), el efecto de la fertilización con tres dosis de humus de lombriz y su respuesta en la fijación de CO₂, y realizar un análisis económico de costo - beneficio de los tratamientos estudiados.

El diseño empleado fue el de bloques completamente al Azar (DBCA), el cual consto de 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se hicieron las siguientes observaciones: Porcentaje de germinación, altura de plantas, altura de mazorcas a la cosecha, rendimiento en kilogramos por hectárea, biomasa vegetal, carbono en la biomasa vegetal, CO₂ en la biomasa y análisis económico

El trabajo se instalo el 11 de septiembre del 2006 y termino el 6 de diciembre del 2007. El área total del trabajo fue de 512,5 m². Siendo el tratamiento T4 (NPK = 90-80-60) de mayor rendimiento de 2 986.3 Kg/Ha, teniendo un beneficio neto de S/. 397.6 y la relación costo beneficio fue de 1.23 %, seguido por el T3 (6 Tn/ha de humus) con un rendimiento de 2 977.8 Kg/Ha, pero presentando este un déficit de S/.1 225.8. Siendo también el T4 (NPK = 90-80-60) el que obtuvo mayor cantidad de biomasa, carbono y CO₂, con 25 603.5 kg/ha de biomasa, 11 521. 6 kg/ha de carbono y 960.17 kg/ha de CO₂, y el T3 (6 tm/ha humus) con 25 465.1 kg/ha de biomasa, 11 459. 3 kg/ha de carbono y 954.90 kg/ha de CO₂.

SUMMARY

They studied three In the present fact-finding work different humus dose versus chemical payments and an absolute witness in the Maíz Blanco Duro cultivation (Nutrimaíz), looking for optimal application levels of the humus. Take him to end in the Distrito of the Banda of Shilcayo, in her Fund Miraflores Universidad National De San Martín to approximately 6 kilometers urban of Tarapoto. this work's objectives were to evaluate the biomass production and the white corn's performance hard (Nutrimaíz), the effect of the fertilization with three humus dose of earthworm and his answer in CO₂ fixing, and to accomplish an economic cost analysis - I benefit of the studied treatments.

The design once was used was the one with blocks completely at random (DBCA), which I consist of 5 treatments and 4 repetitions. They made following observations: germination, height Percentage of plants, ears of corn height to the harvest, performance in kilograms for hectare, vegetable biomass, carbon in the vegetable biomass, in the biomass and economic analysis

The work install him the September 11 the 2006 and I finish the December 6 the 2007. the work's total area belonged to 512,5 m. Being treatment bigger- performance T4 of 2 986.3 Kg/Ha, having S/. net profit NPK. 397.6 and the relation I benefit cost it became of 1.23. Being also the T4 the that principal obtained quantity of biomass, carbon and CO₂ with 25 603.5 biomass kg/ha, 11 521 NPK. 6 carbon kg/ha and CO₂ 's 960.17 kg/ha, and the T3 (6 tm/ha humus) with 25 465.1 biomass kg/ha, 11 459. 3 carbon kg/ha and CO₂ 954.90 kg/ha.

ANEXO

CUADRO 18: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTOS DE NUTRIMAÍZ POR CAMPAÑA

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANT.	T1		T2		T3		T4		T5	
			P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.
			Humus:		Humus:		Humus:		NPK 90-80-60		Testigo Absoluto	
			2 Tn/ha		4 Tn/ha		6 Tn/ha					
			P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.	P.U S/.	P.T S/.
A. COSTOS DIRECTOS												
1. Preparación del Terreno												
. Limpieza de Malezas	Jornal	15	10.0	150.0	10.0	150.0	10.0	150.0	10.0	150.0	10.0	150.0
. Rastra y Mullido	H/m	3	80.0	240.0	80.0	240.0	80.0	240.0	80.0	240.0	80.0	240.0
2. Siembra	Jornal	8	10.0	80.0	10.0	80.0	10.0	80.0	10.0	80.0	10.0	80.0
3. Labores Culturales												
. Deshierbos	Jornal	20	10.0	200.0	10.0	200.0	10.0	200.0	10.0	200.0	10.0	200.0
. Abonamiento	Jornal	2,4,6	10.0	20.0	10.0	40.0	10.0	60.0	10.0	40.0	0.0	0.0
. Control Fitosanitario	Jornal	2	10.0	20.0	10.0	20.0	10.0	20.0	10.0	20.0	10.0	20.0
. Riegos	Jornal	4	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0
. Aporque	Jornal	4	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0	10.0	40.0
. Cosecha	Jornal	10	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0	10.0	100.0
4. Insumos												
. Semilla	Kg	33	2.0	66.0	2.0	66.0	2.0	66.0	2.0	66.0	2.0	66.0
. Humus	Tn	2,4,6	300.0	600.0	300.0	1200.0	300.0	1800.0	0.0	0.0	0.0	0.0
. Fertilizantes												
. Urea	Kg	90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	126.0	0.0	0.0
. SFT	Kg	80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	128.0	0.0	0.0
. Cloruro de Potasio	Kg	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	68.4	0.0	0.0
5. Material, Equipo y Otros												
. Machete	Unidad	1	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0
. Rafia	Rollo	2	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0

· Machete	Unidad	1	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0	10.0	5.0
· Rafia	Rollo	2	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
· Agujas	Unidad	2	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0
· Sacos	Unidad	100	0.8	80.0	0.8	80.0	0.8	80.0	0.8	80.0	0.8	80.0
· Desgrane	H/m	2	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0
· Transporte	Flete	2	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0	30.0	60.0
6. Análisis De Suelo	Unidad	1	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
COSTO TOTAL DIRECTO (C. D)				1825.0		2445.0		3065.0		1567.4		1205.0
B. COSTOS INDIRECTOS												
1. Gastos Administrativos (8 % C. D)				146.0		195.6		245.2		125.4		96.4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				1971.0		2640.6		3310.2		1692.8		1301.4