Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 2.5 Perú.
Vea una copia de esta licencia en
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

TESIS

DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA, FIJACIÓN DE CO_2 Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) VARIEDAD M - 28 - T - BANDA DE SHILCAYO SAN MARTÍN - PERÚ.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

NÍSIDA SÁNCHEZ SANGAMA

TARAPOTO - PERÚ

2007

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

TESIS

DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA, FIJACIÓN DE CO_2 Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays L.*) VARIEDAD M - 28 - T - BANDA DE SHILCAYO SAN MARTÍN - PERÚ.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

NÍSIDA SÁNCHEZ SANGAMA

TARAPOTO – PERÚ

2007

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Facultad de Agronomía Biblioteca Especializada

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y EFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA, FIJACIÓN DE CO_2 Y RENDIMIENTO DEL MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays L.*) VARIEDAD M - 28 - T - BANDA DE SHILCAYO SAN MARTÍN - PERÚ.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER

NÍSIDA SÁNCHEZ SANGAMA

Ing. M.Sc. JULIO A. RÍOS RAMIREZ
PRESIDENTE

Ing. Dr. JAIME W. ALVARADO RAMIREZ
SECRETARIO

Ing. M.Sc. JAVIER ORMEÑO LUNA
MIEMBRO

Ing. CESAR E. CHAPPA SANTA MARIA
ASESOR

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

DEDICATORIA

A MIS QUERIDOS PADRES : *MIGUEL Y AMELIA* POR SUS SACRIFICIOS Y ESFUERZOS QUE ME BRINDARON PARA REALIZARME COMO UNA PROFESIONAL Y ASI PODER ALCANZAR MIS METAS TRAZADAS EN LA VIDA.

A MIS QUERIDOS HERMANOS : *RUSBER, FREDY Y MIGUEL ANGEL* POR EL APOYO MORAL QUE ME BRINDARON DÍA A DÍA PARA CULMINAR MIS ESTUDIOS.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios por darme la vida y hacer realidad mi sueño anhelado de ser profesional.
- A mis padres un agradecimiento especial por el apoyo económico que me brindaron y los consejos que me impartieron para llegar a culminar mis estudios.
- A mis hermanos y familiares por el apoyo incondicional y moral.
- Al Ing. Cesar E. Chappa Santamaría por haber asesorado el presente trabajo de investigación y por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.
- Al Ing. Edison Hidalgo Meléndez, especialista del programa de investigación de maíz de la Estación Experimental El Porvenir INIA.
- Al Tec. Armando Arévalo por su apoyo durante la ejecución del trabajo de investigación desarrollado.
- A los Señores Reninger Flores y Domingo Alarcón por el apoyo desinteresado que me brindaron con el material bibliográfico que se utilizo para desarrollar el presente trabajo de investigación.
- Un agradecimiento especial a Raúl Ríos por su apoyo incondicional al momento de realizar el presente proyecto.
- A toda las personas que de alguna u otra manera hicieron posible la realización del presente trabajo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

INDICE

I. INTRODUCCIÓN 6

II. OBJETIVOS 8

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 9

IV. MATERIALES Y MÉTODO 32

V. RESULTADOS 50

VI. DISCUSIONES 57

VII. CONCLUSIONES 61

VIII. RECOMENDACIONES 63

IX BIBLIOGRAFIA 64

RESUMEN 67

SUMARY 68

ANEXO 69

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

I. INTRODUCCIÓN.

El maíz constituye uno de los cultivos más importantes de nuestro país, de gran demanda por sus múltiples usos y beneficios en la alimentación humana y / o animal, debido a su variada utilidad como fuente alimenticia, proporcionando más alimento para animales tanto en grano como en forraje.

En la Región San Martín existen grandes extensiones de cultivos como el maíz, arroz, algodón, café caña de azúcar, plátano, cacao. Las áreas más representativas se ubican en la zona del Bajo Mayo, Huallaga central y el valle de el Dorado. Existen múltiples problemas relacionados con la producción de maíz, la práctica de abonamiento adquiere importancia debido a que es una actividad poco realizada por el agricultor, ya que el abono como el humus de lombriz mejora la estructura del suelo, retiene mayor cantidad de agua y por lo tanto mejora la producción del cultivo. El humus actúa unión entre partículas del suelo dando origen a estructuras granulares, que permite mejor desarrollo radicular, activando a los microorganismos y mejorando el intercambio gaseoso.

Normalmente realizan la siembra bajo el sistema de agricultura migratoria usar abonos orgánicos significa reducir la resistencia del cultivo a plagas y enfermedades. Es uno de los principales cultivos que pueden ser estudiados y considerados como grandes secuestradores o depositarios de carbono a corto y largo plazo, es necesaria por ello la cuantificación de carbono secuestrado por ser uno de los cultivos más importante de la Región.

El cultivo de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa, captura las emisiones netas de gases del efecto de invernadero. El balance final de carbono con la producción

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

de maíz dependerá del destino de la materia orgánica producida durante una estación de crecimiento y del manejo del cultivo.

Muchas especies vegetales que viven en ambientes cálidos y secos han desarrollado adaptaciones que les permiten fijar inicialmente dióxido de carbono por una de las dos vías que les ayudan a minimizar la perdida de agua. La vía C4, es particularmente común en pastos, una categoría de plantas que incluyen el maíz y la caña de azúcar.

El secuestro de carbono en el suelo es el proceso de transformación del carbono del aire al carbono orgánico, almacenado en el suelo. A través del secuestro de carbono, los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan, el CO_2 es un gas que se introduce en las plantas por sus estomas de las hojas.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

II. OBJETIVOS

2.1 Evaluar las dosis de humus de lombriz y efectos en la producción de biomasa, fijación de CO_2 , rendimiento del maíz amarillo duro Marginal 28 – Tropical, en el distrito de la Banda de Shilcayo, realizado entre los meses de Setiembre del 2006 a Enero del 2 007.

2.2 Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 ORIGEN E HISTORIA DEL CULTIVO DE MAÍZ

Entre las plantas que Colón importó de América, el maíz es una de las que ha tenido con el tiempo mayor volumen en la Florida y en Nueva Granada. Los indígenas lo consumían, siendo la base de su régimen alimentario.

Los incas también lo consumían tiernos, asados sobre las brasas; en Europa lo introdujeron los Españoles y Portugueses; en el Perú el maíz se viene utilizando en la alimentación humana desde hace más de 1 300 años A.C. Su origen es definitivamente Americano pero hay discrepancias en cuanto a la región y modelo como se originó.

El criterio más aceptado es que evolucionó de una gramínea anual que crece silvestre desde México hasta Nicaragua la ***Euchalena mexicana*** y teniendo cierta afinidad con otra gramínea silvestre del mismo género **MANRIQUE, (1967).**

3.2 ORIGEN E HISTORIA DE LA VARIEDAD MARGINAL 28-T

La variedad Marginal 28 T es un compuesto que resulta de un cruzamiento de los cultivares ACROSS 7728, FERKE 7928, LA MAQUINA 7928, provenientes del CYMMYT, mejorada y adaptada por el INIA a condiciones tropicales de Selva y Costa Norte del Perú **OIA- MINAG, (2000).**

Fue formada basándose en maíces cristalinos dentados del Caribe y otras Regiones bajas del mundo, proviniendo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y fue introducida al trópico por el Programa Nacional de Maíz del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria **INIA, (2 003).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

3.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

LEÓN, (1987) clasifica al maíz de la siguiente manera:

Reino	:	Vegetal
División	:	Liliopsidae
Subdivisión	:	Angiospermas
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Tribu	:	Maydeas
Género	:	*Zea*
Especie	:	*Zea mays* L.

3.4 MORFOLOGÍA DEL MAÍZ

SISTEMA RADICULAR

Las raíces son un importante componente funcional y estructural de la planta. Los tipos de raíces son: primarias y adventicias o de soporte.

Las raíces adventicias inician su desarrollo a partir de la emergencia, aparecen localizadas debajo del suelo y posteriormente llegan a ser el principal suministrador de agua y nutrientes para la planta. Las raíces de soporte son raíces adventicias que surgen sobre la superficie del suelo. El mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 30 cm. **MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1 998).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **HOJAS**

Nacen de la parte superior de los nudos, alternándose en forma gruesa a lo largo del tallo. Son envainadoras y están formadas por vainas que cubren completamente los entrenudos, lanceoladas con una nervadura central y varias paralelas.

En las axilas de las hojas se encuentran las yemas axilares, las que en su mayoría no llegan a desarrollarse, sólo de una a tres yemas localizadas en la parte media del tallo logran dar origen a inflorescencias femeninas conocidas como mazorcas **INIA, (2 003).**

- **TALLO**

Es un eje vertical alargado y cilíndrico de 2,50 m de longitud en promedio, termina en una espiga que constituye la inflorescencia masculina. Presenta nudos y entrenudos, siendo más cortos en la base y más largos a medida que se alejan de ella **INIA, (2 003).**

El tallo presenta un número variable de nudos y entrenudos y de cada nudo nace una hoja. El crecimiento del tallo ocurre por la elongación de los entrenudos, momento en que la planta entra en una etapa de crecimiento vertical rápido **MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1 998).**

- **INFLORESCENCIA**

El maíz, es una planta monoica, posee dos inflorescencias, la masculina productora del polen denominada panoja situada en el extremo superior del tallo y la inflorescencia femenina productora de óvulos que normalmente se

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

encuentran a la altura de la mitad del tallo, cuyas flores se encuentran asentadas en la tusa y constituyen los órganos más importantes de la planta donde se van a desarrollar los frutos que constituye las semillas o granos. La floración puede ocurrir entre los 50 a 100 días dependiendo de la precocidad de las variedades o híbridos que se siembran, ya sean estos precoces o tardías. El tiempo necesario para la floración es afectado principalmente por la temperatura y la actividad fotosintética de la planta INIA, (2 003).

3.5 FISIOLOGIA DEL MAIZ COMO PLANTA C4

Las plantas Carbono 4 inicialmente fijan el CO_2 en las células mesófilas en forma de compuestos de 4 carbonos y después liberar el CO_2 en las células de la vaina del haz.

Plantas como el maíz, la caña de azúcar, el sorgo y otras plantas tropicales presentan características fisiológicas diferentes a las plantas C3 en cuanto a la asimilación de CO_2. Estas plantas llamadas de metabolismo C4 debido que el primer compuesto formado, luego de la fijación del CO_2 es un ácido con 4 carbonos llamado ácido malato

El maíz, como muchas otras plantas, tiende a mantener un equilibrio funcional entre la masa de raíces y la masa verde de tallos y hojas. Si uno de los recursos del suelo como el agua o los nutrimentos fuera un factor limitante, más materias asimiladas se trasladarían al sistema radical y el crecimiento de las raíces sería favorecido frente al crecimiento del resto de la planta. Si la radiación es el factor limitante del crecimiento ya sea a causa de la sombra o de la nubosidad, más materias asimiladas se dedican al crecimiento de la parte aérea y la relación raíz tallo decrece.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

- **Agua:** Solo 3% de la radiación total que incide sobre el cultivo es usada para la fotosíntesis. Parte de la energía remanente calienta el follaje y este calor es disipado por medio de la transpiración y la evaporación de agua de las hojas. Como que el bióxido de carbono ingresa en la hoja a través de las mismas aberturas -estomas- que usa el agua para salir, existe una buena relación entre la cantidad de agua transpirada y la materia seca producida por el cultivo. Los factores ambientales afectan el grado de apertura de los estomas y pueden restringir la pérdida de agua **PINTO, (2 002).**

3.6 ETAPAS FISIOLÓGICAS DEL CULTIVO

El periodo vegetativo del cultivo es el siguiente:

- Siembra a emergencia (aproximadamente a 8 d.d.s).
- Crecimiento vegetativo inicial lento (aproximadamente 30 d.d.s).
- Crecimiento vegetativo rápido hasta la floración (Aprox. hasta los 50 d.d.s).
- Polinización y fecundación (aproximadamente 70 d.d.s).
- Maduración y formación completa de grano (aproximadamente 100 d.d.s).
- Secado de grano y de planta hasta la cosecha (aproximadamente hasta los 120 d.d.s) **ECHEVARRIA, (1 997).**

3.7 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

a) CLIMA

Temperatura.

El maíz es el cultivo que se encuentra más ampliamente distribuido en el Territorio Peruano, debido a que existen variedades que se adaptan a climas fríos, templados y cálidos **INIA, (2 003).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

La temperatura para el desarrollo del cultivo oscila entre 13 y 30 °C, la cual influye sobre el ciclo vegetativo, (en la región San Martín la temperatura promedio es de 27 °C). La luz actúa sobre las plantas en el proceso de fotosíntesis **INIA, (2 003).**

En la fase de crecimiento, la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30 °C, sobre los 30 °C se encuentran problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces **INIA, (2 003).**

Humedad.

Las fuertes necesidades de agua del maíz condicionan también el área del cultivo. El cultivo de maíz requiere de una mayor disponibilidad de agua en las tres siguientes etapas: a la siembra para una buena germinación y emergencia; las mayores necesidades de agua corresponde a la época de la floración, comenzando 15 ó 20 días antes de ésta, período crítico y durante el llenado y maduración del grano **INIA, (2 003).**

b) SUELO

El maíz se adapta a distintos tipos de suelos, pero se desarrolla mejor en suelos de textura intermedia como francos y franco arcillosos con buena cantidad de materia orgánica, bien aireada y profunda. Requiere preferentemente suelos neutros, pudiendo desarrollarse en suelos con pH de 5.5 a 7.5, tolera medianamente la alcalinidad **INIA, (2 003).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.8 MANEJO AGRONÓMICO

➢ ÉPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra del maíz varia según la zona de producción y está en función de algunos factores climáticos, como las precipitaciones pluviales, temperatura, luminosidad, humedad, disponibilidad de agua para riego, etc. **INIA, (2 003).**

La temperatura ideal para el desarrollo del maíz de la emergencia a la floración esta comprendida entre 24 a 30 °C para que la semilla germine sin problemas la temperatura debe estar dentro de los límites de 10 a 42 °C.

La luminosidad ejerce función directa sobre el potencial productivo de los cultivares de maíz, en lugares donde el periodo de la luminosidad es mayor, la tasa de productividad es siempre más elevada que en las regiones tropicales **MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1 998).**

Cuadro Nº 01: Época de siembra del maíz amarillo duro en San Martin.

PROVINCIA	ÉPOCA DE SIEMBRA	
	Campaña Grande	Campaña Chica
San Martín	Enero – Marzo	Agosto – Septiembre
Moyobamba	Agosto – Setiembre	Enero – Marzo
Rioja	Agosto – Setiembre	Enero – Marzo
Lamas	Enero – Marzo	Agosto – Setiembre
Picota	Enero – Marzo	Agosto – Setiembre
Bellavista	Enero – Marzo	Agosto – Setiembre
El Dorado	Agosto – Setiembre	Enero – Marzo
Mariscal Cáceres	Agosto – Setiembre	Enero – Marzo
Huallaga	Agosto – Setiembre	Enero – Marzo
Tocache	Agosto – Setiembre	Enero - Marzo

FUENTE: Ministerio de Agricultura (1998).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

La temperatura, humedad y el tipo de suelo son los factores que condicionan la profundidad de siembra, la semilla debe ser colocada a una profundidad que posibilite buen contacto con el suelo húmedo. En suelos arenosos o livianos la siembra puede ser más profunda entre 5 y 7 cm., para que la semilla utilice mejor la humedad existente en las capas más profundas. En suelos pesados, las semillas deben ser colocadas más superficialmente entre 3 y 5 cm. **MINISTERIO DE AGRICULTURA, (1 998).**

- **DENSIDAD DE SIEMBRA**

El número de semillas por golpe o por metro lineal es fundamental para la obtención de una mayor productividad, por cuanto de ella dependerá que se asegure la densidad poblacional deseada **INIA, (2 003).**

- **SIEMBRA**

El maíz se puede sembrar en forma manual o mecanizada, en la selva alta y baja la siembra es manual por la topografía y la extensión de las unidades agropecuarias no posibilitan el empleo de las sembradoras, asimismo, la textura pesada de los suelos impiden utilizar maquinaria .la siembra manual se realiza aprovechando la humedad del suelo, se utiliza un palo conocido como "tacarpo" **INIA, (2 003).**

- **DESAHIJE**

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. Generalmente se deja 2 plantas por golpe **MANRIQUE, (1 987).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **CONTROL DE MALEZAS**

Las malezas influyen significativamente en la baja productividad del maíz, debido a que compiten por los nutrientes el agua y la luz, constituyen hospederos de insectos y enfermedades; ciertas malezas pueden cubrir totalmente las plantas. Se puede realizar el control de malezas de dos formas: manual y control químico **MANRIQUE, (1 987).**

- **FERTILIZACIÓN**

El abonamiento en el maíz se debe realizar en forma fraccionada, para lograr una mayor disponibilidad de estos nutrientes en los periodos críticos. El primer abonamiento se realiza a la siembra o emergencia de la planta, empleando toda la dosis del fósforo y potasio y la mitad de la dosis del nitrógeno. Así mismo, el segundo abonamiento se aplica a los 30 a 35 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzan una altura de 45 a 50 cm. utilizando la segunda mitad de la dosis del nitrógeno. La aplicación se realiza abriendo un hoyo en el suelo entre cada golpe a 10 cm. de la planta, se puede aplicar a chorro continuo o al voleo **ECHEVARRIA, (1 997).**

- **APORQUE**

Consiste en la acumulación de tierra alrededor del tallo, esta práctica favorece dos condiciones:

- Facilita la estabilidad y soporte de la planta, dándole resistencia frente a la acción del viento y disminuyendo las plantas tumbadas.
- Permite cubrir el abonamiento, y favorece la absorción de los nutrientes por la planta **MANRIQUE, (1 987).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.9 MAÍZ EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

En la Región San Martín el maíz y el arroz son los cultivos de mayor importancia socioeconómica. La producción de maíz básicamente es del amarillo duro, cuyo grano es utilizado en la alimentación humana en forma de choclo y harinas para la elaboración de chicha y potajes y en la alimentación animal en forma directa y en la elaboración de alimentos balanceados .Para la producción se utiliza variedades de polinización libre, siendo Marginal 28-Tropical la variedad que cubre más de 95 % de la superficie cultivada. En la selva Peruana, la región San Martín cuenta con la mayor superficie cultivada y con la mayor productividad. En 1999 se produjo 102 272 TM/Ha de grano en 47 137 hectáreas y para el año 2 000 se estimó en 101 602 Ton de 48 976 hectáreas con rendimientos promedios en 2,2 TM/Ha respectivamente **INIA, (2 003).**

3.10 HUMUS DE LOMBRIZ

Se llama Humus, a la materia orgánica degradada y en su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. Se encuentran como un coloide; el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en un lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en "digerir" lo que come **BOLLO, (2 005).**

El humus tiene un aspecto terroso, suave, de esta manera facilita su manipulación. El humus de lombriz es uno de los abonos completos, porque aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes **PIÑUELA, (2 004).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Se denomina a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos de digestión. Además, es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por gramo de humus; por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo **RAAA, (1 994).**

El humus es el proceso final de la descomposición de la materia orgánica, esto es básicamente la mineralización y resintesis de las sustancias orgánicas en coloides amorfos, posee gran cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno (azotobacter) **SAVAC, (1 987).**

3.11 CARACTERÍSTICAS DEL HUMUS

- El humus favorece la circulación del agua, el aire y las raíces, aumenta la permeabilidad de la tierra y su capacidad de retención de agua, volviéndose más esponjosa y menos sensible a la sequía.

- El uso de este abono natural aumenta el intercambio de iones y regula la nutrición de la planta, facilitando la absorción de los elementos fertilizantes a través de los rizomas de las raíces. El Humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de las plantas por la acción benéfica del nitrógeno ya que este elemento mejora la producción en los cultivos.

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas **SUQUILANDA, (1 996).**

3.12 VENTAJAS DEL HUMUS

- Mejora la estructura de los suelos, favoreciendo la aireación, humedad y penetración de las raíces.
- Aumenta la capacidad de retención de agua en los suelos, impidiendo la pérdida de nutrientes por lavado o filtración y solubilizando al P.
- Aumenta la actividad vital y la energía para el desarrollo de las plantas.
- Regula el pH de los suelos, si están muy ácidos o muy alcalinos.
- Evita o disminuye el estrés que sufren las plantas en el transplante.
- No contamina los suelos, los cultivos, ni las aguas del campo, preservando el medio ambiente y la salud de plantas, animales y del hombre.
- El Humus de lombriz es mucho más que un simple fertilizante, pues descontamina el medio ambiente **FERRUZZI, (1 994).**

3.13 EFECTOS DEL HUMUS

1- La planta tomará un color intenso.

2- La floración aumentará notoriamente.

3- La planta crecerá vigorosamente.

4- La tierra tomará aspecto esponjoso.

5- Mejora la retención de agua y la fijación del nitrógeno **FERRUZZI, (1 994).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.14 USOS DEL HUMUS

Aplicación directa en tierra

Remueva la tierra, vierta el humus en forma homogénea proceda a tapar el humus con la tierra, luego repita esta acción cada tres semanas. En árboles grandes es conveniente aplicar 1 kilo por árbol. Evite dejarlo expuesto al sol, ya que pierde sus propiedades.

Como abono foliar (líquido)

Deje en un balde de 10 litros, ½ kilo de Humus durante una noche. Al día siguiente filtre el líquido y aplique con aspersor sobre el follaje de la planta, de preferencia en la tarde sin sol fuerte.

En riego directo

Si tiene riego por canal de agua, vierta el humus directamente en el agua, de forma que se distribuya en la siembra **FERRUZZI, (1 994).**

3.15 APLICACIÓN DEL HUMUS

El tipo de aplicación y volumen depende de cada especie de planta a continuación se menciona las siguientes:

- Plantas de café: 250 g, de humus por cada planta.
- Almácigos : Cuatro partes de suelo por cada una de humus.
- Plantas de jardín: Según el tamaño, de 100 a 250 g por planta.
- Plantaciones de manzana: 2 Kgs. de humus por cada planta.

SUQUILANDA, (1 997).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Cuadro Nº 02 : Humus de lombriz y fertilizantes 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.	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 plazo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes.
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos benéficos.	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 con el tiempo disminuye.	Es barato, depende continuas aplicaciones.

FUENTE: Suquilandia (1 996).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.17 CONCEPTOS DE BIOMASA

La biomasa es el peso total de la materia viva de una parte de un organismo, población o ecosistema. Por lo general se da en términos de materia seca por unidad de área (por ejemplo kilogramos por hectárea o gramos por metro cuadrado). En el Amazonas puede haber una biomasa de plantas de 1.100 toneladas en cada 10 000 metros cuadrados de tierra. Cantidad de materia orgánica producida o existente en un ser vivo y que se encuentra en forma de proteínas, carbohidratos, lípidos y otros compuestos orgánicos. Se mide en peso fresco, peso seco (una vez que se ha sometido a desecación a temperaturas moderadas **ROMERO et al., (2 001).**

3.18 INCREMENTO DE LA BIOMASA.

El incremento de la biomasa de los cultivos puede aumentar el ingreso de materia orgánica en el suelo que puede ocurrir, por ejemplo, por medio de la introducción de nuevas variedades o del manejo agronómico, como en el caso de los nutrientes especialmente nitrógenos y de la rotación de cultivos. El aumento del contenido de CO_2 en la atmósfera debido al cambio climático puede tener una influencia positiva similar. El incremento de la biomasa considera tanto la biomasa aérea como las raíces **SÁNCHEZ et al., (2 001).**

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 (radiación) 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. **CHIESA, (2 000).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.19 BIOMASA AÉREA

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 dm^2 de área foliar.

La planta puede alcanzar un peso seco 1000 veces superior al de la semilla que lo dio origen. Esta alta capacidad de producción se debe entre otros factores a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca y a una adecuada estructura del cultivo **ECHARRI, (2 002).**

3.20 CARBONO ALMACENADO

Se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea la cual está en función de su heterogeneidad afectada por las condiciones de suelo y clima.

Los árboles tienen la capacidad de almacenar el dióxido de CO_2 de la atmósfera basado en el hecho de que el proceso fotosintético absorbe el dióxido de carbono a través del intercambio de gases que luego utiliza para generar el alimento necesario para su crecimiento **ALEGRE et al., (2 000).**

3.21 CICLO DEL CARBONO

La atmósfera que rodea el globo terráqueo suministra el CO_2 a las plantas y el oxígeno a todos los organismos vivos. Las plantas capturan el dióxido de carbono de la atmósfera y de los océanos, fijándolo en compuestos orgánicos. Las plantas producen también CO_2 mediante la respiración, el cual es rápidamente usado por la fotosíntesis. Las plantas convierten la energía solar en energía química, almacenada en los enlaces de los compuestos orgánicos. **ESPINOZA, (2 000).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Los animales liberan CO_2, como producto final de la respiración, en la que se degradan carbohidratos sintetizados en la fotosíntesis. El balance entre el CO_2 fijado y el CO_2 producido es mantenido por la formación de carbonatos en los océanos. Lo que remueve el exceso de CO_2 del aire y del agua (que están en equilibrio en relación al CO_2), se han quemado cantidades apreciables de madera, de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Las actividades industriales, así como las guerras han destruido enormes cantidades de materia orgánica. Todos estos acontecimientos han reducido las reservas de carbono en la biomasa y el suelo; y han incorporado cantidades excesivas de CO_2 a la atmósfera. El dióxido de carbono en la atmósfera, al lado del vapor de agua, metano, ozono y óxido de nitrógeno (N_2 O) ejercen una influencia negativa en el clima, produciendo un calentamiento global de la atmósfera, que se conoce como efecto invernadero. Así mismo, como resultado de la actividad humana se han agregado a la atmósfera, hidrocarburos halogenados (cloro-carbonos) y otros gases en pequeñas cantidades, que destruyen la capa de ozono, que protege a los seres vivos de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta.

Como resultado de la combustión de los vehículos automotores, se liberan a la atmósfera dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y CO_2, que al combinarse con el vapor de agua de la atmósfera, generan ácidos, que al ser lavados por las aguas de lluvia, nieve o niebla producen las lluvias ácidas o precipitaciones ácidas, con valores de pH., que están entre 3 y 4.

Una alternativa que redujera la cantidad de anhídrido carbónico atmosférico sería capturando el CO_2 al plantar bosques que actúen como sumideros de CO_2 reduciendo las concentraciones de éste gas mediante su fijación en la fotosíntesis y su conversión en materia orgánica. **ESPINOZA, (2 000).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

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 vuelta de CO_2 a la atmósfera se hace cuando en la respiración los seres vivos oxidan los alimentos produciendo CO_2. En el conjunto de la biosfera la mayor parte de la respiración la hacen las raíces de las plantas y también los organismos que se encuentran en el suelo **ESPINOZA, (2 000).**

- **¿Como ayuda el secuestro de carbono a reducir el calentamiento global?**

El CO_2 y otros gases invernaderos como el N_2O actúan atrapando la energía calórica reflejada de la superficie de la tierra y las nubes. Este calor retenido puede conducir al calentamiento global en el planeta. A través del secuestro de carbono, los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la misma medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan. Si el carbono orgánico del suelo no es alterado, puede permanecer en el suelo por muchos años como materia orgánica estable. Este carbono es secuestrado o removido del pool disponible para ser reciclado en la atmósfera. De esta forma se pueden reducir los niveles de CO_2, disminuyendo las probabilidades de calentamiento global **RICE et al., (2 002).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

3.22 FOTOSÍNTESIS

Es un proceso complejo, mediante el cual los seres vivos poseedores de clorofila y otros pigmentos captan energía luminosa procedentes de sol y la transforman en energía química y en compuestos reductores y con ellos transforman el agua y el CO_2 en compuestos orgánicos reducidos (glucosa y otros), liberando oxigeno. El proceso fotosintético se representa con la siguiente ecuación:

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Radiación solar}} CH_2O + O_2$$

La energía captada en la fotosíntesis y el poder reductor adquirido en el proceso hacen posible la reducción y la asimilación de los bioelementos necesarios como el Nitrógeno y Azufre, además de carbono, para formar materia viva. En la fotosíntesis, gracias a la energía aportada por la luz solar se unen el dióxido de carbono y el agua para formar azúcares. Como producto de desecho se arroja oxigeno a la atmósfera. Cada molécula de CO_2 del aire queda convertida en un átomo de carbono orgánico, que pasa a formar parte de un azúcar y en una molécula residual de oxigeno (O_2) que pasa al reservorio de la atmósfera **INGUNZA, (2 000).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **¿Cómo se realiza la fotosíntesis?**

Más de la mitad de los procesos fotosintéticos tienen lugar en los océanos, donde existen muchas formas de plantas verdes (algas). Otra gran parte de ellos se realiza en áreas como la cuenca del Amazonas, donde abundan las plantas verdes. A las algas y plantas verdes se les llama organismos fotoergónicos ya que son los únicos capaces de convertir la luz en energía química (la cual queda almacenada en los alimentos).

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.

Todas las células vivas convierten los alimentos en energía y en componentes estructurales necesarios para el crecimiento, la restitución de células, la reproducción, para todos los procesos dinámicos que desarrollan los organismos vivos. La energía luminosa es absorbida por los pigmentos clorofílicos de las plantas y almacenada como energía química en los productos orgánicos, especialmente los carbohidratos (azúcar; almidón, glucosa).

La eficiencia de la fotosíntesis se define en términos del rendimiento de producción de oxígeno por unidad de masa (o de área) de los tejidos de las plantas verdes, o por unidad de peso de la clorofila contenida en ellas **INGUNZA, (2 000).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.23 MEDIO AMBIENTE: EL AIRE

Los bosques, a través del proceso de fotosíntesis, capturan anhídrido carbónico (CO_2) y liberan oxígeno. Esto proporciona dos beneficios al medio ambiente: por una parte se purifica el aire a través de la liberación de oxígeno y, por otra, la captura del CO_2 mitiga el efecto invernadero.

Las plantaciones de rápido crecimiento capturan una cantidad de CO_2 liberando oxígeno a través de la fotosíntesis, proceso en que participan la energía del sol, el agua de la tierra y el anhídrido carbónico del aire; mediante la combinación de estos elementos con la clorofila (material colorante de las plantas que les da su color verde a las hojas). Las plantas producen glucosa y almidones y liberan el oxígeno. Este ciclo vital se produce en las plantas durante el día **MINDESMA, (1 999).**

3.24 EL PAPEL FUNDAMENTAL DE LA MATERIA ORGÁNICA EN LOS SUELOS

La materia orgánica del suelo es un indicador clave de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas (producción y economía) como en sus funciones ambientales entre ellas captura de carbono y calidad del aire. La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y la actividad de la fauna del suelo y de los microorganismos están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la actividad biológica que ésta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas del suelo. La agregación y la estabilidad de la estructura del suelo aumentan con el contenido de materia orgánica, esta a su vez incrementa la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la resistencia contra la erosión hídrica y eólica **PINEDA, (1 997).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

3.25 EXPERIENCIAS REALIZADAS CON HUMUS EN DIFERENTES CULTIVOS

- **Abonamiento de maíz con humus.** El trabajo de investigación que efectuaron en el cultivo de maíz, determinaron que el nivel óptimo del abonamiento con humus de lombriz, obtuvieron los mejores rendimientos, es decir el suelo tiene una fertilidad moderada con un abonamiento mínimo de 5 TM /Ha con una densidad de 75,000 plantas/Ha y como una alternativa aceptable la aplicación de 10 TM /Ha con 75,000 plantas /Ha , cuando se disponga de recursos económicos para cubrir el costo del humus de lombriz **FLORES Y ROJAS, (1 994).**

- En el Distrito de Juan Guerra provincia y departamento de San Martín al evaluar el efecto de diferentes niveles de cal y de humus de lombriz en el rendimiento de Maíz. El tratamiento con (1,5 TM de Cal /15 TM de humus) alcanzó mayor rendimiento con 1,578.83 Kg./Ha. Y mayor altura de mazorcas con 61,77 cm., El tratamiento con 1,5 TM de Cal/5TM de Humus, alcanzó 161,5 cm. para altura de plantas **CELIS, (2 003).**

- Se realizó un trabajo de investigación en el Distrito de Juan guerra, Bajo Mayo; denominado efecto de tres fuentes y cuatro niveles de abono sobre el rendimiento del maíz variedad Margina 28 Tropical teniendo como abonamiento las siguientes dosis: 3-6-9 TM/Ha de estiércol de ovinos, 3-6-9 TM/Ha de humus de lombriz y 3-6-9 TM/Ha de estiércol de ganado, Nos demuestra que con estos abonamientos se obtuvieron los mejores resultados en rendimiento,.el tratamiento con 3-6-9 TM/Ha de humus de lombriz obtuvo mayor rendimiento con 6 438,33 Kg/Ha **PRETELL, (2 002).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

- **FERTILIZACIÓN CON NPK EN MAÍZ AMARILLO DURO EN CONDICIONES DE SECANO.**

  Determinaron el nivel optimo de la fertilización nitrogenada donde los mejores resultados se obtuvieron con la dosis más elevada de nitrógeno de 130 Kg de N/Ha, alcanzó el máximo rendimiento con 5,333 Kg/Ha **GONZALES, (2 002).**

- Efecto de la fertilización nitrogenada en el secuestro de carbono de la biomasa aérea del maíz, realizado en el Distrito de Juan Guerra, en un suelo franco arcilloso, donde se tiene para la altura de mazorca obtuvo 140,3 cm., y para altura de plantas obtuvo 247 cm. Ambos con una fertilización de 120- 80- 60 Kg./Ha de NPK. Para el secuestro de carbono a partir de la biomasa el que obtuvo mayor cantidad fue una aplicación de 80 Kg./Ha de Nitrógeno con 18 937,6 kg/ha **BARTRA, (2 003).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 MATERIALES

4.1.1 Ubicación del campo experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en el campo Experimental de la Universidad Nacional de San Martín F.C.A "Fundo Miraflores", 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

- **Ubicación Política.**

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

4.1.2 Vías de Acceso.

La principal vía de acceso la constituye la Carretera Fernando Belaunde Terry - Sur Km. 4 con un desvió lateral izquierdo hacia la Carretera Bello Horizonte en el Km 1, antes de la quebrada Ahuashiyacu, se sigue un camino a la izquierda hasta llegar al fundo Miraflores.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.1.3 Historia del terreno.

El terreno donde se desarrolló el trabajo de investigación fue utilizado anteriormente con el cultivo de caña, posteriormente se usó en el curso de cultivos nativos donde se sembró Yerba Luisa (***Cymbopogum citratos***), Sacha Papa (***Dioscorea trifida***) y maní (***Arachis hypogaea***). Antes de proceder a la instalación del presente trabajo, el terreno se encontraba cubierto con gramíneas como el Coquito (***Cyperus rotundus***) y Brizanta (***Brachiaria brizanta***).

4.1.4 Componentes del humus

Cuadro Nº 03: Análisis físico - químico del humus de lombriz.

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

FUENTE: Laboratorio de Suelos de la UNSM FCA (2006)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.1.5 Muestreo del suelo

Para el análisis de suelo se tomaron muestras al azar de cada una de las unidades experimentales a una profundidad de 20 – 30 cm., luego se homogenizaron y se enviaron al laboratorio para su análisis respectivo, los resultados se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nº 04: 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	1,5g/cc			
Conductividad Eléctrica	0,77mhos		Bajo	Conductimétro
pH	4,85		Muy fuerte acido	Potenciómetro
Materia Orgánica	3,57%		Alto	Walkley Back Mod.
Fósforo disponible	9,45ppm	21.7	Bajo	Olsen modificada
Potasio	0.12meq/100g	140,0	Bajo	Tetrafenil Borato K
Calcio	1.85meq/100g		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: Laboratorio de suelos de la UNSM FCA (2006)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.1.6 Características climáticas.

El clima que presentó el área experimental esta denominado como zona de vida bosque seco tropical (bs-T), con una precipitación promedio de 1147,8 mm y la temperatura varía entre los 28 y 34 °C, con temperatura media anual de 26,2 °C. La humedad relativa de 78,5%. **HOLDRIDGE, (1987).**

Cuadro Nº 05: Condiciones climáticas durante La ejecución del trabajo experimental (Sep. 2006 – Ene. 2007)

MESES / AÑO	PP (mm)	Temp Max. ° C	Temp Media. ° C	Temp Min. ° C	Humedad Relativa (%)
Septiembre 2006	32,7	33,42	27.1	20,85	55,68
Octubre 2006	69,75	32,80	27.6	22,35	61,66
Noviembre 2006	72,00	32,08	27.2	22,30	64,86
Diciembre 2006	47,12	31,69	27.2	22,74	64,19
Enero 2007	129,58	31,91	27.2	22,52	63,12

FUENTE: Instituto de Cultivos Tropicales (2007)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2 MÉTODOLOGÍA

4.2.1 DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

4.2.1.1 Diseño experimental

En el trabajo de investigación se aplicó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento.

4.2.1.2 Prueba estadística.

- **Regresión Lineal Simple.**

La regresión lineal simple estudia la relación o concomitancia entre dos variables X e Y.

Se puede agregar que la regresión permite estudiar la dependencia de una característica respecto de otra, para establecer como varia el promedio de la primera característica al variar la segunda en una unidad de su medida, si una característica Y depende cuando menos en parte de otra característica X. **Rojas, (1 991).**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.1.3 Tratamientos estudiados.

Cuadro Nº 06: Descripción de los tratamientos estudiados.

TRATAMIENTOS	DESCRIPCION
T1	2 TM/Ha (Humus)
T2	4 TM/Ha (Humus)
T3	6 TM/Ha (Humus)
T4	Químico. NPK 160 – 90 – 90
T5	Testigo absoluto

4.2.1.4 Randomización de los tratamientos en el campo experimental

Cuadro Nº 07 : Descripción de randomización de los tratamientos.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
I	1	2	3	4	5
II	2	3	4	5	1
III	3	4	5	1	2
IV	4	5	1	2	3

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.1.5 Campo experimental

a) Área

Largo	:	25 m
Ancho	:	20.5 m
Área total	:	512.50 m²
Nº de tratamientos	:	20

b) Bloques o repeticiones

Nº de repeticiones	:	4
Ancho	:	4,00 m.
Ancho de Calles/Ttos	:	1,00 m.
Ancho de Calles/Bloques	:	1,50 m.

c) Unidades experimentales o tratamientos

Nº Tratamientos /bloque	:	5
Largo	:	4,20 m.
Ancho	:	4,00 m.
Área	:	16,80 m^2

4.2.1.6 Procesamiento de datos.

En el procesamiento de datos se realizó el análisis de varianza y la prueba de duncan en un intervalo de confianza de 5% para las variables: altura de plantas, altura de mazorcas y rendimiento.

Las variables de fijación de CO_2 , C secuestrado y biomasa, se realizó un análisis de regresión lineal simple entre los pesos obtenidos y el tiempo de evaluación el cual se hizo cada 7 días después de la siembra hasta la cosecha.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.2 EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

4.2.2.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo el 28-08-06 utilizando maquinaria pesada (tractor) realizando varias pases de arado y rastra incorporando las malezas y rastrojos existentes en el suelo de esta manera el terreno quedo 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.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.2.3 Trazado del campo experimental

Esta labor se llevo a cabo el 31-08-06, lo cual consistió en demarcar el campo a utilizar en la presente investigación para realizar el trazado y demarcación del campo experimental se utilizaron estacas de madera, cordeles, rafia y wincha, para luego distribuir las parcelas con sus bloques y unidades experimentales de acuerdo al diseño empleado.

4.2.2.4 Rastrillado y mullido del suelo

Esta labor se realizó el 01-09-06 utilizando rastrillos, para homogenizar el suelo y realizar la incorporación del humus con mayor facilidad.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.2.5 Incorporación del humus al suelo

La incorporación del humus se realizó el 08-09-06 lo cual consistió en esparcir las dosis establecidas del humus en cada unidades experimentales (2, 4 y 6 TM/Ha) por bloques toda esta labor se hizo manualmente al voleo, luego se realizó la mezcla con la ayuda de rastrillos.

4.2.2.6 Siembra

Esta actividad se realizó el 09-09-06, en forma manual. Se efectuó de acuerdo al distanciamiento establecido en el presente trabajo de (0.70 m x 0.50 m) fueron 3 semillas por golpe, a una profundidad de 3 a 5 cm, por golpe.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Facultad de Agronomía
Biblioteca Especializada
UNSM

4.2.2.7 Emergencia

La emergencia se observó a partir del 14-09-06, a los 5 días después de la siembra.

4.2.2.8 Desahije

Esta actividad se realizó el 29-09-06, a los 20 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 – 20 cm., dejando las 2 mejores plantas por golpe.

4.2.2.9 Control de malezas

Esta labor se efectuó en forma manual, se usó machete y se hizo en dos etapas, el primer deshierbo se hizo a los 30 días después de la siembra y el segundo se hizo a los 60 d.d.s, las malezas que predominaron en ambas etapas fueron el "Coquito" (***Cyperus rotundus***).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

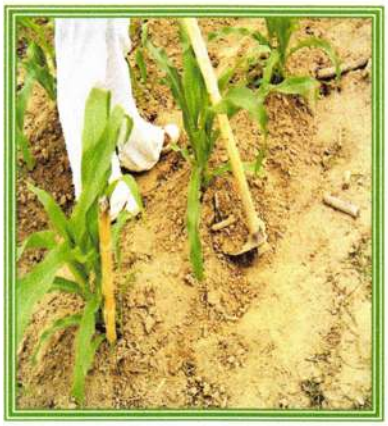
4.2.2.10 Fertilización

La fertilización se realizó en dos etapas durante el cultivo a una dosis de N-P-K (160-90-90) esta dosis fue recomendada para el cultivo, la primera fertilización se realizó el 24-09-06 a los 15 días después de la siembra aquí se aplicó el 50% del Nitrógeno y el 100% de fósforo y potasio, y la segunda aplicación se hizo el 21-10-06 a los 30 días después de la siembra, se aplicó el resto del 50% del Nitrógeno.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.2.11 Aporque

Esta actividad se realizó el 04-10-06, a los 25 días después de la siembra, el mismo día que se llevo a cabo el primer control de malezas.



4.2.2.12 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, lo cual se hizo a los 119 días después de la siembra esta actividad se efectúo el 06-01-07, donde se llevo a cabo la cosecha solo de las 10 plantas de cada unidad experimental del área neta a evaluar.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

4.2.3 EVALUACIONES REALIZADAS

4.2.3.1 Evaluación en campo

a) Altura de planta en cm.

Se seleccionaron 10 plantas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento y se procedió a medir la altura de cada una de las plantas asignadas la evaluación se hizo desde la base del tallo (nivel del suelo) hasta el nudo donde comienza la hoja bandera, se hizo semanalmente utilizando una regla métrica.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

b) Altura de mazorca a la cosecha en cm.

Esta evaluación consistió en la medición en centímetros desde la base de la planta (nivel del suelo) hasta el nudo más alto que contenga mazorca se midió 2-3 semanas después de la floración hasta antes de la cosecha.

c) Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Se contabilizó el peso total cosechado por tratamiento y se convirtió en peso total por Hectárea, utilizando la siguiente formula:

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

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 la cosecha, en m^2.

F.C: Ajusta la humedad de campo a comercial cuya formula es:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

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

Donde:

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

H.CM. = Humedad comercial.

4.2.3.2 Evaluación en Laboratorio

a) Producción de la biomasa vegetal

Para obtención de los datos de carbono en la biomasa vegetal se realizó los siguientes pasos:

1. La evaluación se llevo a cabo semanalmente, tomándose una muestra de la parte aérea de dos plantas/tratamiento al azar
2. Se pesó la muestra húmeda y se anotaron los datos en la libreta de campo.
3. Inmediatamente se introdujo la muestra húmeda a la estufa a una temperatura de 72º C hasta obtener un peso constante.
4. Se peso la muestra seca.
5. Se calculó la muestra seca llevada a ha.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

b) Carbono en la biomasa vegetal

Una vez obtenidos los datos de materia seca y mediante el modelo matemático para el cálculo de carbono en la biomasa, se obtuvó como resultado el contenido de carbono al multiplicar por el factor 0,45.

Modelo matemático para el carbono **ALEGRE (2002).**

Cálculo del contenido de carbono en la biomasa vegetal

$$CC = B \times 0{,}45$$

Donde;

CC = Contenido de Carbono

B = Biomasa Vegetal (materia seca a 72 ºC)

0.45 = Constante (Proporción de carbono asumido x convección)

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

c) CO_2 en la Biomasa

Se calculó a partir de los datos obtenidos del Carbono en la biomasa vegetal, el cual se dividió entre el factor 12. El resultado de este cálculo nos dio el valor de CO_2 en la biomasa.

d). Análisis económico

Para determinar el análisis económico se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos por hectárea, expresados en nuevos soles.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

V. RESULTADOS

Los datos tomados de campo fueron procesados mediante el programa estadístico de SPSS10, donde se tiene para cada parámetro evaluado Anva y el gráfico.

5.1 Evaluación de campo

5.1.1 Altura de planta a la cosecha en Cm.

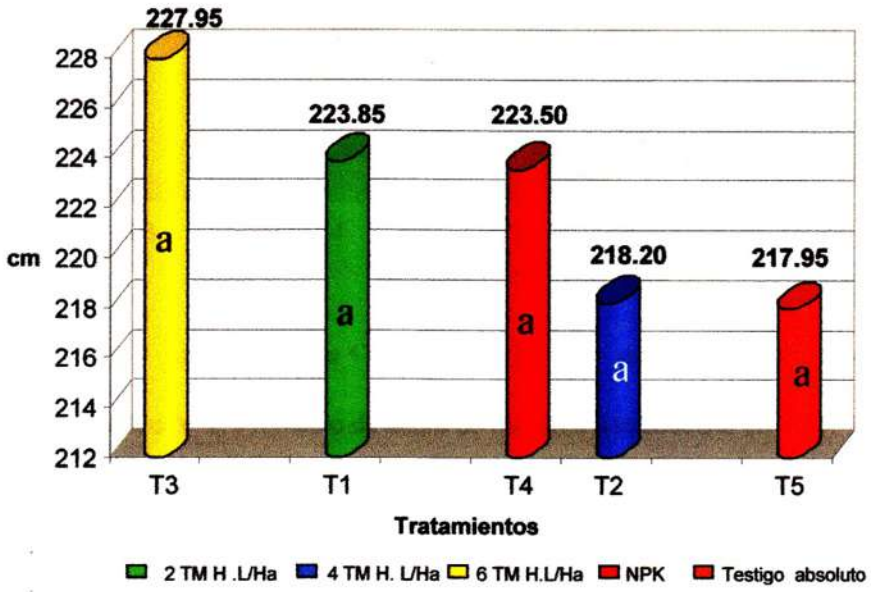


Gráfico Nº 1: Promedio de altura de planta en cm / ttos

Cuadro Nº 08: Análisis de varianza para el promedio de altura de planta en (cm)

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Signif
Bloques	3	989902,25	329967,42	1178,83	* *
Tratamientos	4	284,85	71,21	0.,25	N.S
Error	12	3358,91	279,91		
Total	19	993546,03			

X= 177.624 R^2 = 99.7 % CV = 9.4 %

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

5.1.2 Altura de mazorca a la cosecha en Cm.

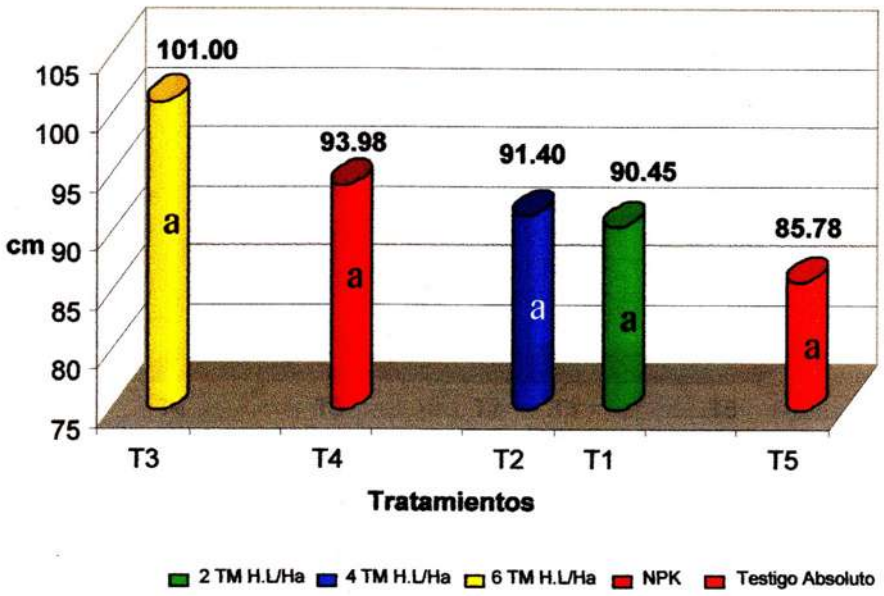


Gráfico Nº 2: Promedio de altura de mazorca a la cosecha en cm / Ttos.

Cuadro Nº 09 : Análisis de varianza para el promedio de altura de mazorca a la cosecha en centímetros.

F.V.	gl	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	3	173118,50	57706,17	738.78	**
Tratamientos	4	500,24	125,06	1,60	N.S
Error	12	937,37	78,11		
Total	19	174556,12			

X= 92.52 R^2 = 99.4 % CV = 9.6%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

5.1.3 Rendimiento de grano en kilogramos por Hectárea.

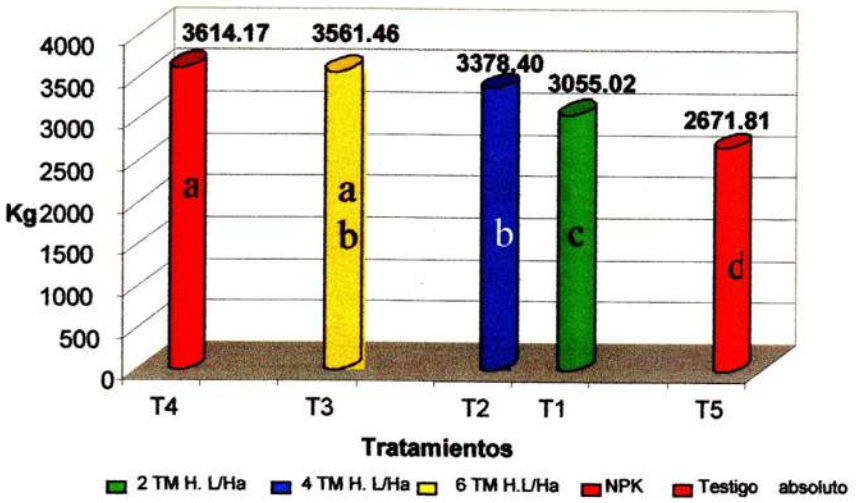


Gráfico N: 3 Promedio de rendimiento en Kg/Ha por tratamientos.

Cuadro Nº 10 : Anva para el promedio de rendimiento por tratamientos en kg/ha.

F.V.	gl	SC	CM	FC	Sig.
Bloques	4	212322073.46	70774024,49	3616.31	* *
Tratamientos	4	2472981,94	618245,48	31,59	* *
Error	12	234849,42	19570,79		
Total	20	215029904,81			

X= 3194.09 R^2 = 99.8 % CV = 4.39%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

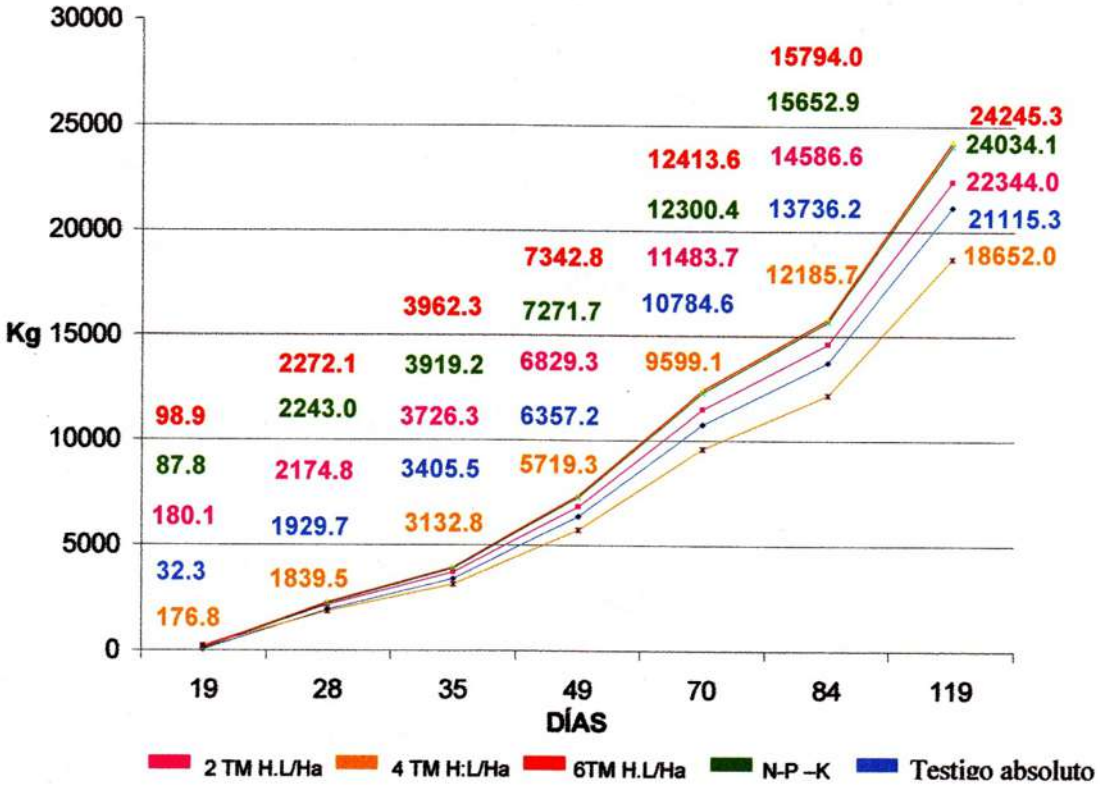


Gráfico Nº 4: Biomasa en Kg /Ha

Cuadro Nº 11: Regresiones de Biomasa en Kg/ha

Ecuación de la regresión

Y = a + b(X)

Tratamientos	R^2	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	84.7	-3973.501	210.830	**
2	82.0	-4031.060	221.639	**
3	85.6	-4488.929	241.464	**
4	85.5	-4461.982	239.463	**
5	85.0	-3333.513	184.752	**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

5.2.2 Carbono en Kg/ha.

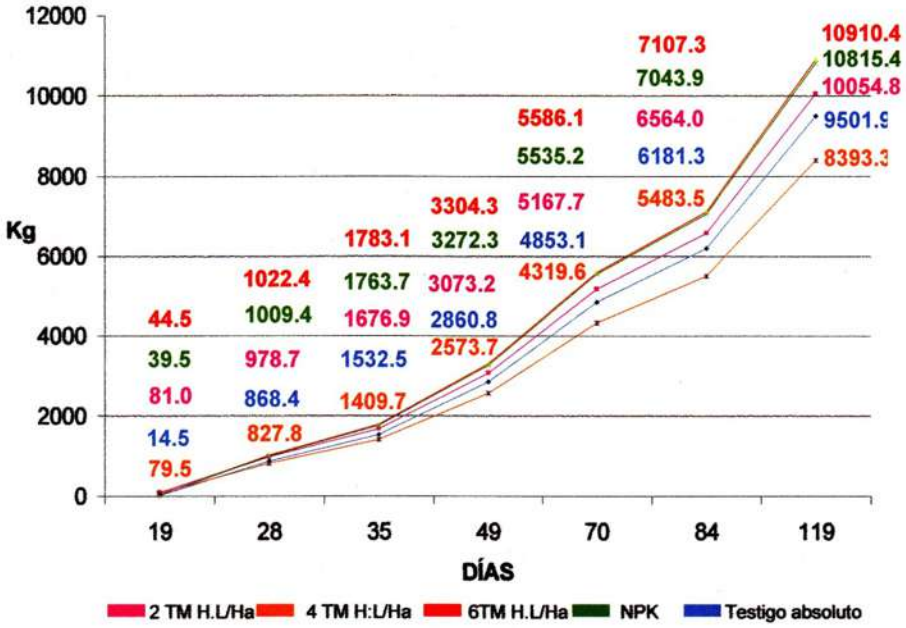


Gráfico Nº 5: Carbono en Kg/Ha

Cuadro Nº 12: Regresiones de Carbono

Ecuación de la regresión

Y = a + b(X)

Tratamientos	R^2	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	84.7	-1788.076	94.874	**
2	82.0	-1813.976	99.738	**
3	85.6	-2020.015	108.659	**
4	85.5	-2007.894	107.759	**
5	85.0	-1500.083	83.138	**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

5.2.3 CO_2 EN Kg/Ha

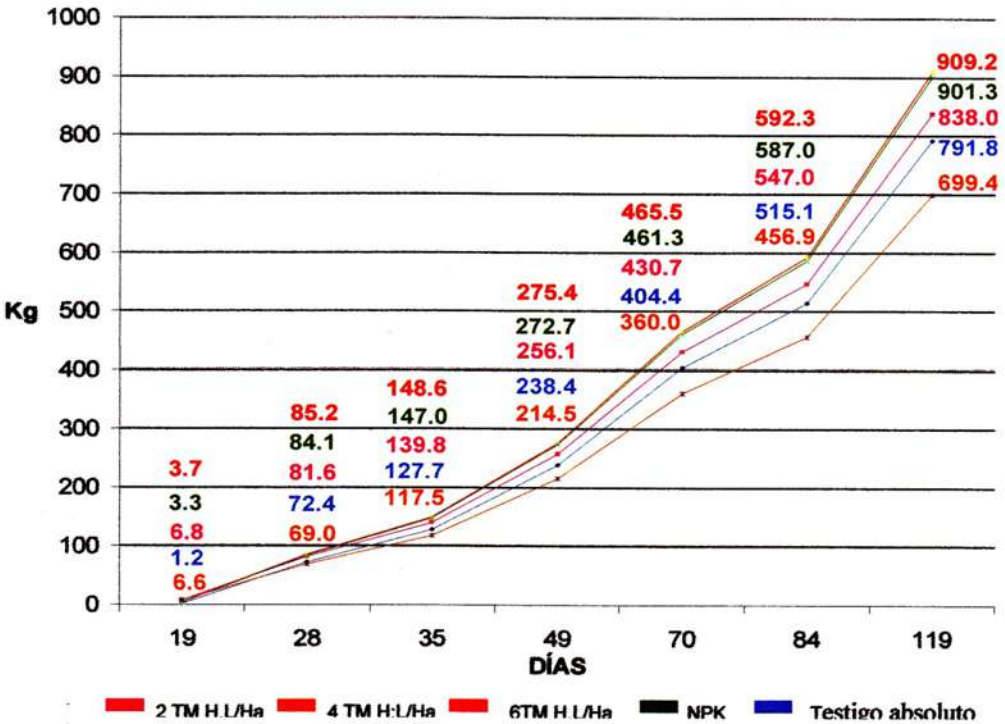


Gráfico Nº 6: CO_2 en Kg /Ha

Cuadro Nº 13: regresiones de CO_2

Ecuación de la regresión

Y = a + b(X)

Tratamientos	R^2	Constante (a)	Regresión (b)	Signif.
1	84.7	-149.007	7.906	* *
2	82.0	-151.166	8.312	* *
3	85.6	-168.333	9.055	* *
4	85.5	-167.323	8.980	* *
5	85.0	-125.007	6.928	* *

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

5.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro Nº 14 : Análisis Económico.

Trat.	Rendimiento Maíz Marginal 28-T (Kg.)	Costo de Producción (S/.)	Precio de venta (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	Relación B / C	Relación C / B	Rent %
T1	3055.0	1971	0.70	2138.5	167.5	1.08	0,92	8,4
T2	3378.4	2640.6	0.70	2364.9	-275.7	0.90	1,11	-10,4
T3	3561.5	3310.2	0.70	2493.0	-817.2	0.75	1,32	-24,7
T4	3614.2	1852.8	0.70	2529.9	677.1	1.37	0,73	36,6
T5	2671.8	1301.4	0.70	1870.3	568.9	1.44	0,96	43,7

$$\text{Relación costo beneficio } C/B = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Beneficio bruto de producción}} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad económica \%} = \frac{\text{Beneficio o ingreso neto}}{\text{Costo total de producción}} \times 100$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

VI. DISCUSIONES

6.1 ALTURA DE PLANTA (cm).

En el **Gráfico Nº 1**, se observa la altura promedio de plantas de los tratamientos estadísticamente son las mismas, el T3 (6 TM H.L/Ha) con 227,93 cm; seguido por los tratamientos T1(2 TM H.L/Ha) con 223,85 cm ; T4 (160-90-90) con 223,50 cm; T2 (4 TM H.L/Ha) con 218,20 y T5 (Testigo absoluto) con 217,95 cm respectivamente. Los tratamientos con alta dosis de humus de lombriz alcanzaron mayor altura de planta, debido a las concentraciones de nutrientes que el humus presenta y obtuvieron mayor retención de humedad.

El Análisis de varianza para la altura de planta **(Cuadro Nº 08)** muestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos, la altura de planta es importante por que sirve de referencia para la aparición de la inflorescencia y la determinación a la altura de la mazorca.

La densidad de plantas utilizadas para los tratamientos estudiados fueron los mismos, lo cual redujo las posibilidades de que puedan competir por la radiación solar incidente.

Lo expuesto anteriormente se corrobora con la información citada por **PRETELL (2002),** quien reportó alturas de 227.3 cm, con la aplicación de 9 Toneladas de Humus de lombriz por hectárea.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

6.2. ALTURA DE MAZORCA A LA COSECHA

En el **Gráfico Nº 2** se observa el promedio de altura de mazorca para cada uno de los tratamientos.

El tratamiento T3 (6 TM H.L / Ha) obtuvo mayor altura de mazorca con 101,00 cm.,seguido por el tratamiento T4 (160-90-90) con 93,98 cm., el T5 obtuvo promedio de 85,78 cm., pero sin diferencia estadística entre los demás tratamientos. Las alturas que arrojó el presente trabajo de investigación están por debajo de lo que reporta **CELIS (2003),** que con 15 TM de humus obtuvo mayor altura de mazorca a la cosecha con 61.77 cm.

En el **Cuadro Nº 09**, se muestra el análisis de Varianza para la altura de mazorca en la cual se aprecia que no existe significancia estadística entre los tratamientos estudiados; lo cual no concuerda con la altura de mazorca con fertilización química que reporta **BARTRA (2 003),** que obtuvo una altura de 140,3 cm.

6.3 RENDIMIENTO EN KILOGRAMO POR HECTÁREA

En el **Gráfico Nº 3** se observa los promedios entre los tratamientos estudiados, los cuales arrojaron los siguientes resultados el tratamiento químico obtuvo mayor rendimiento, T4 (160-90-90) con 3614.17 Kg./Ha, seguido por el T3 (6TM/Ha Humus de Lombriz) con 3561.46 Kg./Ha, Esto quiere decir que la aplicación de humus de lombriz aumenta el rendimiento de granos.

El análisis de varianza en el **Cuadro Nº 10** para el rendimiento en grano resultó ser altamente significativo, nos indica que las diferentes proporciones de humus y el fertilizante químico tuvieron diferente comportamiento en el cultivo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

Mientras tanto con la aplicación de humus de lombriz aplicado en el trabajo de investigación de **PRETELL (2 002),** indica que obtuvo un rendimiento de 6 438.33 Kg/Ha con un abonamiento de 9 TM/Ha de humus de lombriz, lo cual no se concuerda con el presente trabajo.

GONZÁLES (2 002), Con la fertilización con NPK en maiz amarillo duro en condiciones de secano alcanzó el máximo rendimiento con 5 333 Kg/Ha.

6.4 BIOMASA, CARBONO Y CO_2

En el **Gráfico Nº 4**, se observa el tratamiento que alcanzó mayor producción de biomasa es el T3 (6TM/Ha Humus de Lombriz) con 24 245.3 Kg./Ha, seguido por el T4 con 24 034,1 Kg/Ha, y el T5 (Testigo absoluto) con 18 652 Kg/Ha obtuvo menor producción de biomasa.

En el **Gráfico Nº 5,** con respecto al carbono se observa que todos los tratamientos empezaron a capturar carbono el día 19. Siendo a la cosecha el que mayor cantidad de carbono capturó el T3 (6TM/Ha Humus de Lombriz) con 10 910.4 Kg./ Ha, seguido por el T4 (160-90-90) con 10 815.4 Kg./Ha, y el T5 (Testigo absoluto) tuvo menor captura de carbono con 8 393,3 Kg./Ha.

En el **Grafico Nº 6** con respecto al CO_2 se tiene que empezó a fijar CO_2 a los 19 días. Siendo a la cosecha el T3 que obtuvo mayor cantidad de CO_2 fijado con 902.2 Kg/Ha, seguido por el T4 con 901.3 Kg./Ha, y el T5 (Testigo absoluto)fue el que menor carbono fijó con 699,4 Kg./Ha, con resultados muy por debajo que el trabajo realizado por **Bartra (2 003)** en fertilización nitrogenada y la captura de CO_2 en la biomasa aérea realizada en Maíz marginal 28-T en el cual obtuvo con 80 Kg, de nitrógeno un promedio de 18 TM /Ha. de carbono capturado.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

6.5 DEL ANALISIS ECONÓMICO

En el **Cuadro Nº 14**, se observa el Análisis Económico de los tratamientos, apreciándose la variación del costo de producción de S/. 1301.4 a S/. 3310.2 teniendo en cuenta el precio actual del maíz S/. 700,00 la TM/Ha se tiene que los tratamientos T3 y T2 tuvieron mayor dosis de humus de lombriz por lo tanto obtuvieron perdidas que van de S/. -817, 2 y S/.-275,7 los únicos tratamientos que presentaron ganancias fueron el T4 (160-90-90), T_5 (testigo absoluto) y T1 (2 TM/Ha H.L), con los siguientes valores S/. 677.1, S/. 568.9 y S/.167.5 en relación a Costo / Beneficio el T3 (6TM/Ha Humus de Lombriz) obtuvo 1,32, seguido por el T2 (2 TM/Ha) con 1,11 y el T4 (160-90-90), obtuvo el menor C/B con 0,73 lo cual en la primera campaña no es rentable la aplicación del humus ,se puede decir que no es una ganancia significativa para el agricultor dado a que el costo de producción es elevada.

Al realizar aplicaciones con humus de lombriz y su posterior incorporación el costo de producción aumenta por hectárea y el margen de ganancia disminuye, teniendo en cuenta que el humus tiene poder de residualidad de cinco años en el suelo ya no es necesario su aplicación cada campaña. Como menciona, **SAVAC, (1 987),** el humus posee una gran cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno y retiene humedad en el Suelo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

VII. CONCLUSIONES

Facultad de Agronomía Biblioteca Especializada UNSM

7.1 El tratamiento que alcanzó mayor altura de planta a la cosecha fue el T3 (6 TM/Ha de humus de Lombriz) con 227.93 cm y el tratamiento que obtuvo menor promedio fue el T5 (Testigo absoluto) con 217.95 cm. Lo cual nos expresa que no existe significancia entre los tratamientos.

7.2 El tratamiento T3 (6.0 TM/Ha de humus de Lombriz) obtuvo mayor altura de mazorcas con 101,0 cm, siendo el humus de lombriz un activador de crecimiento de la planta, por sus propiedades físico- químicos que aporta al suelo. Mientras que el T5 (Testigo absoluto) con 85,78 cm. no existiendo diferencia significativa entre tratamientos.

7.3 El tratamiento que alcanzó mayor rendimiento fue el T4 (160-90-90) con 3 614.17 Kg. /Ha. Presentando un mejor desarrollo de la planta y habilidad productiva, aprovechando en mejores condiciones la disponibilidad de los nutrientes aportados al suelo. La fertilización química es más rápido aprovechada por la planta gracias a su solubilidad. Con respecto a la aplicación de humus de lombriz el T3 (6.0 TM/Ha de humus de Lombriz) tuvo el mayor rendimiento de granos con 3 561.46 Kg./Ha. Mientras que el T5 (Testigo absoluto) obtuvo un rendimiento de 2 671.81 Kg/Ha., existiendo diferencia altamente significativa para los tratamientos estudiados.

7.4 En la producción de biomasa, captura de carbono y CO_2 obtuvieron los mejores resultados los tratamientos T3 (6.0 TM/Ha de humus de Lombriz) con 24 245.3 Kg./Ha de biomasa, 10 910.4 Kg./Ha de carbono y 909.2 Kg. de CO_2 resultando el humus como una buena alternativa en el cultivo de maíz, para la producción de biomasa y un buen fijador de CO_2

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

7.5 En el análisis económico de los tratamientos, el costo de producción tiene una variación entre S/. 1 301.4 a S/. 3 310.2. y S/.-275,7, el T3 obtuvo una relación C/B de 1.32 y B/C 0,75, se tiene que el humus de lombriz en la primera campaña es antieconómico por el costo elevado, pero es aplicado una sola vez por 5 años por la residualidad que tiene en el suelo y los tratamientos que reportaron ganancias fueron el T4 (160-90-90) con S/. 677,1; T5 (Testigo absoluto) con S/. 568,9 y T1 (2 TM/Ha H.L), con S/. 167,5 respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

VIII. RECOMENDACIONES

Facultad de Agronomía Biblioteca Especializada UNSM

8.1 Se recomienda repetir el trabajo de investigación con mayor dosis de aplicación de humus de lombriz para observar los beneficios posteriores que tiene el humus de lombriz y tener mejores resultados.

8.2 Realizar la siembra de maíz con riego y aplicaciones de humus de lombriz, para asegurar una buena función del humus sobre el suelo y el maíz eleva su producción.

8.3 Realizar trabajos de investigación en diferentes campañas de siembra (grande y chica), con la finalidad de evaluar los cambios climáticos y su repercusión en la captura de carbono.

8.4 Sabiéndose que el maíz es una planta que tiene gran capacidad de fijación de carbono es recomendable realizar estudios sobre técnicas adecuadas de producción de maíz con la finalidad de garantizar el mejor aprovechamiento del CO_2 absorbido del aire, ya que algunas prácticas no son adecuadas para tener un buen resultado en la captura de carbono.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. **ALEGRE, ARÉVALO Y PALM. 2 000.** Consorcio para el desarrollo sostenible de Ucayali, centro Internacional para la investigación en agroforestal (CIIA). 22 Pg.

2. **BARTRA, C. 2 003.** "Efecto de la fertilización Nitrogenada en el secuestro de carbono de la biomasa aerea de cultivo de maiz M- 28 T en la E.E "El Porvenir-INIA" UNSM –Tarapoto - Perú. 67 Pg.

3. **BOLLO, T. 2 005.** "Humus de lombriz y su aplicación" Viña del Mar- CHILE. 13 Pg.

4. **CELIS, M. 2 003.** "Efecto de diferentes niveles de cal y de humus de lombriz en el rendimiento de maíz en un suelo acido del sector San Juan – Banda de Shilcayo provincia de San Martín" UNSM. Tarapoto- Perú. 77 Pg.

5. **CHIESA , S. 2 000.** "cereales y oleaginosas 31-57 Pg.

6. **ECHEVARRIA, M. 1 997.** "Manejo de la fertilización en el cultivo del maíz" tema presentado al curso tecnológico para la producción de maíz. 32 Pg.

7. **ECHARRI 2 002.** "Ciencias de la tierra y del medio ambiente" 51 Pg.

8. **ESPINOZA, Y. 2 000.** " Dynamics and mechanism of stabilization of C and N in soil. Ph.D. Diss. Kansas State Univ., Manhattan. EE.UU. 43 Pg.

9. **FERRUZZI, C. 1 994.** "Manual de lombricultura" Edit. MUNDI PRENSA, Madrid España. 28 Pg.

10. **FLORES Y ROJAS. 1 994.** "Respuesta del Tomate a la aplicación de gallinaza en clima y suelo de Tarapoto" UNSM, Tarapoto – Perú 70 Pg.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

11. **GONZALES, L. 2 002.** "Fertilización nitrogenada con diferentes densidades de *siembra en el cultivo de maíz en el Distrito de Juan Guerra Departamento de San* Martín" UNSM, Tarapoto Perú 65 Pg.

12 **HOLDRIDGE, R. L. 1 987.** "Ecología Basadas en zonas de Vida" Servicio Editorial. IICA San José - Costa Rica. 37 Pg.

13. **INIA 2 003. "El maíz duro en la Región San Martín"** Manual Nº 2 Tarapoto Perú. 8-22 Pgs.

14. **INGUNZA, J. 2 000.** "Fotosíntesis" Universidad de Concepción Chile, 22-29 Pgs.

15. **INSTITUO DE CULTIVOS TROPICALES. 2 007.** Condiciones climáticas, San Martín- Perú.

16. **LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN FCA. 2 006.** Análisis físico químico del suelo, Tarapoto - Perú.

17. **LEÓN J. 1 987.** "Botánica de los cultivos tropicales" Editorial IICA. Costa Rica. 12 Pg.

18. **LÓPEZ S. MESÍAS.F, 1 995.** Respuesta del pepino (*Cucumis sativus*) a la aplicación de tres niveles de humus de lombriz en el IST. NOS Tarapoto- Perú. 52 Pg.

19. **MANRIQUE 1 987.** "El maíz en el Perú" Editorial Banco Agrario, Lima Perú 276 Pg.

20. **MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1 998.** "Tecnología para la producción de maíz amarillo duro y transferencia tecnológica" .12 Pg. Tarapoto Perú.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

21. **MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL Y MEDIO AMBIENTE 1999.** "Informe final de emisiones de gases de efecto invernadero de la República Argentina " República de Argentina. 13 Pg.

22. **OIA- MINAG, 2000.** "Información es poder boletín" OIA - Lima - Perú 72 Pg

23. **PINTO, M. 2 002.** "Fisiología de la producción vegetal" santiago de chile 66-70 Pg.

24. **PINEDA, M. R, 1 997.** "agricultura orgánica" Costa Rica 25 Pg.

25. **PIÑUELA, J, 2 004.** "El Humus de Lombriz" quito ecuador. 22 Pg.

26. **PRETELL, P.C, 2 002.** "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. UNSM Tarapoto Perú. 45 Pg.

27. **RICE, C.W. Y K. MCVAY, 2 002.** "Carbon Sequestration, Kansas State University. 40 Pg.

28. **ROMERO Y ZALAMEA , 2001.** "Producción de biomasa Barcelona - España 364- 366 Pg.

29. **ROJAS, T.M, 1 991.** "Métodos estadisticos para la investigación" UNSM Tarapoto Perú.142 Pg.

30. **SÁNCHEZ, K.. RUIZ, C., Y ESCOBAR, 2 001.** "Almacenamiento de carbono por Gliricidia sepium en sistemas agroforestales de Yaracuy, Venezuela" 68 Pg.

31. **SAVAC 1 987.** "Lombricultura de amplio horizonte". Centro de desarrollo de lombricultura , Santiago de Chile-Chile. 73 Pg.

32. **SUQUILANDA, M. 1 996..** "Agricultura orgánica" UPS ediciones, Quito. 65 Pg.

Páginas Web:

www.raaa.org/ao.html#humus

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

RESUMEN

El trabajo de investigación se ejecutó en los campos experimentales de la Universidad Nacional De san Martín sector Ahuashiyacu Banda de Shilcayo Provincia de San martín, localizada a una latitud sur de 6º 27' , altitud de 360 m.s.n.m y a una longitud oeste 76º 23', presenta una zona de vida Bosque Seco Tropical (bs-T), presenta : textura : franco arenoso , pH: 4.85, matera orgánica 3.57 %. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Los tratamientos estudiados fueron 2, 4, 6 TM H. L/Ha y NPK de 160-90-90 y un testigo absoluto.

Los tratamientos que obtuvieron mayor altura de plantas y altura de mazorcas a la cosecha son el T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) y el con 227.93 cm y 101,00 cm. y los menores resultados fueron el T5 (Testigo absoluto) con 217,95 y 85,78 cm. En el rendimiento de granos el que obtuvo mayor rendimiento fue el T4 (160-90-90) con 3 614. 46 Kg/Ha y el tratamiento que tuvo menor rendimiento fue el T5 (Testigo Absoluto) con 2 671.81 Kg/Ha.

Al efectuar el análisis económico respectivo se tiene que los tratamientos que tienen dosis altas de humus de lombriz reportan perdidas, estos tratamientos son T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) y el T2 (4 TM/Ha de Humus de Lombriz) con una perdida de S/ -817.2 y S/. -275.7 mientras tanto el tratamiento T4 (160-90-90) resultó tener mas ganancia que todos los tratamientos con un beneficio neto de S/. 677,1.

Con respecto a la producción de biomasa, fijación de carbono y CO_2 los tratamientos que tuvieron mejorares resultados fueron el T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) con 24 245.3 Kg/Ha de biomasa, 10 815. 4 Kg/Ha de carbono y 909.2 Kg/Ha de CO_2 y el T4 (160-90-90) con 24 034.1 Kg/Ha de biomasa, 10 815.4 Kg/Ha de carbono y 901.3 Kg/Ha de CO_2.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

SUMMARY

The work of investigation I execute in the experimental fields of the National University Of san Martin Ahuashiyacu sector Band of Shilcayo Province of San Martin. located to a South latitude of 6º 27', 360 altitude of m.s.n.m and to a west longitude 76º 23 ', presents/displays a zone of life Tropical Dry Forest (bs-T), presents/displays of the ground: texture: sandy franc, pH: 4.85, organic matera 3,57%. I am completely used a design of blocks at random (DBCA) with 5 treatments and 4 repetitions.

The studied treatments were 2, 4, 6 METRIC TON H.L/Ha and NPK of a 160-90-90 and absolute witness.

the graphs having in the height of plants and the height of mazorcas to the harvest obtained greater results the T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) with 227,93 cm and 101.00 cm and the smaller results were the T5 with 217.95 and 85.78 cm In the grain yield the one that obtained greater yield was the T4 (160-90-90) with 3 614. 46 Kg/Ha and the treatment that had minor yield was the T5 (Absolute Witness) with 2 671,81 Kg/Ha.

When carrying out economic analysis has them treatments that have high doses of humus of lombriz report to us lost, these treatments are T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) and the T2 (4 TM/Ha de Humus de Lombriz) with a T4 treatment (160-90-90) I turn out to have but gain that all the treatments with a net benefit of S/.677.1 With respect to the biomass production, fixation of carbon and CO_2 the treatments that they had you will improve results were the T3 (6 TM/Ha de Humus de Lombriz) with 24 245,3 Kg/Ha of biomass, 10 815. 4 Kg/Ha of carbon and 909,2 Kg/Ha of CO_2 and the T4 (160-90-90) with 24 034,1 Kg/Ha of biomass, 10 815,4 Kg/Ha of carbon and 901,3 Kg/Ha of CO_2.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

ANEXO

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Cuadro Nº 15 : COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTOS DE MAÍZ MARGINAL 28 - T

ESPECIFICACIONES	UNIDAD	CANT.	T1		T2		T3		T4		T5	
			Humus:		Humus:		Humus:		NPK 160-90-90		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 K	Kg	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	91.2	0.0	0.0

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

TESIS UNSM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

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
· 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**		**1590.2**		**1205.0**
B. COSTOS INDIRECTOS												
1. Gastos Administrativos (8 % C. D)				146.0		195.6		245.2		127.2		96.4
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				**1971.0**		**2640.6**		**3310.2**		**1717.4**		**1301.4**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
TARAPOTO - PERÚ

Cuadro Nº 16: Prueba de Duncan para promedio de altura de plantas en cm.

Nº	TRATS.	Descripción	Promedio	Duncan (0,05)
1	T3	6 Tn / Ha (Humus)	227.95	a
2	T1	2 Tn / Ha (Humus)	223.85	a
3	T4	NPK (160-90-90)	223.50	a
4	T2	4 Tn / Ha (Humus)	218.20	a
5	T5	TESTIGO ABSOLUTO	217.95	a

Cuadro Nº 17: Prueba de Duncan para el promedio de altura de mazorca a la cosecha en cm / ttos.

Nº	TRATS.	Descripción	Promedio	Duncan (0,05)
1	T3	6 Tn / Ha (Humus)	101.00	a
2	T4	NPK (160-90-90)	93.98	a
3	T2	4 Tn / Ha (Humus)	91.40	a
4	T1	2 Tn / Ha (Humus)	90.45	a
5	T5	TESTIGO ABSOLUTO	85.78	a

Cuadro Nº 18: Prueba de Duncan para el promedio de rendimiento en kg/ha por tratamientos.

Nº	TRATS.	Descripción	Promedio	Duncan (0,05)
1	T4	NPK(160-90-90)	3614.17	a
2	T3	6 Tn / Ha (Humus)	3561.46	a b
3	T2	4 Tn / Ha (Humus)	3378.40	b
4	T1	2 Tn / Ha (Humus)	3055.02	c
5	T5	TESTIGO ABSOLUTO	2671.81	d

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos derechos reservados