

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



TÉSIS

**“DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y SU RESPUESTA
EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y EL RENDIMIENTO
EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*) VARIEDAD
CAROLINO BAJO CONDICIONES DE SECAÑO EN EL
FUNDO MIRAFLORES DE LA UNSM-T EN EL DISTRITO
DE LA BANDA DE SHILCAYO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

KIKO PINCHI MORI

TARAPOTO - PERÚ

2007

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS y CULTIVOS



TÉSIS

**DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y SU RESPUESTA EN LA PRODUCCION
DE BIOMASA Y EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE ARROZ
(*Oryza sativa*) VARIEDAD CAROLINO BAJO CONDICIONES DE
SECANO EN EL FUNDO MIRAFLORES DE LA UNSM-T EN EL
DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

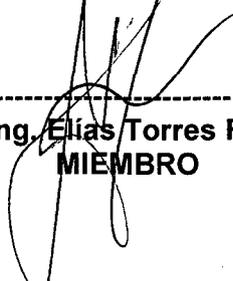
INGENIERO AGRÓNOMO



Ing. Cesar Chappa Santa Maria
PRÉSIDENTE



Ing. Luis Alberto Leveau Guerra
SECRETARIO



Ing. Elias Torres Flores
MIEMBRO



Ing. M. Sc. Orlando Rios Ramirez
ASESOR



Bachiller Kiko Pinchi Mori
TESISTA

TARAPOTO -2008

DEDICATORIA

A mis queridos padres FELIX Y BRUDITH

Que gracias a su sacrificio y su ardua
dedicación y esmero han inculcado en mí
un gran sentimiento a esta carrera

A mis hermanos GABRIEL y MONICA quienes
fueron mi apoyo incondicional en la lucha
diaria por lograr mis metas y seguir adelante
en lo que se refiere a lograr mis objetivos

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Ing. César Chappa y Al Ing. Orlando Ríos; que gracias a sus conocimientos se llegó a ejecutar el trabajo de investigación.

También a todos los tesistas que trabajamos juntos en el Fundo: Alamiro, Edgar, Raúl, Nisida, July, Cinthya, Dayani, Anamelba, Franklin, Jhon, Jorge, César y Osvaldo, gracias amigos por sus apoyos.

A los trabajadores del Fundo Miraflores, por su apoyo desinteresado que ofrecieron para realizar con mayor eficacia la tesis.

ÍNDICE

	Pág.
I.- INTRODUCCIÓN	6
II.- OBJETIVOS	7
III.- REVISIÓN DE LITERATURA	8
IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	37
V.- RESULTADOS	51
VI.- DISCUSIONES	61
VII.- CONCLUSIONES	72
VIII.- RECOMENDACIONES	74
IX.- RESUMEN	76
X.- BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	84



I. INTRODUCCION.

En el Perú, el arroz se cultiva tanto en la costa como en la selva. La producción arrocerá a nivel nacional aumentó 33.4% en el 2005 en comparación con el año anterior, según información del MINAG, al alcanzar 2 millones 466 mil 135 toneladas de arroz cáscara frente a 1 millón 848 mil toneladas el 2004. Con estos resultados, se superaron los niveles productivos de los años 2001, 2002 y 2003, años en que también se produjeron más de 2 millones de toneladas de arroz. Sin embargo, esta situación perjudica a los productores ya que contribuye a que los precios caigan. **MINAG – DGPA (2004).**

Aproximadamente las cuatro quintas partes del arroz mundial se cultiva por agricultores a pequeña escala. Para muchos de ellos, la caída de los precios del arroz es una de las causas principales de su pobreza y de sus dificultades, El arroz es la principal fuente de empleo, ingresos y nutrición de muchas regiones pobres y con una alimentación precaria. El arroz es un cultivo adaptado a las regiones de la Costa y la Selva tanto la alta como la baja. Es un cultivo que se siembra y cosecha durante todo el año a nivel del país, aunque tiene épocas marcadas en los principales valles. La siembra principal (65%) se realiza en los meses de diciembre a marzo, tanto en la costa como en la Selva, la excepción son los valles arequipeños donde se adelantan las siembras. Las mayores cosechas se concentran entre los meses de mayo y agosto. En la selva se siembra y cosecha todo el año, siendo los meses de enero a abril los principales para la siembra y de mayo a octubre para la cosecha. **(Fuente: Programa de Investigaciones en Arroz - PIA/Comités Regionales y Departamentales de Semillas (2001).**

II. OBJETIVOS.

- 2.1. Cuantificar la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo de arroz con la aplicación de 03 dosis de humus de lombriz y bajo condiciones de secano.

- 2.2. Hacer un análisis económico de los tratamientos evaluados.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. DEL CULTIVO DE ARROZ

4.1.1. Origen

Arroz (*Oryza sativa*), indica que el origen del arroz se sitúa en Asia. Se han encontrado de su cultivo 7000 años en China, unos 4000 años en la India y unos 500 años más tarde en Indonesia. Lo cierto es que comenzó a cultivarse en las zonas tropicales de Asia y, a partir de allí, consiguió ir adaptándose a otras zonas. No se sabe exactamente como se introdujo en Europa aunque se piensa que los aventureros que comerciaban con Oriente lo introdujeron en la Europa oriental sobre el año 800 AC. Los musulmanes lo introdujeron en España con su invasión y que, a partir de aquí se extendió a Italia y Francia. **Grau, (1988).**

4.1.2. El cultivo del arroz en el Perú

Arroz (*Oryza sativa*). El arroz es el cultivo para el mercado doméstico, más exitoso en el Perú: es uno de los que cubren mayor área -hasta 300 mil hectáreas en el 2002-, compromete a un elevado número de productores, deja mayores márgenes de utilidad y, en términos generales, somos autosuficientes con relación a él. También es el cultivo que, comparativamente, durante más tiempo se ha beneficiado del apoyo del Estado por lo menos desde la década de los cuarenta-, ya a través de créditos

subsidiados del antiguo Banco Agrario, de investigación y extensión técnica, de precios de refugio o de garantía, de mercados seguros, y de aranceles. Las dirigencias gremiales arroceras han sido y siguen siendo de las más capaces y con mayor capacidad de cabildeo. Bien puede decirse que, debido al apoyo recibido, el arroz se ha convertido en parte esencial e imprescindible de la dieta de los pobladores del país en las tres regiones naturales, contribuyendo, junto con el trigo, a desbancar a la papa y a cereales andinos como la quinua. **Grau (1988).**

En San Martín, el arroz ha tenido una evolución desde su cultivo en forma tradicional bajo condiciones de secano, hasta la década del 70 en que se adopta el cultivo bajo riego, se amplían áreas, infraestructura de irrigación, desarrollo de la investigación, hasta constituirse en una importante Región productora y con perspectivas de constituirse en la mayor del país por su disponibilidad de áreas, agua y clima que permite su cultivo en cualquier época del año. Igualmente, en la región constituye el principal cultivo alimenticio al que se dedican unos diez mil productores, que cultivan alrededor de 50,000 Has / año de arroz, generando trabajo permanente para unos 18,000 obreros, de los que dependen unos cien mil pobladores que representan un 15 % de la población actual de la Región San Martín. Es una actividad que genera un movimiento económico de alrededor de 80 millones de dólares anuales. **MINAG – DGPA (2004).**

Fases de Desarrollo

El ciclo de vida de la planta de arroz, está generalmente comprendido en un rango de 100 a 210 días, variedades con ciclos de 150 – 210 días son usualmente sensibles al fotoperiodo.

El crecimiento de la planta de arroz puede ser dividido en tres fases:

- **Fase vegetativa**

De la germinación de la semilla a la iniciación de la panícula.

- **Fase reproductiva**

De la iniciación de la panícula a la floración.

- **Fase de maduración**

De la floración a la madurez total.

Alva (2000).

Etapas de Desarrollo

Alemán, Socorro y Sánchez (1999); indican que las etapas de desarrollo de la planta de arroz son fácilmente identificables, marcan cambios fisiológicos de gran importancia en la etapa de vida de la planta. Diferenciándose 10 etapas de desarrollo:

1	Germinación a emergencia	:	estado 0
2	Plántula o trasplante	:	estado 1
3	Macollamiento	:	estado 2
4	Crecimiento de tallo	:	estado 3
5	Embuchamiento	:	estado 4

6	Emergencia de la panícula	:	estado 5
7	Floración	:	estado 6
8	Estado lechoso del grano	:	estado 7
9	Estado pastoso del grano	:	estado 8
10	Grano maduro	:	estado 9

4.1.3. Taxonomía y Morfología

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	<i>Oryza</i>
Especie	:	<i>O. sativa</i>

Salazar, 2002.

ÓRGANOS VEGETATIVOS:

a. Raíz

Está constituida por raíz principal y raíces secundarias, la raíz principal se origina de la semilla botánica después de la germinación y fija a la planta en las primeras edades de desarrollo. **Solórzano (1993).**

b. Tallo

Es la parte aérea que relaciona la raíz con el resto de los órganos de la planta y sostiene a las hojas y flores. El tallo está dividido por nudos y entre nudos de longitud variable. El número de nudos del tallo varía de 10 a 20 dependiendo del ciclo vegetativo, los cultivos precoces tienen menor número de nudos que los tardíos. **Solórzano (1993).**

c. Macollamiento

Los macollos son los tallos formados a partir de las yemas basales del tallo principal y que se desarrollan a partir de los 20 días de la siembra. Del tallo principal nace el tallo secundario (macollo primario) y de este el tallo terciario (macollo secundario). El desarrollo de los macollos dentro de cada tallo está confinado a una zona de 3 – 5 cm próxima a la superficie del suelo, la cual se expande gradualmente hasta que se complete la formación total de macollos. Los macollos secundarios son los más numerosos que los primarios, producen panojas más grandes y de mayor número de granos que los secundarios y estos del terciario. Cada macollo una vez desarrollado es una planta independiente de la planta madre, con su propia raíz y puede ser separada de ésta. **Tinarelli (1983).**

Si las plantas no se hallan demasiadas juntas una de otras, ellas tendrán más espacio para crecer. Ellas tendrán más rayos del sol, aire y producirán más macollos. Más de estos macollos

serán fértiles y producirán más granos llenos. Con más espacio donde crecer las raíces de las plantas de arroz serán más grandes y tendrán mayor capacidad para extraer nutrientes del suelo y con un buen grado de humedad. Esto posibilita que las plantas de arroz produzcan más granos (más peso por extensión cultivada), que es el propósito del cultivo rentable de arroz. **CIIFAD (2001)**.

d. Hojas

Las hojas se disponen en forma alternada en lados opuestos del tallo. La primera hoja que aparece en la base del tallo principal de los macollos se denominan (prófilo), no tiene lámina y está constituido por dos brácteas aguiladas. Los bordes del prófilo aseguran por el dorso los macollos jóvenes al original.

La cantidad de hojas es igual al número de nudos del tallo en una planta activa, el número de hojas varía de 10 – 13 según su precocidad o semi tardía. **Parsons (2001)**.

e. La flor

Se encuentra agrupadas en inflorescencias de aspectos racimosos denominados panojas o panículas, las panojas se encuentran ubicados sobre el último nudo del tallo el cual recibe el nombre de nudo ciliar y está protegido por una hoja terminal generalmente más cortas y más anchas que las demás hojas (hoja bandera). **Tinarelli (1983)**.

f. Fruto

Es un cariósipide, en que la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro o pericarpio. La cariósipide madura presenta: Tegumentos, endospermos y embrión. Los tegumentos están constituidos por: pericarpio, tegmén y capa de aleurona. El pericarpio está formado a su vez por: Epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Estos tegumentos constituyen el polvillo del arroz. **Te-Tzu y Bardenas (1995).**

g. La semilla

El endospermo y el embrión constituyen la semilla propiamente dicha. El embrión se encuentra en la base del cariósipide; presenta las siguientes partes: La radícula, cubierta por la coleoriza y la cofia Plúmula, rodeada del coleóptilo y conteniendo el epiblasto. **Te-Tzu y Bardenas (1995).**

4.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

Temperatura:

Necesita una temperatura de aproximadamente 12°C, para que germine bien. En condiciones apropiadas, el arroz brota en una semana. Puede germinar sumergido en el agua. Algunas

variedades tienen dormancia, especialmente las de la subespecie indica.

Necesita una temperatura de aproximadamente 20°C y 38°C. Puede cultivarse también en regiones semiáridas, desde el nivel del mar hasta los 1500 m o más de altitud. Requiere de mucho sol para su desarrollo. **Yuste, (1998).**



Humedad:

La humedad relativa ambiental no tiene por sí efectos directos en el cultivo del arroz, sin embargo ejerce una profunda influencia en el grado de ataques de plagas y enfermedades. La humedad varía entre 81 y 91 °C. en selva. **Yuste, (1998).**

Luminosidad:

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta.

En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. **Yuste, (1998).**

Fertilización:

Las extracciones medias de N – P – K que el cultivo absorbe del suelo, pueden calcularse las necesidades medias de nutrientes por tonelada métrica de producción de arroz. Su estimación numérica es: 21 Kg. de N, 11 Kg. de P₂O₅ y 18 Kg. de K₂O. Si la producción esperada ronda los 6 000 Kg. Ha⁻¹, se pueden dar

como orientativas, las siguientes cantidades de abonos, 125 Kg. de N, 90 Kg. de P_2O_5 y 90 Kg. de K_2O . **Yuste, (1998).**

Con referencia al análisis económico del cultivo del arroz no siempre los tratamientos que mayores dosis se emplean son los más eficaces en cuanto a ganancia (los de mayores rendimientos tienen costos más elevados, por consiguiente una rentabilidad negativa, de ahí que el tratamiento que alcanzo al más alto rendimiento no constituye el más rentable). **Pretell (2002).**

4.2. HUMUS.

El humus de lombriz es la deyección de la lombriz. "La acción de las lombrices da al fundamento un valor agregado", así se lo valora como un abono completo y eficaz para mejorar los suelos. El lombricompostado tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, de esta manera facilita su manipulación.

Se dice que el humus de lombriz es uno de los fertilizantes completos, porque aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos. el humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos porque es un abono orgánico, al ser un producto natural, este se adapta a cualquier tipo de cultivo. La principal ventaja es que el abono de lombriz es que este aumenta la calidad y presenta ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo, esto hace que el suelo retenga la humedad y estabilizan el pH del suelo. **Suquilanda (2005).**

El humus es la materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo. Procede de restos vegetales y animales.

La composición química del humus varía porque depende de la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos y ciertos tipos de escarabajos, pero casi siempre contiene cantidades variables de proteínas y ciertos ácidos urónicos combinados con ligninas y sus derivados. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora.

Al inicio de la descomposición, parte del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno se disipan rápidamente en forma de agua, dióxido de carbono, metano y amoníaco, pero los demás componentes se descomponen lentamente y permanecen en forma de humus. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco.

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus afecta también a las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad. **Ertic (2001)**.

4.2.1. Características Físicas, Químicas y Biológicas.

Este fertilizante ecológico es de color pardo oscuro a negro, aspecto esponjoso, suave, ligero (densidad volumétrica entre los 0.5 – 0.7 gr/cm³), granular e inodoro. Su granulometría es muy fina, lo que le confiere la propiedad de actuar rápidamente en el

suelo y realizar sus efectos beneficiosos en breve espacio de tiempo.

Es humus de lombriz es soluble en agua, lo que permite preparar abonos líquidos para disolver en agua de riego y usados en fertirriego o foliar; conservando una rica reserva de sustancias orgánicas.

Es rico en sustancias antibióticas y fitohormonas (citoquinonas, auxinas, entre otras), muy necesarias para los suelos y plantas.

Posee una gran estabilidad estructural, por lo que su efecto residual en el suelo es duradero debido a la presencia de una gran cantidad de compuestos orgánicos humificados de alto peso molecular.

El alto peso molecular de la fracción orgánica del humus, le facilita tener una gran capacidad de intercambio catiónico y un poder significativo de absorción de nutrientes y humedad.

La característica más importante, es su carga microbiológica por su elevado número de microorganismos y actividad enzimática. Se considera un excelente material para regenerar los suelos.

Cuando se fertiliza con humus no se altera la microflora del suelo, sino una interacción entre humus - suelos y el medio edáfico.

Gonzalo y Omar (2005).

4.2.2. Beneficios que aporta al suelo.

Son varios los beneficios que aporta el humus de lombriz a los suelos. A continuación resumimos los más importantes:

1. Aumenta la capacidad de retención del agua en el suelo, lo cual ahorra el agua de riego disminuyendo su consumo.
2. Potencia la capacidad de intercambio iónico, lo cual eleva la fertilidad de los suelos y su disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas.
3. Su estabilidad estructural, facilita que los suelos mejoren la estructura ante la aplicación del humus.
4. La eficacia de las labores del terreno, evitando la erosión.
5. La porosidad del suelo favoreciendo la permeabilidad del agua y la aireación.
6. La capacidad de retención de agua del suelo, por lo que disminuye el consumo de agua de riego.
7. Los niveles de materia orgánica total y humificada, incrementado su capacidad de intercambio catiónico y suministrando a las plantas sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquininas, etc.).
8. La cantidad de diversidad de hongos, actinomicetos y bacterias del suelo, favoreciendo la formación de micorrizas arbusculares.
9. Las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

10. Mejora el pH en suelos ácidos, evitando la absorción de elementos contaminantes por las plantas.
11. El humus tiene capacidad para inactivar o suprimir microorganismos patógenos mediante: producción de antibióticos a través de sus microorganismos; competición ínter específica entre patógenos y microorganismos benéficos; aumento de la predación y el parasitismo de los microorganismos; producción de enzimas que destruyen las paredes celulares de los fitopatógenos; cambios en las condiciones ambientales del suelo que inhiben patógenos; inducción de la resistencia de las plantas a los fitopatógenos.
12. Tiende a fijar los niveles de elementos pesados en el suelo evitando su traslocación a los animales y plantas o bien su lixiviación hacia capas mas inferiores. Ello también se ha observado cuando se trata de compuestos orgánicos como los plaguicidas.
13. Puede ser utilizado en la biorecuperación de suelos contaminados. **Gonzalo y Omar (2005).**

4.2.3. Beneficios que aporta a los Cultivos

1. Los niveles de macro nutrientes y micro elementos de los suelos favoreciendo su disponibilidad y asimilación por las plantas.
2. La resistencia de las plantas a las plagas y enfermedades, inhibiendo el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos.

3. Excelente sustrato para la germinación de las semillas ya que contiene ácidos húmicos, enzimas de crecimiento, hormonas, vitaminas, y antibióticos.
4. Soporte para la reproducción de microorganismo beneficiosa del suelo como es el rhizobium y pseudomonas. **Gonzalo y Omar (2005).**

CUADRO N° 01: Efectos de las aplicaciones sucesivas de humus de lombriz en la fertilidad del suelo.

Año	% M.O.	P mg/kg	K cmol/kg	Densidad aparente g/cm ³	% Porosidad total	% Porosidad aireación
1995	3.23	37.0	0.37	1.18	55.12	17.62
2000	3.65	55.0	0.52	1.05	59.15	21.90

Fuente: Instituto de Pastos y Forrajes “Niña Bonita. MINAG. 2004.

4.2.4. Entre las propiedades agrícolas debe saber que:

La actividad residual del humus permanece en el campo hasta por 5 años. La forma de aplicar al campo es al inicio de instalar un cultivo, ésta no debe enterrarse y luego de esparcido en el campo debemos regar para activar la flora bacteriana benéfica al suelo.

El humus de lombriz presenta en promedio 1.8 % de N, 5% de P, 1.3 % de K, 5 % de Ca, 1.3 % de Mg. El humus contiene aproximadamente un 60% de C y tiene una capacidad de intercambio catiónico de 4 a 7 veces más que los coloides minerales de la arcilla.

El humus puede ser considerado como un estado de descomposición de la materia orgánica, es insoluble en agua. El

humus es una fuente importante de nutrientes. La energía liberada en forma de calor, la generación de CO₂, de agua y la presencia de microorganismos especializados favorece la conversión de elementos en nutrientes, así como del nitrógeno, como nitrato y amonio, del azufre como sulfato, del fósforo como PO₄³⁻ fosfato, y la de muchos nutrientes como simples iones metálicos Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ que son utilizados en un nuevo ciclo de vida. Algunos iones por oxidación, hacen menos solubles, tales como el Fe y el Mn. Una propiedad del humus su alta capacidad de cationes de cambio. Durante la descomposición de la lignina y la humificación, hay un incremento en el grupo carboxilo -R-COOH con lo cual el ión H⁺ del grupo carboxilo del humus puede intercambiarse con otros cationes, por consiguiente, el humus además de presentar por este motivo una alta capacidad de cationes de cambio, adsorbe nutrientes disponibles, evita el lavaje y los pone a disposición de las plantas. www.sia.huaral.org.

4.2.5. Existen 3 Formas de Aplicar el Abono:

Una de las formas es al voleo: Es una distribución uniforme de fertilizante sobre el suelo para tener mayor contacto, se puede dejarlo en la superficie o enterrarlo junta al árbol. Es la forma más utilizada por las personas para abonar las plantas.

Otra de las formas para aplicar el humus es en banda: Es una aplicación en línea repetida cada cierta distancia de terreno.

Se usa más en siembras en forma de filas. Con este tipo de aplicación se tiene menos contacto entre las raíces y el abono.

El último tipo de aplicación es de manera foliar: Una aplicación directa a las hojas como líquido o en polvo. Se hace cuando los niveles son muy bajos para lograr distribución uniforme de cantidad pequeña en un área grande. También se usa cuando la única forma de llegar a la planta es por el aire (En ciertos casos el suelo está cubierto por plásticos. **Suquilanda, (2005).**

4.2.6. Ventajas:

- Presenta ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo, retienen la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo.
- Introduce grandes cantidades de microorganismos benéficos al sustrato, que corresponden a los principales grupos fisiológicos del suelo.
- Favorece la acción antiparasitaria y protege a las plantas de plagas.
- Desintoxica los suelos contaminados con productos químicos:
- Presenta hormonas que aceleran la germinación de las semillas, elimina el impacto del transplante y estimular el crecimiento de la planta, y acorta los tiempos de producción y cosecha. **Piñuela 2001.**

Ríos (1993), menciona que el Humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de las plantas la acción benéfica del nitrógeno.

4.2.7. Componentes del Humus:

CUADRO Nº 02: Componentes del Humus de Lombriz

COMPONENTES	VALORES MEDIOS
Nitrógeno	1.95 - 2.2%
Fósforo	0.23 - 1.8%
Potasio	1.07 - 1.5%
Calcio	2.70 - 4.8%
Magnesio	0.3 - 0.81%
Hierro disponible	75 mg/l
Cobre	89 mg/kg
Zinc	125 mg/kg
Manganeso	455 mg/kg
Boro	57.8 mg/kg
Carbono Orgánico	22.53 %
C/N	11.55 %
Ácidos Húmicos	2.57 g Eq/100g
Hongos	1500 c/g
Levaduras	10 c/g
Actinomicetos total	170.000.000 c/g
Act. Quitinasa	100 c/g
Bacterias aeróbicas	460.000.000 c/g
Bact. Anaeróbicas	450.000 c/g
Relación aer/anaerob.	1.:1000

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C
2001.

4.3. BIOMASA

Cantidad de materia viva presente en un determinado momento y en un determinado espacio, expresada en unidades de peso por unidades de área o de volumen. El peso puede ser húmedo (vivo), seco, o seco libre de cenizas (este último equivale aprox. al peso de materia orgánica), los valores de biomasa suelen ser elevados en las áreas costeras (provincia nerítica) y particularmente en su fondo, y bajos en los océanos (provincia oceánica).

www.pes.fvet.edu.uy/cienmar (2006).

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 la pluvisilva del Amazonas puede haber una biomasa de plantas de 1,100 toneladas en cada 10 000 metros cuadrados de tierra.

www.es.wikipedia.org/wiki/Biomasa (2007).

Toda la materia viva que hay en la tierra tiene su origen en la transformación de ciertas sustancias inorgánicas en orgánicas por parte de las plantas. La energía que utiliza esta fabulosa factoría planetaria es la luz solar. A través de la cadena alimenticia de los distintos seres vivos, incluidos los microorganismos, casi toda la biosfera se nutre de esta captación original de energía.

Cuando la materia viva se descompone o se degrada, la energía contenida en ella se libera. Esto ocurre mediante el metabolismo de los alimentos, la descomposición de la materia viva o la combustión de la leña. Los elementos contaminantes directamente relacionados con el consumo energético afectan sobre todo, aunque no sólo, a la atmósfera. La materia vegetal al quemarse produce anhídrido carbónico (CO_2) y agua (H_2O), compuestos que forman parte de la atmósfera en ciertas proporciones. Los constantes ciclos a que están sometidos estos componentes les permiten volver a pasar a la materia vegetal en el proceso de crecimiento de las plantas, en un ir y venir incesante, mientras que la composición de la atmósfera se mantiene dentro de valores constantes.

Los combustibles fósiles, sin embargo, liberan grandes cantidades de CO_2 , que estaban retiradas de la dinámica de la biosfera, contribuyendo a elevar la proporción de este gas en la atmósfera. Una de las consecuencias del incremento de CO_2 es el llamado efecto invernadero (calentamiento por retención de la radiación solar reflejada). Los combustibles fósiles, además, producen óxidos de azufre, carbono y nitrógeno (SO_2 , CO , NO_x), partículas, hollines, metales pesados, etc. que son elementos extraños a la atmósfera y, por tanto, agentes contaminantes de la misma. Estos contaminantes ocasionan problemas ambientales tan graves como las lluvias ácidas o el deterioro de la capa de ozono, además de contribuir al efecto invernadero. **Sombroek (1993)**.

Incremento de la biomasa.

El incremento de la biomasa de los cultivos puede aumentar el ingreso de materia orgánica en el suelo el 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 nitrógeno- y de la rotación de cultivos. Son necesarios cerca de 70-100 kg de nitrógeno para capturar una tonelada de carbono. **Swift (1994)**

El aumento del contenido de CO₂ en la atmósfera debido al cambio climático puede tener una influencia positiva similar, conocido como efecto de fertilización con CO₂. En algunos países, además de los cultivos de cobertura, los cultivos asociados representan una ayuda importante para incrementar la biomasa. **Sombroek (1993).**

Factores que intervienen en la síntesis de biomasa.

Pinto (1983), nos menciona que; para esto se debe contar con un material vegetal, capaz de generar un producto útil y en forma eficiente.

El producto lo va a sintetizar por intermedio de su mecanismo metabólico (determinado genéticamente) a partir de un sustrato carbonado (CO₂) y la energía luminosa.

Los factores presentes en el medio ambiente que influyen la productividad vegetal son de tipo atmosférico y edáfico. Dentro de los factores atmosféricos se tiene:

- a). **La radiación:** que viene completamente del sol bajo forma de ondas electromagnéticas.

- b). **El agua:** determinada por las precipitaciones y relacionada de manera directa con la humedad del ambiente y la presión de vapor.
- c). **El CO₂:** cuya concentración en la atmósfera es de alrededor de 350 vpm.
- d). **El O₂:** cuya concentración es de alrededor de 20%.
- e). **La temperatura:** la que se encuentra en el ambiente.
- f). **El viento:** de cuya velocidad depende en gran medida el intercambio gaseoso de los cultivos.

Entre los factores edáficos se tiene:

- a). **La temperatura del suelo:** dada por la cantidad de radiación solar que llega a la superficie a través del cultivo.
- b). **El agua:** dada por las precipitaciones.
- c). **El O₂:** necesario para la respiración de las raíces.
- d). **Los minerales:** necesario en la síntesis de la biomasa.

Los procesos metabólicos responsables de la síntesis de los diferentes constituyentes de la materia seca son fundamentalmente la fotosíntesis y la respiración.

4.4. CARBONO

A medida que avanzan estas investigaciones en la primera mitad del siglo, se va variando la creencia general de que es el suelo de donde proviene la mayor parte del carbono asimilado. Cada vez está mas claro que es la atmósfera el principal reservorio de este elemento para la nutrición vegetal. Aun considerando al humus como suministrador parcial

de carbono, reserva el papel principal a la atmósfera. Así cuando refiriéndose a los abonos nos indica que la cantidad de carbono que da una pradera a un bosque es independiente de la presencia de abonos ricos en carbono" o bien cuando escribe que "la esterilidad de un terreno o su escasa producción de carbono no es consiguiente a la falta del ácido carbónico o del humus, pues que nos es dado aumentar esa producción, acarreando sustancias que carecen enteramente de carbono, está negando respecto del carbono, la función nodriza del suelo. **Hernández (2001).**

En el sol, las plantas absorben y descomponen el ácido carbónico por sus órganos foliares con mas actividad que no se suponía hasta hoy. Si se compara la cantidad de carbono que asimilan, con aquella que entra en su composición, estamos obligados a reconocer que es en la atmósfera, bajo la influencia de los rayos solares, que los vegetales toman la mayor parte del carbono necesario para su desarrollo. **Alegre (2002).**

La captura de carbono.

El concepto de captura de carbono normalmente se relaciona a la idea de almacenar reservas de carbono en suelos, bosque y otros tipos de vegetación, donde dichas reservas están en peligro inminente de ser perdidas. También se promueve el incremento de las reservas de carbono por el establecimiento de nuevas plantaciones forestales. Conservación, reforestación y un manejo optimizado de la administración

de bosques son los principales métodos mediante los cuales el carbono atmosférico puede ser capturado. En teoría, el efecto de la captura de carbono por procesos de forestación puede ser cuantificado estimado el almacenamiento de carbono en la biomasa de la tierra y los productos de madera. **SWIFT (1994).**

Carbono almacenado.

El concepto de carbono almacenado, se relaciona a la capacidad de bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad afectada por las condiciones de suelo y clima.

Los árboles tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera basado en el hecho de que la fotosíntesis absorbe el dióxido de carbono, que luego utilizan para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 TN de carbono de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar.

Se asume que el 45 % de la biomasa vegetal total es de carbono. Por lo tanto en los bosques existe acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosques tropicales la biomasa seca puede variar entre 150 y 382 TN/ha, por lo tanto la capacidad máxima de carbono almacenado varía entre 67,5 a 171 TN/ha. **Woods (1998)**

Principales consecuencias e impacto de la captura de carbono.

La captura de carbono y el aumento de la materia orgánica del suelo tendrán un impacto directo sobre la calidad y la fertilidad de los suelos. Habrá también efectos positivos importantes sobre el ambiente, resiliencia y la sostenibilidad de la agricultura.

a). Calidad y fertilidad del suelo.

El contenido de materia orgánica es generalmente considerado como uno de los indicadores primarios de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas como ambientales. **Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2005).**

En relación a las propiedades físicas, la materia orgánica y los organismos vivos asociados a la misma juegan un papel principal en la agregación del suelo en diferentes escalas de su organización. Muchas propiedades dependen de la estructura del suelo y de su estabilidad, de la retención de agua y su liberación para las plantas, de la tasa de infiltración y de la resiliencia de la erosión y de otros procesos físicos de degradación. **Tisdall Y Oades (1982); Robert Y Chenu (1991)**

b). Impactos ambientales.

La materia orgánica, al incrementar la calidad del suelo, también tiene una función protectora al fijar los contaminantes ya sean orgánicos como los pesticidas o minerales como los metales

pesados o el aluminio los cuales, en general, disminuyen en su toxicidad.

La calidad del aire está principalmente relacionada con la disminución de la concentración del CO₂ atmosférico, pero considerando también los otros gases de invernadero, en particular metano y óxido nitroso (CH₄ y N₂O). La calidad del agua también es mejorada por una disminución de la escorrentía, de los contaminantes y de la erosión. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2005).**

c). Beneficios para los agricultores.

En relación con la labranza de conservación y la no labranza, los agricultores pueden obtener ganancias por una reducción del tiempo de trabajo, energía y costo de los materiales: estas son ventajas directas que deben ser evaluadas. De cualquier manera, los agricultores deberán controlar las plagas, pero con una mayor calidad del suelo, los cultivos serán generalmente más sanos y tendrán mayor capacidad de recuperación. **Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2005).**

El Ciclo del Carbono.

El carbono es el 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 enlazadas entre sí.

La reserva fundamental de carbono, en moléculas de CO₂ que los seres vivos puedan asimilar, es la de 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 consume en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el anhídrido carbónico se renueva en la atmósfera cada 20 años **Echarri, (1998)**

La atmósfera que rodea el globo terráqueo suministra el CO₂ a las plantas y el oxígeno a todos los organismos vivos. La atmósfera primitiva contenía grandes cantidades de dióxido de carbono, amonio, y metano, en otras palabras era fuertemente anóxica (carente de O₂). Actualmente, los componentes principales de la troposfera son: 78 Vol. % nitrógeno, 21 Vol. % oxígeno, 0,95 Vol. % gases raros y 0,035 Vol. % anhídrido carbónico. **Hernández (2001)**

En el ciclo del carbono las plantas toman el carbono de la atmósfera en forma de anhídrido carbónico y en el curso de la fotosíntesis transforma una gran parte de él en sustancias de reserva y en tejidos (glúcidos, lípidos y proteínas). Otra parte del carbono así absorbido pasa de nuevo a la atmósfera en el curso de la respiración vegetal y otra parte se incorpora al suelo a través de las raíces.

Cuando la planta muere el carbono pasa al suelo, sin embargo si es ingerida por un animal, los procesos de digestión de estos se descomponen en compuestos orgánicos más simples y con ellos elaboran su propia materia orgánica (Tejido muscular, reserva, etc.). Al

respirar el animal libera anhídrido carbónico y cuando muere su cuerpo se descompone, incorporando el carbono al suelo.

Por último en esta actividad de los organismos descomponedores producen también anhídrido carbónico que se libera en la atmósfera, una pequeña parte se escapa a la actividad bacteriana y se fosiliza. **Echarri (1998).**

Asimilación Neta de CO₂ en Plantas con Metabolismo C3.

La mayor parte de las plantas cultivadas en regiones templadas y casi la totalidad de los árboles, son las plantas que fijan en primer lugar el CO₂ en forma de un ácido que posee tres átomos de carbono, el ácido 3 fosfoglicérico, de ahí su nombre de planta C3.

Para los procesos más importantes que caracterizan la asimilación neta de CO₂ en una planta C3 a nivel de la hoja se diferencian cinco procesos fundamentales, que son:

- Los procesos fotoquímicos.
- Los procesos de carboxilación mediante el ciclo de calvin.
- Los procesos de fotorespiración o ciclo de Tolber.
- Los procesos de difusión de CO₂ a los sitios de síntesis.
- Los procesos de respiración mitocondrial.

Los procesos fotoquímicos, en el ciclo de Calvin y parte de las reacciones de la fotorespiración se realizan en los cloroplastos. **Pinto (1983).**

4.5. FOTOSINTESIS.

El proceso biológico más importante de la Tierra es la fotosíntesis de las plantas verdes. A partir de ésta se produce prácticamente toda la materia orgánica de nuestro planeta y se garantiza toda la alimentación de los seres vivos.

De este proceso químico y biológico dependen tres aspectos de suma importancia:

- Por la fotosíntesis las plantas verdes producen alimentos y materia orgánica para si mismas y para alimentar a los animales herbívoros, y éstos, a su vez, a los animales carnívoros.
- Se vuelve a utilizar el dióxido de carbono (CO_2) producido por los animales y por los procesos de putrefacción o descomposición. De otra manera el CO_2 , saturaría el planeta.
- Se restituye el oxígeno al aire y se hace posible la respiración.

Las plantas verdes poseen en su estructura celular orgánulos especiales denominados cloroplastos, que tienen la cualidad de llevar a cabo reacciones químicas conocidas como fotosíntesis, o sea, de realizar síntesis con ayuda de la luz solar. **Azcón y Talón (2000).**

Además las plantaciones de especies de rápido crecimiento capturan una considerable cantidad de CO_2 , liberando oxígeno a través de la fotosíntesis, proceso en el que participan la energía del sol, el agua de la tierra y el anhídrido carbónico del aire, **PARDE (1980).**

La fotosíntesis consiste en los siguientes procesos:

- El dióxido de carbono (CO₂) es absorbido por los estomas de las hojas, y junto con el agua (H₂O), que es absorbida por las raíces, llegan a los cloroplastos, donde con ayuda de la energía de la luz se produce la glucosa (C₆ H₁₂ O₆).
- Durante esta reacción se produce oxígeno (O₂), que es emitido al aire o al agua y es utilizado para la respiración de otros seres vivos. La fórmula sencilla de la reacción química es la siguiente:
6 CO₂ + 12 H₂O + energía de la luz = C₆ H₁₂ O₆ + 6 O₂ + 6 H₂O
Esto significa que se usan 6 moléculas de dióxido de carbono (CO₂) más 12 moléculas de agua (H₂O) más energía de la luz para producir una molécula de glucosa (C₆ H₁₂ O₆) más 6 de oxígeno (O₂) y quedan 6 moléculas de agua (H₂O).
- A partir de la glucosa (C₆ H₁₂ O₆) un azúcar muy común en las frutas, se producen la sacarosa, el almidón, la celulosa, la lignina o madera y otros compuestos, que son la base de los alimentos para las plantas mismas y para los herbívoros. **Salisbury y Ross (2000).**

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

De campo: Se empleo:

Semilla de arroz variedad Carolina.

Palana.

Machetes.

Estacas.

Winchas.

Regaderas.

De laboratorio:

Estufa.

Balanza de precisión.

5.2. METODOLOGÍA

5.2.1. Ubicación del campo experimental

Ubicación Geográfica

El campo experimental se encuentra en el Fundo Miraflores, propiedad de la UNSM - Tarapoto, esta localizado en el sector Ahuashiyacu, carretera de penetración a Bello Horizonte, en el Distrito de la Banda de Shilcayo y Departamento de San Martín.

Ubicación Geografica:

- Latitud Sur : 6° 32'
- Latitud Oeste : 76° 17' 15"
- Altitud : 426 m.s.n.m.m.

Ubicación Política:

La ubicación política es la siguiente:

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

5.2.2. Historia del campo

Presenta una zona de vida bosque seco tropical (Bs-T), con una precipitación anual de 1147,8 mm y temperatura varía entre los 28 y 34 °C con temperatura media anual de 26,2 °C. La humedad relativa de 78,5%.

El Fundo Miraflores, es una finca de 22.25 hectáreas de superficie. Aproximadamente el 60% es con pendiente y el resto es de área plana.

La cobertura vegetal del área esta compuesta de pasturas con especies de Braquiaria común (*B. decumbens*), Yaragua (*H. rufa*), Andropogon gayanas, Brachiaria Brizantha y pasto natural cashucsha. Además de especies arbóreas como otras malezas.

El año 1995 (Marzo) fue transferido por la OFECOD (Ministerio del Interior) a la UNSM-Tarapoto y desde entonces, estas pasturas se han mantenido sin ganado y prácticamente en descanso; y anualmente en época seca (Julio-Agosto /Diciembre-Enero), ha habido quemadas accidentales.

5.2.3. Característica del Fundo.

Según el análisis de suelos general de todo el fundo, realizados en el laboratorio de suelos de la FCA-UNSM-T; el suelo de dicho fundo muestra las siguientes características físicas:

- Textura Franco-Arcilloso-Arenosa (65.6% Arena + 20.8% Arcilla + 13.6% Limo)
- Densidad aparente de 1.4g/cc.
- Superficie con pendiente y plana.

Las características químicas son:

- pH ácido (4.45)
- Materia orgánica: 3.45
- Contenido de minerales de medio a bajo.
- Alto contenido de aluminio. Muy característico de suelo tipo Ultisol.

5.2.4. Vías de acceso

La principal vía de acceso la constituye la Carretera Fernando Belaunde Terry - Sur Km. 4, existiendo un desvío lateral izquierdo hacia la Carretera Bello Horizonte Km. 1, en la cual se sigue un segundo desvío que se encuentra a la mano izquierda antes de cruzar la quebrada ahuashiyacu, avanzando unos 500 m hasta el fundo mencionado.

5.2.5. Características Climáticas.

Presenta una zona de vida bosque seco tropical (Bs-T), con una precipitación anual de 1147,8 mm y temperatura varía entre los 28 y 34 °C con temperatura media anual de 26,2 °C. La humedad relativa de 78,5%. Los vientos van en dirección norte y alcanzan velocidades anuales de 4,9 Km. /h.

5.2.6. Instalación del experimento

Estas actividades se realizaron entre las fechas de 09/09/06 al 18/09/06 respectivamente.

Preparación del Terreno:

Esta labor fue la primera que se realizó con el fin de tener el campo limpio y listo para la instalación del experimento, se utilizó palanas, machetes y para la remoción del suelo se usó un tractor con rastra.

Trazado del Campo Experimental: Para el trazado del campo experimental se utilizó el diseño estadístico DBCA simple, se procedió primero a delimitar el área total del experimento, luego se trazo los bloques y dentro de cada bloque las unidades experimentales con sus tratamientos respectivos.

5.2.7. Conducción del experimento

a. Análisis químico del Humus empleado. (Ver cuadro 1)

CUADRO N° 03: 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)

b. Preparación del terreno definitivo.

Se realizó el desmalezado del área a trabajar, luego de haber pasado rastra para la remoción del suelo; para mullir al suelo se hizo uso de un motocultor para que de esa manera se obtenga una mejor aireación del suelo y se facilite el nivelado, posteriormente el incorporado del humus de lombriz.

c. Siembra Directa.

La siembra se efectuó el 18/09/06, para la siembra se empleó semillas pre-germinadas, las cuales estuvieron bajo agua un lapso de 72 horas dentro de un costal de yute, culminado las horas requeridas recién fueron llevadas al campo para su posterior siembra. Se realizó con un distanciamiento 0,4 x 0,4 m entre golpe y golpe, y de 5 a 10 semillas por golpe, después de 2 semanas se realizó el desahije dejando solo 5 plantas de arroz por golpe.

d. Abonamiento.

Cada unidad experimental tuvo un determinado grado de abonamiento, para lo cual se tomo como referencia humus de Lombriz (*Eisenia foetida*), en las siguientes dosis respectivamente:

- T1 : 2 TN/Ha Humus de Lombriz
- T2 : 4 TN/Ha Humus de Lombriz
- T3 : 6 TN/Ha Humus de Lombriz
- T4 : Testigo Químico 125 – 90 – 90 (Urea,

T5 : Testigo Absoluto

Cada unidad experimental en el cual se emplearon Humus de Lombriz, se le mantuvo con cobertura vegetal muerta (cascarilla de arroz).

e. Control de malezas.

El control de malezas se realizaba cada 15 días, para evitar la competencia de nutrientes con el cultivo (arroz), dicha labor se llevo a cabo manualmente con el uso de palanas y lampas respectivamente. De tal manera al efectuar esta labor cultural se evitaba la presencia de plagas, ya que dichas malezas sirven como hospederas de insectos plagas.

f. Control fitosanitario.

Para el control fitosanitario no se empleó ningún tipo de insecticida o funguicida para esta actividad se utilizó Biol como repelente contra insectos a una proporción 3:1, y además se hizo la aplicación de barbasco proporción de 2:1.

g. Cosecha.

Se realizó manualmente una vez que la planta había alcanzado la madurez fisiológica correspondiente.

5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

En el presente trabajo se realizó un DBCA completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se trabajó con la variedad carolino; ya

que es una variedad que soporta las sequías y se adapta mejor a la siembra directa.

CUADRO 4. Análisis de varianza del experimento

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Bloque Tratamiento Error	$r-1=3$ $t-1=4$ $(r-1)(t-1)=12$
TOTAL	$rt-1=19$

CUADRO 5. Tratamientos empleados

N°	Clase	Descripción	Dosis TM/ha
1	T1	Dosis 1 de H. L	2 TM
2	T2	Dosis 2 de H. L	4 TM
3	T3	Dosis 3 de H. L	6 TM
4	T4	Testigo químico	NPK
5	T5	Testigo absoluto	0.00

DÓ SIS A EMPLEADA DE N-P-K: 125-90-90

CUADRO 6: Randomización de los tratamientos en el campo experimental.

BLOKS	TRATAMIENTOS				
	I	T2	T1	T5	T4
II	T3	T2	T1	T5	T4
III	T4	T3	T2	T1	T5
IV	T5	T4	T3	T2	T1

5.4. Característica del campo experimental

Área neta: 397.6 m²

Largo total: 28 m

Ancho total: 14.20 m

Bloque: 78 m²

Unidad Experimental: 13.44 m²

5.5 Parámetros evaluados

a. Altura de planta

Se efectuó semanalmente haciendo uso de una wincha, se llevó a cabo desde la superficie del suelo hasta el último nudo de la planta, ya que al medir hasta dicho nudo se obtenía datos más precisos con respecto a su altura, se evaluaron diez plantas al azar de cada unidad experimental, pero teniendo en consideración a las plantas que se encontraban en la parte céntrica de las unidades experimentales.

b. Número de macollos fértiles e infértiles por golpe

Dicha actividad se realizó durante las etapas 8 y 9 tal como se menciona en la revisión literaria, se contó el número de macollos fértiles e infértiles en un promedio de 10 golpes tomadas al azar.

c. Resistencia al acame.

Se tuvo una resistencia del 100% durante todo el proceso fisiológico ya que es una planta que soporta bien las inclemencias del clima con respeto a las fuertes lluvias y vientos que se presentan acá en nuestra región.

d. Habilidad de macollamiento.

Se tuvo un macollamiento escaso ya que solo se obtuvo un promedio de 5 macollos por planta; además que esta variedad de arroz no es tan eficaz en cuanto a su macollamiento. Dicha actividad se realizó cuando la planta se encontraba en los estados 2 al 6 del ciclo vegetativo aplicando la escala según el número de macollos:

1	más de 25 macollos	:	muy bueno
3	20 – 13 macolles	:	bueno
5	10 – 18 macollos	:	débil
9	menores de 5 macollos	:	escasa

e. Número de días al 50% de floración.

El número de días que se pudo apreciar al 50% de floración, fue a los 115 días respectivamente.

f. Tamaño de la panoja

Se registró cuando el cultivo había alcanzado la madurez fisiológica, el cual fue medido desde la base o nudo ciliar al ápice de la panícula, de un promedio de 10 macollos tomados al azar. Para lo cual se empleó una regla milimétrica, y dichos datos fueron expresados en cm.

g. Número de granos por panoja (vanos y llenos)

Se registró cuando el cultivo alcanzó la madurez fisiológica, de un promedio de 10 panojas tomadas al azar. En el cual se realizó el conteo de los granos fértiles (llenos) y vanos respectivamente.

h. Peso de 1000 granos

Se tomó 1000 granos enteros de cada unidad experimental con un contenido de humedad del 14 % y luego fueron pesadas en una balanza analítica. Dichos pesos de los granos fueron expresados en gramos.

i. Incidencia de plagas

En un principio se tuvo el ataque del Grillo topo (*Gryllotalpidae gryllotalpidae*), que estuvo presente desde la emergencia hasta el estado de plántula del cultivo de arroz, ya que dicho insecto corta la planta, este ataque solo perduró unos cuantos días hasta que el cultivo obtuvo una consistencia mas dura, pero el ataque fue en una escala que no se acercaba al nivel de daño económico. También se tuvo la presencia de 2 insectos plagas como es la novia del arroz (*Rupela albinella*) y el chinche del arroz (*Oebalus insularis*) y el salivazo pero como en el primer caso mencionado ninguno de ellos

se encontraban o se aproximaban al nivel de daño económico ya que se hallaban en proporciones bajas como para causar daños considerables.

En lo que compete al ataque de enfermedades, se tuvo la presencia del quemado del arroz (*Pyricularia* sp), el cual causo cierto grado de daño en cuanto al llenado de granos.

j. Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Teniendo los datos expresados en g./ subparcela neta, se calculó los verdaderos rendimientos expresados en TM/ha para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas matemáticas:

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

Donde:

R: Rendimiento en Tn/ha.

Peso de campo: Peso de gramos obtenidos de cada sub-parcela experimental expresados en Kg.

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

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

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

Donde:

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

H.CM. = Humedad comercial, que se ajusta para el caso de los frijoles, a 14 %.

k. Análisis económico

Luego de sacar los costos totales de producción y los rendimientos de cada tratamiento, se efectuó el análisis económico.

Para establecer el análisis económico, se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos expresados para una hectárea.

Se realizó la valorización en Nuevos Soles de la cosecha en cada uno de los tratamientos para obtener la rentabilidad del cultivo.

Para determinar éstos parámetros se utilizó las siguientes fórmulas:

$$\text{Ingreso bruto} = \text{Rendimiento Kg./ha} \times \text{Costo de venta S/. Kg.}$$

$$\text{Ingreso neto (utilidad)} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción.}$$

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso neto (utilidad)}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Relación C/B} = \frac{\text{Costo de producción}}{\text{Ingreso neto (utilidad)}}$$

I. Biomasa producida

La evaluación se llevó a cabo semanalmente, sacrificando 2 plantas por unidad experimental con un total de 8 por tratamientos y 10 por bloques.

Dichos cálculos se efectuaron mediante las siguientes fórmulas:

Modelo matemático para el cálculo de carbono en la biomasa. Alegre (2002).

Cálculo del contenido de carbono en la biomasa vegetal en materia seca.

$$CC = B \times 0.45$$

Donde:

CC = Contenido de carbono.

B = Biomasa vegetal (materia seca a 105 °C).

0,45 = Constante (Proporción de carbono asumido x conversión).

a). Carbono en la biomasa vegetal.

Una vez obtenido los datos de materia seca y mediante el modelo matemático para el cálculo de carbono en la biomasa mencionada por **Alegre (2002)**, se obtuvo como resultado el contenido de carbono.

b). CO₂ en la biomasa.

A partir del cálculo de C en la biomasa y utilizando la fórmula balanceada de la fotosíntesis, se calculó el contenido de los moles de CO₂ fijado teniendo en cuenta su peso molecular. Dicha fórmula nos permitió calcular el agua consumida, la tasa de biomasa producida y el oxígeno liberado por el proceso fotosintético en un tiempo dado.

VI. RESULTADOS

6.1. Número de granos vanos por panoja

Cuadro N° 07. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación
Bloques	56914,844	3	14228,711	288	**
Tratamientos	30528,148	4	7632,037	154,566	**
Error	592,528	12	49,377		
Total	88035,520	19			

$R^2 = 98.90 \%$

CV= 12.89%

$\bar{x} = 54.54$

Cuadro N° 08. Duncan

N° de Orden	Trat	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T3	6TM H.L	12,87	a
4	T2	4TM H.L	22,57	a b
3	T1	2TM H.L	28,90	b
2	T4	125-90-90	95,77	c
1	T5	Testigo Absoluto	104,82	c

6.2. Número de granos llenos por panoja

Cuadro N 09. ANVA

FV	S.C	GL	C.M	FC	Significación.
Bloques	228638,740	3	57159,685	300,857	**
Tratamientos	69484,668	4	17371,167	100,549	**
Error	2073,152	12	172,763		
Total	300196,560	19			

$R^2 = 98.8\%$

CV= 12.29%

$\bar{x} = 106.89$

Cuadro N° 10. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	34,92	a
4	T4	125-90-90	45,37	a
3	T1	2 TM H.L	120,87	b
2	T2	4 TM H.L	143,47	c
1	T3	6 TM H.L	189,80	d

6.3. Peso de 1000 granos

Cuadro N° 11. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	1,098	3	,366	,319	NS
Tratamientos	615,920	4	153,980	134,218	**
Error	13,767	12	1,147		
Total	7379,555	19			

$R^2 = 99.7\%$

CV= 4.8%

$\bar{x} = 22.35$

Cuadro N° 12. Duncan.

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	10,75	a
4	T4	125-90-90	12,66	b
3	T1	2TM H.L	21,69	c
2	T2	4TM H.L	22,26	c
1	T3	6TM H.L	24,46	d

6.4. Tamaño de panoja en cm.

Cuadro N° 13. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	,842	3	,281	,248	NS
Tratamientos	6,688	4	1,672	1,478	NS
Error	13,578	12	1,132		
Total	13481,893	19			

$$R^2 = 99.8\%$$

$$CV = 4.1\%$$

$$\bar{x} = 25.94$$

Cuadro N° 14. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	25,02	a
4	T1	2 TM H.L	25,60	a
3	T2	4TM H.L	26,17	a
2	T3	6 TM H.L	26,21	a
1	T4	125-90-90	26,70	a

6.5. Altura de planta a la cosecha en cm.

CUADRO N° 15. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	236,609	3	78,870	3,294	NS
Tratamientos	535,841	4	133,960	5,595	**
Error	287,293	12	23,941		
Total	56847,171	19			

$$R^2 = 99.2\%$$

$$CV = 9.26\%$$

$$\bar{x} = 52.81$$

Cuadro N° 16. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	44,72	a
4	T4	125-90-90	50,09	a b
3	T1	2 TM H.L	52,63	b c
2	T3	6 TM H.L	57,76	b c
1	T2	4 TM H.L	58,85	c

6.6. Número de macollos fértiles por golpe.

Cuadro N° 17. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	28,324	3	9,441	1,857	NS
Tratamientos	41,715	4	10,429	2,052	NS
Error	61,001	12	5,083		
Total	12332,840	19			

$$R^2 = 99.2\%$$

$$CV = 9.51\%$$

$$\bar{x} = 23.7\%$$

Cuadro N° 18. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	22,45	a
4	T1	2 TM H.L	23,95	a b
3	T4	125-90-90	24,62	a b
2	T2	4 TM H.L	26,05	a b
1	T3	6 TM H.L	26,42	b

6.7. Número de macollos infértiles por golpe

Cuadro N° 19. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	28,516	3	9,505	3,127	NS
Tratamientos	16,753	4	4,188	1,378	NS
Error	36,479	12	3,040		
Total	379,740	19			

$$R^2 = 84.0\%$$

$$CV = 45.1\%$$

$$\bar{X} = 3.86$$

Cuadro N° 20. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T3	6 TM H.L	2,70	a
4	T2	4 TM H.L	2,80	a
3	T4	125-90-90	2.86	a
2	T1	2 TM H.L	3,10	a
1	T5	Testigo Absoluto	3,42	a

6.8. RENDIMIENTO Kg / Ha

Cuadro N° 21. ANVA

FV	SC	GL	CM	FC	Significación.
Bloques	729,944	3	243,315	1,559	NS
Tratamientos	20643851,166	4	5160962,791	33076,870	**
Error	1872,352	12	156,029		
Total	51959285,013	19			

$$R^2 = 99.5\%$$

$$CV = 1.0\%$$

$$\bar{x} = 1251.29$$

Cuadro N° 22. Duncan

N° de Orden	Trat.	Descripción	\bar{X}	Duncan (0,05)
5	T5	Testigo Absoluto	8,00	a
4	T4	125-90-90	9,43	a
3	T1	2 TM H.L	1994,05	b
2	T2	4 TM H.L	2079,61	c
1	T3	6 TM H.L	2165,18	d

6.9. Biomasa.

Cuadro N° 23. Biomasa en Kg/ha

Trats	Constante (a)	Regresión (b)	Significancia	Coefficiente de determinación (R ²) en %
1	-1081.576	38.371	**	87.4
2	-1242.664	42.855	**	89.2
3	-1379.324	48.081	**	91.7
4	-1046.130	36.321	**	93.7
5	-927.251	31.888	**	93.8

6.10. Carbono capturado

Cuadro N° 24. Carbono en Kg/ha

Trats	Constante (a)	Regresión (b)	Significancia	Coefficiente de determinación (R ²) en %
1	-486.710	17.267	**	87.4
2	-559.200	19.285	**	89.2
3	-620.698	21.636	**	91.7
4	-470.759	16.344	**	93.7
5	-417.261	14.350	**	93.8

6.11. CO₂ capturado

Cuadro N° 25. CO₂ en Kg/ha

Trats	Constante (a)	Regresión (b)	Significancia	Coefficiente de determinación (R ²) en %
1	-40.561	1.439	**	87.4
2	-46.600	1.607	**	89.2
3	-51.722	1.803	**	91.7
4	-39.230	1.362	**	93.7
5	-34.771	1.196	**	93.8

6.12. Análisis económico

Cuadro N° 26. Campaña Producida.

TRAT.	Rendimiento arroz(Kg.)	Costo De Producción (S/.)	Precio De Venta	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	Relación B / C
T1	1994.05	1966.69	1.20	2392.86	426.17	1.22
T2	2079.61	2517.49	1.20	2495.53	-21.96	0.99
T3	2165.18	3068.29	1.20	2598.22	-470.07	0.85
T4	9.43	1477.23	1.20	11.32	-1465	0.008
T5	8.00	1329.49	1.20	9.60	-1319.89	0.007

VII. DISCUSIÓN

Número de granos vanos por panoja.

El cuadro N° 05, muestra el análisis de varianza, indica altamente significativo, para los tratamientos evaluados para el número de granos vanos por panoja, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 98.9\%$) y el Coeficiente De Variabilidad ($CV= 12.89\%$); nos muestran un alto grado de homogeneidad existente en la toma de datos, asimismo se encuentran dentro del rango de aceptación para realizar trabajos en campo.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 06, indican que el tratamiento T3 (6 TM/ HL) con un total de 12.87 granos vanos fue el que tuvo menor presencia de granos vanos en comparación de los tratamientos 4(125-90-90) con 95.77 y 5(testigo absoluto) con 104.82 granos vanos respectivamente; los cuales mostraron mas granos vanos, debido a que en dichos tratamientos no se empleó cobertura muerta y el suelo estuvo a la intemperie de tal manera que se perdía la humedad del suelo sobrepasando el punto de marchitez. Y esto se presentó en una etapa en la cual el cultivo requiere de humedad para generar buenos granos y obtener un buen rendimiento.

Tal como lo menciona **Yuste (1998)**; en el sistema de arroz al seco, la temperatura y el brillo solar determinan el crecimiento y los rendimientos. Temperaturas por altas, en la etapa de floración, acompañado de una sequía pueden causar esterilidad (granos vanos).

Granos llenos por panoja.

El cuadro N° 07, muestra el análisis de varianza para número de granos llenos por panoja; reportando resultados altamente significativo para los tratamientos evaluados, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 98.8\%$) y el Coeficiente de Variabilidad (CV= 12.29%), demuestran que existe un alto grado de homogeneidad en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 08, indican que el tratamiento T3 (6 TM / H.L) con un total de 189.90 granos llenos por panoja, alcanzó una mayor cantidad de granos con respecto a los demás tratamientos T2 (4 TM / H.L) 143.47 granos; T1 (2 TM / H.L) 120.87 granos.; T4 (125-90-90) 45.37 granos; T5 (Testigo Absoluto) 34.92 granos. Además dichos resultados se obtuvieron al buen distanciamiento que se utilizó para dicho cultivo ya que el empleado permite que el cultivo desarrolle buenas raíces y tener una penetración de luz solar y de tal forma obtener un buen resultado.

Si las plantas no se hallan demasiadas juntas una de otras, ellas tendrán más espacio para crecer. Ellas tendrán más rayos del sol, aire y producirán más macollos fértiles y granos llenos. Con más espacio donde crecer las raíces de las plantas de arroz serán más grandes y tendrán mayor capacidad para extraer nutrientes del suelo y con un buen grado de humedad. **CIIFA (2001)**

Además la aplicación de humus de lombriz fue un indicador del alto índice de granos llenos en el tratamiento 3, debido a que dicho abono orgánico

es un mejorador del suelo y por ende tiende a retener mucha mas humedad que un suelo desprovisto de abono y cobertura.

Tal mención lo hace, **Gonzalo y Omar (2005)**; entre los beneficios que aporta a los cultivos, como son el alza de los niveles de macro nutrientes y micro elementos favoreciendo su disponibilidad y asimilación por las plantas y elevando el porcentaje de humedad.

Peso de 1 000 granos.

El cuadro N° 09, muestra el análisis de varianza, que indica altamente significativo para los tratamientos evaluados para el peso de 1 000 granos, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 99.7\%$) y El Coeficiente de Variabilidad ($CV = 4.8\%$). Nos muestran un alto grado de homogeneidad existente en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 10, indican que el tratamiento T3 (6 TM / H.L) con un peso total de 24.46 gramos, alcanzó un mayor peso con respecto a los demás tratamientos T2 (22.26); T1 (21.26); T4 (12.66); T5 (10.75) gramos respectivamente.

Dicha diferencia en cuanto al peso de 1000 granos, se puede interpretar, que se debe a que este parámetro depende del tipo de las condiciones del suelo (fertilización), ya que el tratamiento 3 fue el que mayor aplicación de humus de lombriz obtuvo, tal fertilización implicó en el peso con relación a los demás tratamientos.

Tal teoría lo corrobora **Gómez (1999)**; el peso de 1,000 granos, depende de las condiciones del suelo y clima, y la forma de siembra y a su vez de su fertilización.

Tamaño de panoja.

En el cuadro N° 11, se muestra el análisis de varianza, dónde se muestra diferencia no significativa para los tratamientos y en el cuadro N° 12 la prueba de duncan, demuestra que no existe diferencia estadística para los tratamientos T4 (125-90-90), T3 (6 TM H.L), T2 (4 TM H.L), T1 (2 TM H.L) y T5 (Testigo Absoluto) con tamaños de panoja de 26.70; 26.21; 26.17; 25.60 y 25.02 gramos respectivamente y para ello el C.V. de 4.1% y R^2 de 99.98% demuestran la confiabilidad del trabajo. Eso quiere decir que el tamaño no implica en cuanto a lo que se refiere al rendimiento.

Los resultados obtenidos en la prueba de duncan, muestran que no existe diferencia estadística para los tratamientos, los cuales son corroborados por **Hernández (2001)**, en donde el tamaño de panoja puede afectar el rendimiento en cierto modo, pero rara vez es un factor limitativo y en la mayoría de los casos permanece constante con relación a los demás componentes del rendimiento.

La falta de significancia entre tratamientos demuestra que no existe una relación directa entre las diferentes dosis de humus de lombriz y el químico, debido a que los tamaños se mantienen casi constantes para todos los tratamientos.

Altura de planta a la cosecha.

El cuadro N° 13, muestra el análisis de varianza para la altura de planta; reportando resultados significativos para los tratamientos evaluados, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 99.2\%$) y el Coeficiente de Variabilidad (CV= 9.26%), muestran que existe un alto grado de homogeneidad en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 14, indican que el tratamiento T2 (4 TM H.L) con un total de 58.85 cm., alcanzo una mayor altura con respecto a los demás tratamientos T3 (57.76 cm.); T1 (52.63 cm.); T4 (50.09 cm.); T5 (44.72 cm.), Por esta razón que el tratamiento T2 es el que obtuvo mayor altura en comparación con los demás tratamientos como lo menciona **Piñuela 2001**, el humus presenta hormonas que aceleran la germinación de las semillas, elimina el impacto del transplante y estimula el crecimiento de la planta, y acorta los tiempos de producción y cosecha. Así mismo **Ríos (1993)** menciona que el Humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de las plantas y la acción benéfica del nitrógeno.

Además para que el humus tenga efectividad en dicho parámetro se mantuvo la unidad experimental con cobertura muerta que en este caso fue la cascarilla de arroz; tal como lo menciona, **Berkelaar (1998)**, para que la planta crezca exitosamente sobre la tierra, necesita un sistema de raíces saludables y vigorosas debajo de la tierra naturalmente. El secreto del sistema al secano es tener un buen uso de la cobertura muerta de tal forma tener un buen porcentaje de humedad y aireación.

Número de macollos fértiles por golpe.

El cuadro N° 15, muestra el análisis de varianza indica altamente significativo para los tratamientos evaluados para el número de macollos fértiles, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 99.2\%$) y el Coeficiente de Variabilidad (CV= 9.51%). Nos muestran un alto grado de homogeneidad existente en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 16, indica que el tratamiento T3 (6 TM H.L) con un total de 26.42 macollos, alcanzó un mayor número de macollos fértiles con respecto a los demás tratamientos T2 (26.05); T4 (24.62); T1 (23.95); T5 (22.45). Lo que nos demuestra la forma como ha influenciado la incorporación de humus de lombriz para la formación de macollos fértiles gracias a los múltiples beneficios que este aporta al suelo y a la planta como lo menciona, **Gonzalo y Omar (2005)**, el humus, potencia la capacidad de intercambio iónico, lo cual eleva la fertilidad de los suelos y su disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas y a su vez debido a las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

Numero de macollos infértiles por golpe.

El cuadro N° 17, muestra el análisis de varianza, indica altamente significativo para los tratamientos evaluados para el número de vainas, el Coeficiente de Determinación ($R^2 = 84.0\%$) y el Coeficiente de Variabilidad (CV= 45.1%). Nos muestran un alto grado de homogeneidad existente en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro N° 18, indica que el tratamiento T3 (6 TM H.L) con un total de 2.70 alcanzó un menor número de macollos infértiles con respecto a los demás tratamientos T2 (2.80); T4 (2.86); T1 (3.10); T5 (3.42). Lo que nos demuestra la forma como ha influenciado la incorporación de humus de lombriz para la poca formación de macollos infértiles demostrando así que el humus es un gran abono que influye en el mejor desarrollo de los cultivos, gracias a los múltiples beneficios que este aporta al suelo y a la planta como lo menciona, **Gonzalo y Omar (2005)**, el humus, potencia la capacidad de intercambio iónico, lo cual eleva la fertilidad de los suelos y su disponibilidad de nutrientes asimilables por las plantas; además tiende a elevar los niveles de materia orgánica total y humificada, y a su vez debido a las actividades de diferentes enzimas del suelo que favorecerán la disponibilidad de los nutrientes para las plantas

Rendimiento kg. por ha

El cuadro N° 19, nos muestra el análisis de varianza cuyos resultados son altamente significativos para el rendimiento en kilogramos por ha., demostrando un Coeficiente de Determinación ($R^2 = 99.5\%$) y El Coeficiente de Variabilidad (CV=1.0%).El cual nos demuestra un alto grado de homogeneidad en la toma de datos.

La prueba de Duncan que se muestra en el cuadro 20, indican que el tratamiento T3 (6 TM H.L) con un total de 2165.18 Kg/Ha. Fue quien alcanzó un mayor rendimiento con respecto a los demás tratamientos T2

(2079.61 Kg/Ha); T1 (1994.05 Kg/Ha); T4 (9.43 Kg/Ha) y T5 (8.00 Kg/Ha); además como se menciona fue el tratamiento que mayor aplicación de humus de lombriz recibió, y por ende tuvo una mayor proporción de macro nutrientes y micro elementos en comparación con los demás tratamientos. Tal mención lo realiza **Ríos (1993)**; el Humus de lombriz acelera el crecimiento y producción de las plantas la acción benéfica del nitrógeno. Y **Gonzalo y Omar (2005)**, menciona que los niveles de macro nutrientes y micro elementos de los suelos favoreciendo su disponibilidad y asimilación por las plantas.

De la biomasa.

Para la determinación de la biomasa se utilizó el método estadístico de regresión lineal simple cuya variable dependiente fueron los kilogramos por hectárea de biomasa y la variable independiente fueron los días de evaluación. Así mismo se determinó el día exacto en que la planta empieza a crear biomasa utilizando los nutrientes del suelo (es en donde el cultivo muestra su capacidad para la formación de carbono mediante la utilización de los nutrientes del suelo), obteniendo que el tratamiento 3 tuvo un mayor índice en la formación de biomasa, en comparación con el testigo, dicha comparación se menciona en el cuadro N° 22. Así el trabajo realizado por **Sombroek, (1993)**, quien dice que todos los resultados experimentales demuestran que un aumento de la concentración de CO₂ en la atmósfera induce un incremento de la biomasa o de la Red Primaria de Producción por medio de la fertilización con carbono, con un papel muy

importante sobre la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas. La ganancia en la fijación de CO₂ podría ser importante.

Así mismo **Woods, (1998)** asume que el 45 % de la biomasa vegetal total es de carbono, por lo tanto en los bosques existe acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera.

De la captura de carbono

Para la determinación de captura de carbono también se utilizó el método estadístico de regresión lineal simple cuya variable dependiente fueron los kilogramos por hectárea de biomasa y la variable independiente fueron los días de evaluación. Así mismo se evaluó el día exacto para la producción de carbono, lógicamente el tratamiento que mejor resultados arrojó fue el tratamiento 3, ya que fue el tratamiento que mejor captura realizó con referencia al carbono atmosférico, para crear estructura mayor en comparación con el testigo. En el cuadro N° 23 muestra que el tratamiento T3 (6 TM H.L) es el que mayor producción de carbono tiene con 1586.174 kilogramos de carbono en una hectárea seguido del T2 (1407.870), T1 (1274.524), T4 (1196.329) y T5 (1046.439). Estos resultados nos permiten corroborar lo que **PARDE (1980)**, menciona que las plantaciones de especies de rápido crecimiento capturan una considerable cantidad de CO₂, liberando oxígeno a través de la fotosíntesis, proceso en el que participan la energía del sol, el agua de la tierra y el anhídrido carbónico del aire; así mismo **Organización de la Naciones Unidas para la**

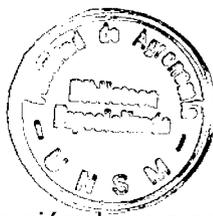
Agricultura y la Alimentación (2005) menciona que la captura de carbono en los suelos agrícolas se contrapone al proceso de desertificación por medio del papel que juega el incremento de la materia orgánica sobre la estabilidad de la estructura, resistencia a la erosión hídrica y eólica; y a la retención de agua, al aspecto esencial de la cobertura de la superficie del suelo directamente por las plantas o por los residuos de las plantas o cobertura muerta, para prevenir la erosión e incrementar la conservación del agua.

Relación beneficio / costo

En el cuadro numero 24 nos muestra el análisis económico de los tratamientos (rendimiento Kg/Ha.) observando que el costo de producción tiene una variación entre 3068.29 y 1329.49. El mayor beneficio neto presentó el tratamiento T1 con 426.17; mientras que el tratamiento T5 tiene el menor beneficio neto con -1319.89. En relación al beneficio costo los tratamientos con humus de lombriz fueron los más económicos, respecto al testigo químico y al testigo absoluto; el tratamiento mas económico fue el tratamiento T1 con 1.22, lo que significa que por cada sol invertido se obtuvo una cierta ganancia, y el tratamiento T5 logro menor beneficio/costo lo cual fue de 0.007 demostrando así que no se obtuvo ganancias como lo demuestra el trabajo realizado por **PRETELL (2002)**, respecto al análisis económico menciona que los tratamientos con mayores rendimientos tienen costos mas elevados, por consiguiente una rentabilidad negativa , de ahí que el tratamiento que alcanzó al más alto

rendimiento no constituye el más rentable. Es importante apreciar que la rentabilidad de los cultivos ha sido incrementada con la utilización del humus en su dosis más alta T3 6TM H.L /Ha, esto se da porque el humus tiene una composición muy rica y parece que el Nitrógeno es considerado como el componente más esencial para mejorar la calidad y rentabilidad.

En el cuadro N° 25 que es la proyección a una segunda campaña nos muestran el análisis económico de los tratamientos (rendimiento Kg/Ha.). Observando que el costo de producción tiene una variación de 962.28 para los tres tratamientos en cual se emplearon humus de lombriz. El mayor beneficio neto presentó el tratamiento T3 con 1635.54; mientras que el tratamiento T1 tiene el menor beneficio neto con 1430.58. En relación al beneficio/costo; los costos de producción de los tratamientos con humus de lombriz fueron los menos económicos respecto al testigo químico y al testigo absoluto mencionados en la primera campaña, pero con la proyección para una segunda campaña el tratamiento más económico fue el tratamiento T3 con 2.70, y el tratamiento T1 logró menor beneficio/costo lo cual fue 2.50, corroborado por **Suquilanda, (2005)**. Quien menciona que el humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos porque es un abono orgánico, al ser un producto natural, este se adapta a cualquier tipo de cultivo. La principal ventaja del humus de lombriz es que aumenta la calidad y mejora las condiciones del suelo, esto hace que el suelo retenga mayor humedad y se establezca el pH del suelo.



VIII. CONCLUSIONES

- En cuanto a la regresión, lo que se refiere a la captura de carbono para la producción de biomasa mediante la fijación de CO₂, se obtuvo que dicha captura se realiza a partir de los 29 días después de la siembra, siendo el que mayor captura realizó el T3 (6 TM H.L/Ha) en comparación a los demás tratamientos.
- Con respecto al rendimiento el tratamiento que mejor resultado obtuvo fue el T3 con 2165.18 Kg/Ha en comparación con el tratamiento T5 (absoluto) con 8.00 Kg/Ha y T4 (químico 125-90-90) con 9.43 Kg/Ha. Como se muestra en el cuadro 20 de la prueba de duncan.
- Además el tratamiento que obtuvo mayor número de granos llenos fue el tratamiento 3 con un promedio de 189.90 por panoja, el cual fue el indicador de su alto rendimiento.
- La aplicación de cobertura muerta al suelo (cascarilla de arroz), hizo que tanto el humus como el suelo mantengan cierto grado de humedad, lo cual era aprovechado por la planta para un mejor desarrollo y de tal manera los nutrientes que contiene el humus sean aprovechados por dicho cultivo.
- El humus de lombriz, permite mejorar tanto la estructura del suelo como la textura de la misma, y a su vez el agricultor evita de estar aplicando químicos como fertilizantes ya que el humus cuenta con nutrientes que



son favorables para los cultivos que se siembran, y es una práctica orgánica libre de cualquier sustancia dañina para la salud.

- En cuanto al análisis económico nos muestra que en la primera campaña no se obtuvo ganancia significativa en 4 tratamientos obviando al T1 que se tuvo cierta ganancia con respecto a los demás ya que el costo del humus de lombriz elevó el costo de producción, siendo en ese caso el tratamiento T1 el que más valor obtuvo en la relación beneficio /costo.

Se elaboró un costo de producción proyectado a una segunda campaña, en la que si se obtiene resultados positivos en la relación beneficio/costo, basándose en la revisión de bibliografía que habla de la residualidad del humus de lombriz

IX. RECOMENDACIONES



- El uso de mayor dosis de humus de lombriz implica una mayor fijación de CO₂ atmosférico, por ende contribuye a mitigar el impacto que se ocasiona por la excesiva emanación de CO₂ que se da mediante industrias y los vehículos motorizados, y también por parte de la naturaleza misma.
- En lo más preferente se recomienda realizar fertilización con humus de lombriz debido a que es un mejorador de suelo debido a su alto contenido de macro nutrientes y micro elementos, y a su vez ayuda tanto estructuralmente como texturalmente, además que es saludable para la salud del hombre ya que es un producto netamente orgánico.
- El uso de cobertura es esencial en los cultivos de secano para mantener la humedad necesaria para las plantas que necesitan este vital elemento de la naturaleza.
- Al realizar el análisis costo-beneficio, es recomendable hacerlo con proyección hacia una segunda campaña, ya que dicho análisis permitirá demostrar la utilización de humus de lombriz a largo plazo, debido a que tiene un poder de residualidad promedio de 3 años y eso a su vez disminuye el costo de aplicación en comparación a las aplicaciones que se realiza con abonos inorgánicos que son mas costosos y perjudicial para la integridad del ser humano. Dicha

proyección dará una visión mas clara al agricultor en cuanto disminuye el costo de su inversión y la ganancia que el obtendrá.

- Se recomienda seguir con los trabajos de investigación en el área en el cual se ejecutó dicha investigación para que de esta manera se tenga mayor conocimiento sobre el poder residual que tiene el humus de lombriz y como mejora estructuralmente y texturalmente el suelo.



IX RESUMEN.

El trabajo de estudio “**DOSIS DE HUMUS DE LOMBRIZ Y SU RESPUESTA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), VARIEDAD CAROLINO BAJO CONDICIONES DE SECANO**”; cuyos objetivos fueron Cuantificar la fijación de C (carbono), la producción de biomasa y el rendimiento en el cultivo de arroz con 03 dosis de abonamiento con humus de lombriz. Así mismo realizar el análisis económico de cada uno de los tratamientos. Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo Miraflores ubicado a 3.5 kilómetros de Tarapoto sector la Banda De Shilcayo propiedad de la Universidad Nacional de San Martín. El diseño experimental empleado en este trabajo fue de un Diseño de Bloques Completamente Al Azar con 5 tratamientos y cuatro repeticiones. Los parámetros a evaluar fueron Altura de planta, número de macollos fértiles e infértiles por golpe, resistencia al acame, habilidad de macollamiento, número de días al 50% de floración, tamaño de la panoja, número de granos por panoja (vanos y llenos), peso de 1000 granos, incidencia de plagas, rendimiento en kilogramos por hectárea, análisis económico y la biomasa producida por cada uno de los tratamientos de las cuales los tratamientos que tenían dosis de humus de lombriz fueron los que mejores resultados dieron en cuanto a producción, altura de planta, número de granos vanos y llenos, numero de macollos fértiles e infértiles por golpe, peso de 1000 granos y producción de biomasa; a su vez mejoro la textura, pH, cantidad de M.O. del suelo.

En cuanto a la relación beneficio/costo se logró obtener un beneficio recién en la segunda campaña ya que el costo del humus de lombriz en esta no se

contemplo su aplicación, obteniendo el tratamiento 3 (6 TM H.L) con un beneficio de S/. 1653.54 y el tratamiento 1 con S/. 1430.58 respectivamente asumiendo que el poder de residualidad del humus de lombriz es de un promedio de tres años según las investigaciones realizadas en otros cultivos.

XI ABSTRACT.

Paper study "DOSE OF HUMUS OF LOMBRIZ AND RESPONSE IN THE PRODUCTION OF BIOMASS AND PERFORMANCE IN THE CULTIVATION OF RICE (*Oryza sativa*), VARIETY CAROLINO UNDER CONDITIONS OF DRYLAND; whose objectives were to quantify fixing C (carbon), biomass production and yield in rice cultivation with 03 doses of abonamiento with earthworm humus. Likewise perform the economic analysis of each of the treatments. This research work was carried out in the Miraflores fundo located 3.5 kilometers Tarapoto sector Band of Shilcayo owned by the National University of San Martin. The experimental design used in this study was a design Completely Random Blocks with 5 treatments and four replicates. The parameters evaluated were to plant height, number of bunches fertile and infertile by coup, resistance to lodging, ability to macollamiento, number of days to 50% blooming size of the ear, the number of grains per ear (in vain and full) , the 1000 grain weight, incidence of pests, in kilograms per hectare yield, economic analysis and biomass produced by each of the treatment of which treatment they had doses of earthworm humus were those who gave better results in terms of production , plant height, number of grains and filled in vain, number of bunches fertile and infertile by blow, weight of 1000 grains and biomass production; you see improvements to their texture, pH, amount of M.O. Soil.

As for the cost-effective achievement was making a profit until the second round because the cost of earthworm humus not look at this application, obtaining treatment 3 (6 TM H.L) with a gain of S/. 1653.54 and treatment 1

with S/. 1430.58 respectively assuming that the residual power of the earthworm humus is an average of three years, according to research conducted in other crops.

XII 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 Págs. 8-9.
2. ALEMÁN. L, M. SOCORRO, S. SÁNCHEZ 1999. El cultivo de arroz en Cuba. Instituto de Investigación de Arroz. MINAGRI. Págs. 13-14
3. ALVA, A. 2000. Manejo Integrado del Cultivo de Arroz. Lambayeque – Perú. 358 p. Fertilización Nitrogenada del Arroz. Guía de estudio. Cali – Colombia. CIAT. 40 p. CENTRO INTERNACIONAL DE LA AGRICULTURA TROPICAL. 1983
4. AZCÓN, J Y TALÓN, M 1997. (eds.). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana, Edicions Universitat de Barcelona, 2000. Pág. 51
5. BERKELAAR, D 1998. El cultivo de arroz y usos. Págs. 89 – 100.
6. Centro de Investigación y Desarrollo. Lombricultura S.C.I.C 2001. Pág. 24
7. CHANG TE-TZU and ELISEO A. BARDENAS. 1995 The Morphology and Varietal Characteristics of the rice plant. IRRI. Tech. Bull. 4.. Págs. 23-25.
8. CIIFAD: Instituto Internacional de Cornell para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación. 2001. Pág. 45
9. ECHARRI, L. 1998 (CIENCIAS DE LA TIERRA Y E MEDIO AMBIENTE). Pág. 14
10. ERTIC: ESTABLECIMIENTOS RURALES DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN 2001. Págs. 30-32

11. GONZALO BERNAZA Y OMAR PÁEZ. 2005 EL Humus una Alternativa a la Agricultura Orgánica.. Pág. 8 – 11.
12. GRAU, F.G. 1988. EL ARROZ UNA ALTRERNATIVA PARA LA ALIMENTACIÓN. pág. 6 - 11
13. HERNÁNDEZ, G. R. 2001. Fotosíntesis. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pág. 41. Universidad de Los Andes - Mérida – Venezuela. e-mail: rubenhg@ula.ve.
14. MINAG – DGPA 2004. MINISTERIO DE AGRICULTURA. Instituto de Pastos y Forrajes “Niña Bonita.
15. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) 2005. Recursos Naturales y Medio Ambiente.
16. PARSONS M, 2001. Et – al: “Arroz” Manuales para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas.2001. Pág.38
17. PARDE, P “La Fotosíntesis y el Carbono Ambiental”. 2001. Pág. 21-24
18. PRETELL, J “Rentabilidad del Arroz” 1999. Pág. 33
19. PIÑUELA, J, “El Humus de Lombriz. 2001. Págs. 23 – 28.
20. PINTO, C. M. 1983. “Fisiología de la Producción Vegetal”. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Departamento de Producción Agrícola. Santiago de Chile – Chile. Pág. 57 – 71.
21. Programa de Investigaciones en Arroz - PIA/Comités Regionales y Departamentales de Semillas. 2001.
22. RIOS, P. 1993”Producción de Arroz” Biblioteca Agropecuaria del Perú. NETS Editores. Págs. 16-17

23. SALAZAR, 2002, Calificaciones del riesgo del proyecto de captura de carbono para mejorar valor-precio de sus CERs. En: Valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales en el Perú. INAENA, IRG y USAID. Págs. 42-45
24. SALISBURY, F Y ROSS, C. 1994 Fisiología Vegetal. México:. (Traducción de la 4ª edición original en inglés: Plant Physiology. Wadsworth, 1992; existe también una reedición de la versión española en tres volúmenes: Madrid: Paraninfo, 2000). Págs. 30-33
25. SOLÓRZANO. A 1993. EL CULTIVO DE ARROZ. Pág. 102.
26. SOMBROEK, R. 1993. Contenido de CO2 atmosférico. Págs. 154-155
27. SUQUILANDA, Manuel, 2005. Serie de agricultura orgánica, Primera edición, UPS ediciones, Pág. 180
28. SWIFT 1994 determinación de Biomasa Foliar en Plantas Forestales. Págs. 43-46 UNEP (United Nations Environment Programme) 1992. Manejo de Plantaciones Forestales. Págs. 34-36.
29. TISDALL Y OADES 1982; ROBERT Y CHENU 1991 Propiedades Físicas del Suelo. Pág. 30
30. WOODS 1998. Determinación de Biomasa. Págs. 21-25
31. YUSTE, PAZ Mª. 1998. Biblioteca de la Agricultura. Editorial LEXUS. Barcelona – España. Pág. 650.

LINKOGRAFÍA

www.sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeeef1ec61030822a9a09/HUMUS_DE_LOMBRIZ.pdf.

www.sia.huaral.org

www.pes.fvet.edu.uy/cienmar.

www.es.wikipedia.org/wiki/Biomasa.

www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd55/secano

www.fai.unne.edu.ar/biologia/planta/cicloge

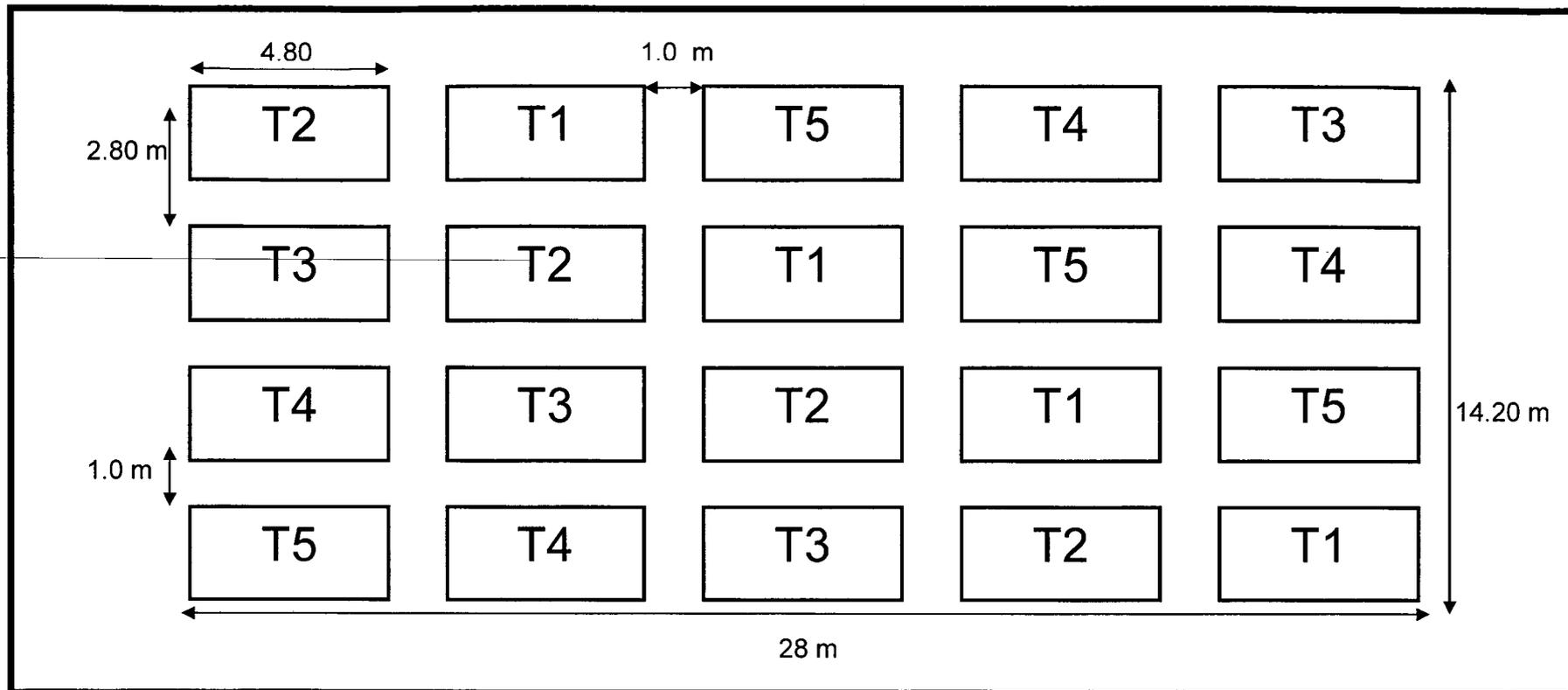
www.fedearroz.com.co/arroz

www.regionsanmartin.gob.pe

www.Induarroz.com

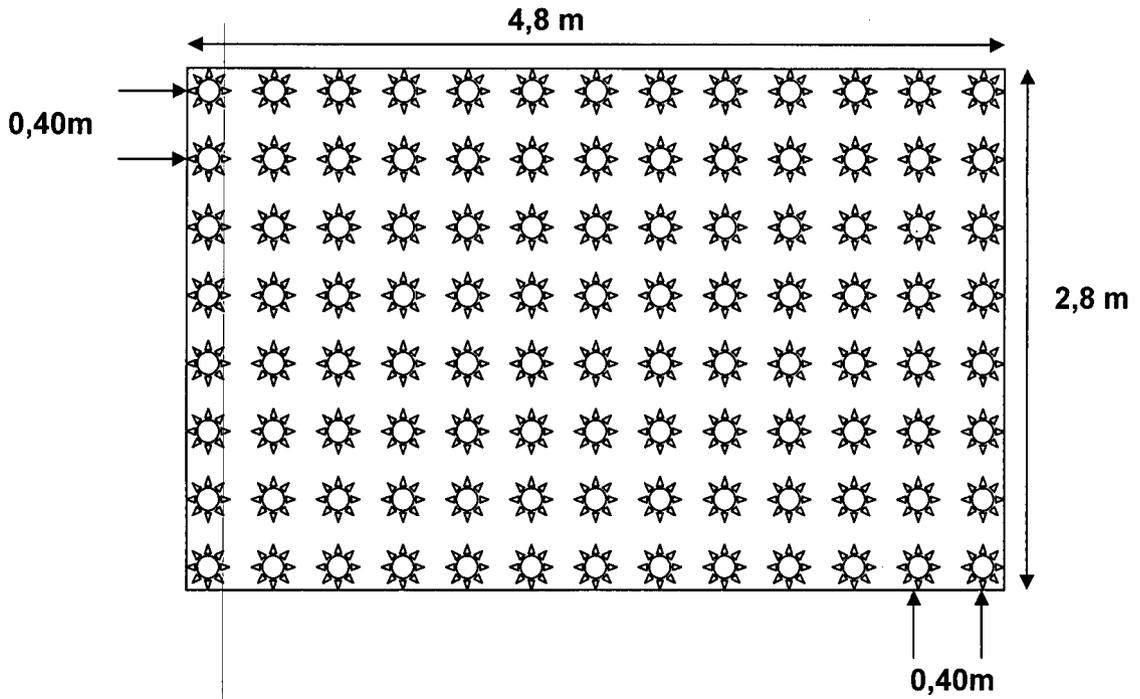
www.geocities.com/raaaperu/ao.html.humus

ANEXO



- Área Experimental : 397.6m²
- Ancho del área : 14.20m
- Largo del área : 28.0m
- Distancia entre bloques : 1.0m
- Distancia entre unidades : 1.0m
- Unidad experimental : T ...

UNIDAD EXPERIMENTAL



Golpe en cada unidad	: 
Área de la unidad experimental	: 13,44m ²
Largo de la unidad	: 4,8m
Ancho de la unidad	: 2,8m
Total de golpes por unidad	: 104
Distanciamiento entre golpes	: 0,40m x 0,40m

CUADRO N° 27.

Días en el cual la planta empieza a capturar carbono.

CARBONO									
	T1		T2		T3		T4		T5
29		14.033		0.065		6.746		3.217	
30		31.300		19.350		28.382		19.561	13.239
32		65.834		57.920		71.654		52.249	41.939
42		238.504		250.770		288.014		215.689	185.439
56		480.242		520.760		590.918		444.505	386.339
63		601.111		655.755		742.370		558.913	486.789
70		721.980		790.750		893.822		673.321	587.239
84		963.718		1060.740		1196.726		902.137	788.139
91		1084.587		1195.735		1348.178		1016.545	888.589
102		1274.524		1407.870		1586.174		1196.329	1046.439

CUADRO N° 28.

Días en la cual la planta empieza a fijar CO2

CO2									
	T1		T2		T3		T4		T5
29		1.170		0.003		0.565		0.268	
30		2.609		1.610		2.368		1.630	1.109
32		5.487		4.824		5.974		4.354	3.501
42		19.877		20.894		24.004		17.974	15.461
56		40.023		43.392		49.246		37.042	32.205
63		50.096		54.641		61.867		46.576	40.577
70		60.169		65.890		74.488		56.110	48.949
84		80.315		88.388		99.730		75.178	65.693
91		90.388		99.637		112.351		84.712	74.065
102		106.217		117.314		132.184		99.694	87.221

Análisis de suelo. (Primer análisis)

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

ANÁLISIS DE SUELO: CARACTERIZACION

Procedencia: Fundo Miraflores

Departamento: San Martín

Provincia: San Martín

Distrito: Banda de Shilcayo

Referencia: Tesis (Área del experimento)

CUADRO 29: Primer Análisis de Suelo

N° DE MUESTRA		ANÁLISIS MECANICO					pH	M.O. %	P ppm	K ₂ O Kg./Ha.	CAMBIABLES				
Lab.	Campo	C.E.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura					CIC	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺
											meq./100gr. De Suelo				
01	Tesis	0.73	69.2	12.0	18.8	Franco Arcillo Arenoso	5.02	2.83	8.5	91	7.79	2.5	0.5	0.09	4.7

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN MARTIN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

ANÁLISIS DE SUELO: CARACTERIZACION

Procedencia: Fundo Miraflores

Departamento: San Martín

Provincia: San Martín

Distrito: Banda de Shilcayo

Referencia: Tesis (Área del experimento)

CUADRO 30: Segundo Análisis de Suelo

N° DE MUESTRA		ANÁLISIS MECANICO					pH	M.O. %
Lab.	Campo	C.E.	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura		
01	T1	0.44	76.8	8	11.2	Franco arenoso	5.42	3.8
02	T2	1.08	78.8	8.6	11.2	Franco arenoso	5.70	3.9
03	T3	1.23	82.2	12	13.2	Franco arenoso	6.64	4.0
04	T4	1.14	76.8	10	10.2	Franco arenoso	5.86	3.5
05	T5	0.43	76.8	8	9.6	Franco arenoso	5.24	3.6