



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

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



TESIS

“ABONAMIENTO FOLIAR ORGÁNICO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ SUAVE (*Zea mays* L) RAZA PIDICINCO- BANDA DE SHILCAYO-SAN MARTÍN”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

DAYANI SHIRLEY ROMERO VELA

TARAPOTO – PERÚ

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS



TESIS

"ABONAMIENTO FOLIAR ORGÁNICO EN LA PRODUCCIÓN DE BOMASA Y
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ SUAVE (*Zea mays* L) RAZA
PICINCO- BANDA DE SHLCAYO-SAN MARTÍN"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER

DAYANISHIRLEY ROMERO VELA

Ing. MSc. ORLANDO RÍOS RAMÍREZ
PRESIDENTE

hg.MSc. CÉSAR CHAPPA SANTA MARÍA
SECRETARIO

Ing. SEGUNDO MALDONADO VÁSQUEZ
EMBRO

hg.ELIA ORESFLORES
SESOR

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con todo el amor del mundo, a mi esposo y a mis adorados hijitos: ARIAN y VALENTINA, por el amor incondicional y la alegría que me brindan todos los días.

A mis queridos padres ANGEL ROMERO RUÍZ y DELFINA VELA RÍOS, a mis hermanos JHANET, MAIRY, JHINJHER, ANJHINSON y ANJHIE, por el apoyo, confianza y aliento que me brindaron a lo largo de mis estudios.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-----------|
| I.-INTRODUCCIÓN | 1 |
| II.-OBJETIVOS | 3 |
| III.-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | |
| 3.1 Clasificación taxonómica del maíz | 4 |
| 3.2 Botánica general del maíz | 4 |
| 3.3 Condiciones agroecológicas | 6 |
| 3.4 Concepto de productos orgánicos | 6 |
| 3.5 Fotosíntesis | 7 |
| 3.6 Asimilación del CO ₂ y carboxilaciones fotosintéticas | 7 |
| 3.7 Concentración de carbono en los seres vivos | 8 |
| 3.8 La respiración del cultivo | 8 |
| 3.9 Transporte de asimilados | 10 |
| 3.10 Transpiración | 11 |
| 3.11 Biosíntesis | 13 |
| 3.12 Acción de los cloroplastos en la fijación de CO ₂ y producción de biomasa | 14 |
| 3.13 Conceptos de biomasa | 15 |
| 3.14 El carbono | 17 |
| 3.15 Principales consecuencias e impacto de la captura de carbono | 19 |
| 3.16 Costos de carbono | 23 |
| 3.17 El biol como fertilizante foliar | 24 |
| IV.-MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 4.1 Materiales | 28 |
| 4.2 Metodología | 30 |
| V.-RESULTADOS | 40 |
| VI.-DISCUSIONES | 53 |
| VII.-CONCLUSIONES | 63 |
| VIII.-RECOMENDACIONES | 65 |
| IX.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 66 |
| RESUMEN | 70 |
| SUMMARY | 71 |
| ANEXO | 72 |

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de hacer realidad mi sueño anhelado de ser profesional.

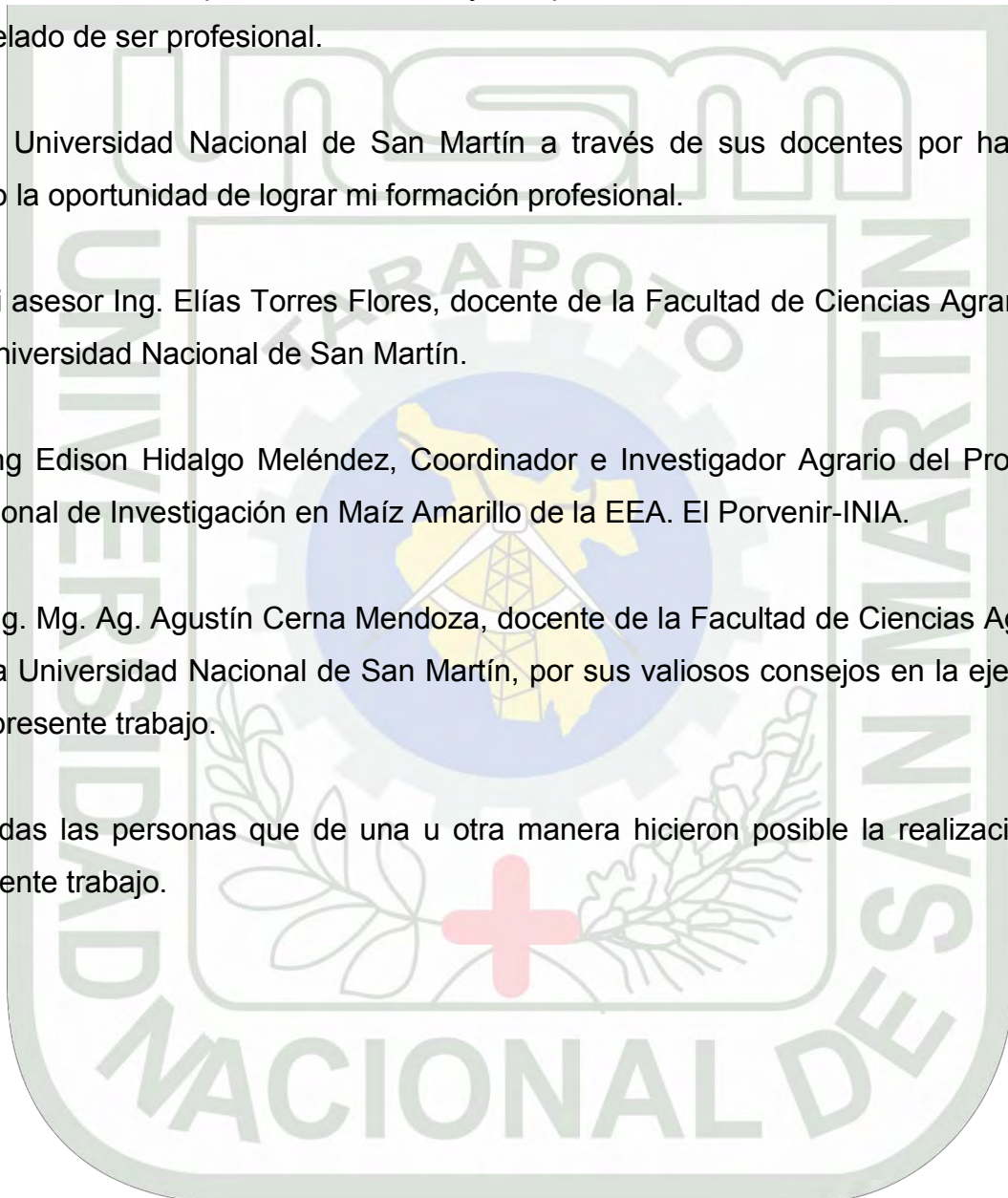
A la Universidad Nacional de San Martín a través de sus docentes por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Elías Torres Flores, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín.

Al Ing Edison Hidalgo Meléndez, Coordinador e Investigador Agrario del Programa Nacional de Investigación en Maíz Amarillo de la EEA. El Porvenir-INIA.

Al Ing. Mg. Ag. Agustín Cerna Mendoza, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Martín, por sus valiosos consejos en la ejecución del presente trabajo.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible la realización del presente trabajo.



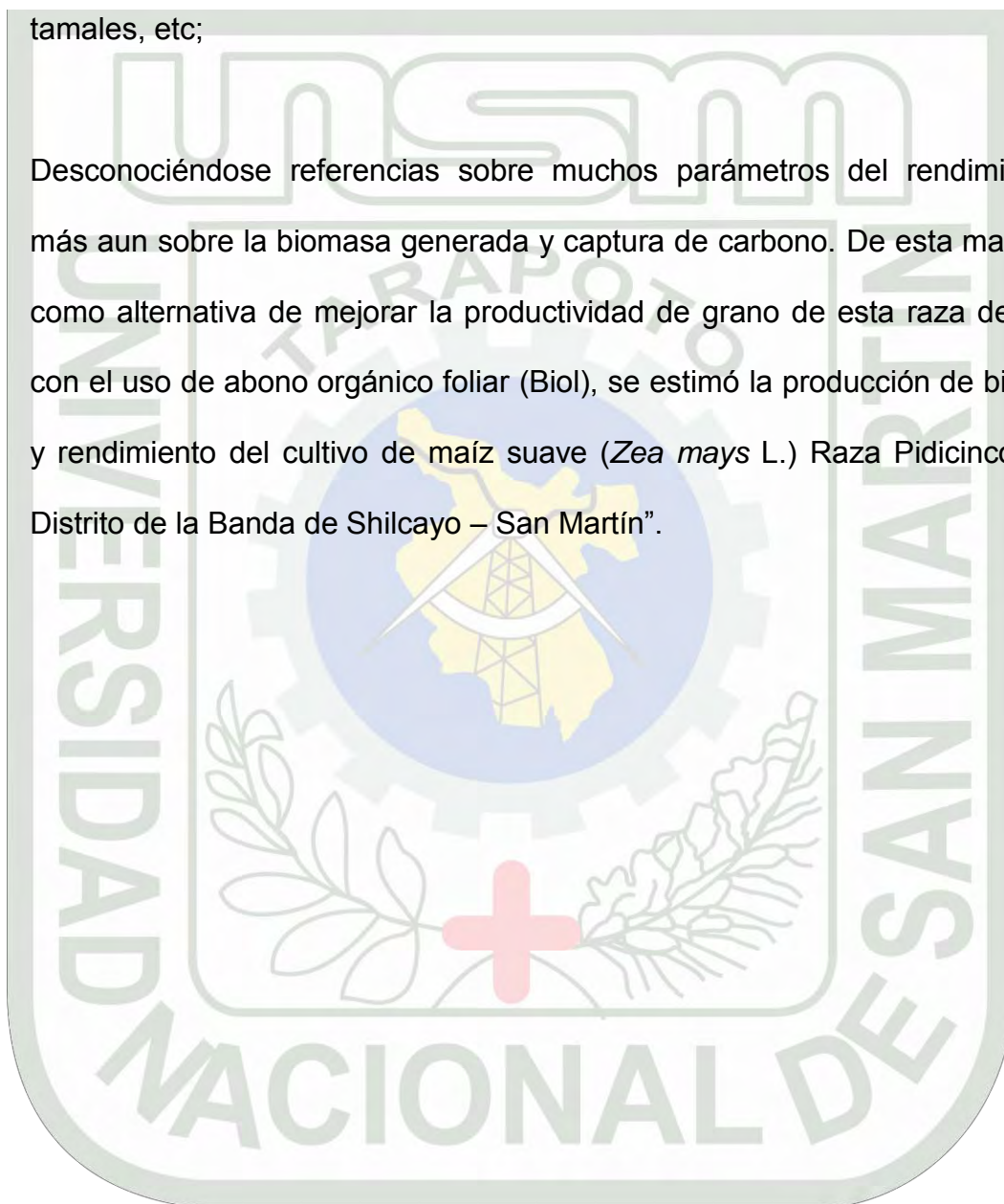
I. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es un fenómeno alarmante, de consecuencias desastrosas, entre cuyas causas se encuentran las altas concentraciones de gases “de invernadero” (en especial el bióxido de carbono, CO₂), derivadas básicamente de la actividad humana. Con la firma del Protocolo de Kioto en 1997, quedo establecido el Convenio Marco sobre Cambio Climático de la **ONU (UNFCCC)**. El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre. De esta manera, se inicio en todos los países firmantes una corriente nueva de investigación tendiente a estimar la captura de carbono por las diferentes plantas cultivadas o no, en los diferentes ecosistemas, con la posibilidad de establecer un comercio de emisiones entre países industrializados, utilización de ciertos ecosistemas como almacenes de carbono asignándoles valores que serian pagos por los países industrializados, etc.

En el Perú, el maíz es un cultivo utilizado en diferentes ecosistemas de producción de la sierra costa y selva, tanto las variedades de maíz amarillo duro así como las amiláceas. En la región de la Selva se cultiva una de las

razas de maíz, el Pidicinco, en forma tradicional con rendimientos bajos de 0,5 a 1,0 T/ha (Información verbal de agricultores, 2008), con uso exclusivo para consumo directo, como choclos en cremas, chicha, harinas, humitas, tamales, etc;

Desconociéndose referencias sobre muchos parámetros del rendimiento y más aun sobre la biomasa generada y captura de carbono. De esta manera, y como alternativa de mejorar la productividad de grano de esta raza de maíz, con el uso de abono orgánico foliar (Biol), se estimó la producción de biomasa y rendimiento del cultivo de maíz suave (*Zea mays* L.) Raza Pidicinco en el Distrito de la Banda de Shilcayo – San Martín”.



II. OBJETIVOS

2.1. Determinar el efecto de tres (03) dosis de biol en el rendimiento del maíz suave raza Pidicinco en la Banda de Shilcayo – San Martín.

2.3 Realizar el análisis económico de todos los tratamientos evaluados.



III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

Taba (1995) indicó la taxonomía y denominación de la especie *Zea mays*. La misma fue clasificada por Linneo y aparece como *Zea mays* L.

Illis y Doebley (1980) la denominan *Zea mays* L ssp. *mays*.

Strasburger (1984), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Familia: Poaceae

Tribu : Maydeae

Raza: Pidicinco

Género: *Zea*

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays*

Nombre común: maíz suave amiláceo, maíz suave, maíz amarillo suave, polvo sara.

3.2. BOTÁNICA GENERAL DEL MAÍZ SUAVE

En la Cuenca Amazónica el grupo racial predominante es denominado Coroico, Pidicinco en el Perú, Pojoso en Bolivia y Entrelazado en Brasil (Cutler, 1946).

RUIZ (2007), reporta la caracterización del maíz suave raza pidicinco para ecotipos locales de las provincias de Lamas, Picota, El Dorado y San Martín:

| | | |
|--|---|------------------------|
| Altura de planta | : | 212 cm |
| Atura a la mazorca | : | 134 cm |
| Días a la floración masculina | : | 55-57 días |
| Días a la floración femenina | : | 56-58 días |
| Textura de las brácteas | : | Rugosa |
| Color predominante de las brácteas | : | Morado |
| Longitud de las brácteas | : | 30-35 cm |
| Número de brácteas por mazorca | : | 5,0 a 7,0 |
| Longitud del pedúnculo de la mazorca | : | 1,5 a 2,5 cm |
| Número de nudos del pedúnculo de la mazorca: | | 2.0 a 4.0 |
| Forma predominante de la mazorca | : | Ligeramente Cónica. |
| Disposición de las hileras | : | Ligeramente Curvas |
| Número de hileras | : | 09 a 12 |
| Número de granos por hilera | : | 08 a 39 |
| Longitud de la mazorca | : | 18 a 24 cm |
| Diámetro de la mazorca | : | 3,2 a 3,6 cm |
| Peso de la mazorca | : | 95 – 121 gr. |
| Número de granos por mazorca | : | 250 a 400 |

3.3. CONDICIONES AGRO ECOLÓGICAS

a. **Clima.** El maíz es una planta de climas cálidos por lo cual sus exigencias en temperaturas son altas. Son imprescindibles un mínimo de 10°C para la siembra, 15°C para la germinación y no menos de 18°C para la floración, aunque la temperatura ideal durante el crecimiento está comprendida entre los 24°C – 30°C. (Biblioteca De La Agricultura, 1998).

b. **Suelo.** El maíz se adapta muy bien a suelos neutros y ligeramente ácidos (pH 6 a 7). Quizá la única limitación estriba en los suelos demasiado calizos y muy alcalinos, que pueden bloquear la disponibilidad de ciertos micro elementos (Biblioteca De La Agricultura, 1998).

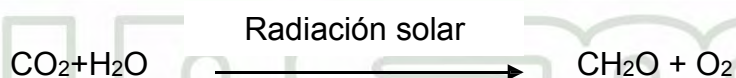
c. **Agua.** La cantidad de agua a emplear en el maíz raza Pidicenco por hectárea es de 5 000 m³/ha (Pinto, 1994).

3.4. CONCEPTO DE PRODUCTOS ORGÁNICOS

Se consideran "orgánicos" aquellos alimentos, en general vegetales y frutas que en ninguna etapa de su producción intervienen fertilizantes, herbicidas o pesticidas químicos, así como tampoco en los suelos donde son cultivados (www.infoagro.com).

3.5. FOTOSINTESIS

Saldívar, 1994; afirma que la fotosíntesis es un proceso formado por reacciones en cadena, las cuales se tiene en la siguiente ecuación:



El carbono que se encuentra en la atmósfera y se transforma gran parte de este en sustancias de reserva y en tejidos, mediante el proceso de la fotosíntesis, se desarrolla en 2 etapas:

Etapa clara. Requiere energía de la luz para fabricar moléculas portadoras de energía a usarse en la segunda etapa (Etapa oscura).

Etapa oscura. El anhídrido carbónico de la atmosfera es capturado y modificado por la adición de hidrogeno para formar carbohidratos.

La transformación del anhídrido carbónico de la atmósfera en un compuesto orgánico se conoce como “Fijación o captura de carbono” (Gonzales y Raisman, 2000).

3.6 ASIMILACIÓN DEL CO₂ Y CARBOXILACIONES FOTOSINTÉTICAS

La síntesis de hidratos de carbono en las células fotosintéticas, se lleva a cabo a partir de la energía almacenada en el ATP y el NADPH₂ formado durante los procesos fotoquímicos y el carbono extraído de su forma oxidada (Pinto, 1994)

3.7 CONCENTRACION DE CARBONO EN LOS SERES VIVOS

En la planta la concentración de carbono (C) es alrededor de 40% lo que demuestra la capacidad formidable de la fotosíntesis para concentrar carbono en los tejidos vegetales. La tasa de concentración o tasa de crecimiento debe ser mantenida por una adecuada tasa de absorción del CO₂, proceso que en los cultivos está condicionado tanto por factores del medio ambiente como por factores propios del vegetal (Pinto, 1994).

3.8 LA RESPIRACION DEL CULTIVO

La energía lumínica se capta en la fotosíntesis, se almacena en carbohidratos y otros compuestos y vuelve a estar disponible en forma de ATP que se produce en la respiración (Jensen-Salisbury, 1994)

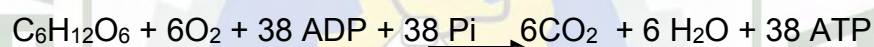
Desde el punto de vista eco fisiológico, la respiración ha sido por lo general, considerada como una fotosíntesis negativa, es decir, una pérdida neta del carbono asimilado. Valores de 30, 40 y hasta 60% de pérdidas con respecto a la asimilación bruta. Debido a esto, es que en gran medida, los esfuerzos destinados a mejorar la productividad de los cultivos a orientado a disminuir las pérdidas por respiración, estas pérdidas ha sido por lo general asociados a la biomasa acumulada y al índice de área foliar (IAF) (Tanaka, 1972).

Las pérdidas por respiración, ya sea por crecimiento o manutención, dependen en gran medida del tipo de material que se está sintetizando.

La síntesis de los diferentes componentes de la biomasa se puede considerar que tienen un origen común en la glucosa y que el proceso responsable de la transformación de este substrato es la respiración.

Por cada mol de glucosa desdoblado se produce 38 ATP. Pero además de la energía, la naturaleza anfibólica del ciclo de Krebs, hace que el proceso respiratorio sea también el centro generador de compuestos intermediarios en la síntesis de los principales constituyentes de la biomasa vegetal, proteínas, lípidos, glúcidos, ácidos orgánicos, lignina, etc (McCree, 1996).

La ecuación global de la respiración es la siguiente:



Esta ecuación global solo relaciona la respiración con la reducción de la energía y muestra 2 fenómenos fisiológicos que la identifican: La absorción de oxígeno y la liberación de CO₂.

Cinco procesos relacionados con el crecimiento de los vegetales, involucran una liberación de CO₂ y un consumo de oxígeno.

1. Procesos relacionados con la transformación de la glucosa en material más estable y por lo tanto, muy relacionado con el crecimiento.
2. Procesos relacionados con la mantención de las estructuras existentes. En tejidos en crecimiento (plantas jóvenes), la

manutención posee un costo pequeño, pero en plantas adultas o en condiciones de déficit hídrico o salinidad, esto puede llegar a ser considerable.

3. El transporte activo de sustancias orgánicas es otro proceso relacionado con el consumo de sustrato y, por lo tanto, con la liberación de CO_2 y el consumo de oxígeno.

4. Existe también la llamada “respiración de lujo” que por lo general se detecta en vegetales en condiciones de “stress” por salinidad. En este caso la liberación de CO_2 o el consumo de oxígeno no están asociados a la producción de ATP y por lo tanto, no se conoce una finalidad aparente para este proceso.

5. Otro proceso ligado al intercambio gaseoso es la foto respiración. Sin embargo, en este caso la liberación de CO_2 y el consumo de oxígeno obedece a procesos metabólicos totalmente distintos a aquellos destinados para la producción de ATP (Pinto, 1994)

3.9 TRANSPORTE DE ASIMILADOS

Los nutrientes se transportan por la corteza, en el floema. Generalmente, la savia del floema se transporta desde las partes de la planta en donde se están produciendo o liberando los productos asimilados (las hojas u órganos de almacenamiento) hacia las regiones que emplean esos productos para el crecimiento y otras actividades

metabólicas, o hacia órganos de almacenamiento (normalmente, tallos, hojas jóvenes, flores, frutos y raíces) (Jensen-Salisbury, 1994).

En la mayor parte de las especies el transporte se lleva a cabo con mayor rapidez cuando la fotosíntesis se está realizando más activamente. Los azúcares se desprenden de las células a una velocidad casi igual a la velocidad con que son producidos, aunque algunos azúcares se convierten en almidón durante el día, y nuevamente en azúcar durante la noche, para su transporte (Jensen-Salisbury, 1994)

3.10 TRANSPIRACION

En las plantas, es la pérdida de agua en forma de vapor a través de los estomas, cutícula, y la peridermis (superficie suberizada con lenticelas).

Se ha estimado que una planta de maíz debe transpirar 600 Kg de agua para producir un Kg de granos de maíz seco, y para producir un Kg de biomasa seca (incluyendo hojas, tallos y raíces) debe transpirar 225 Kg de agua. De la cantidad total de agua que es absorbida del suelo, transportada en el tallo y transpirada hacia la atmósfera, solamente una fracción muy pequeña de 1% se incorpora a la biomasa.

Casi toda el agua que se pierde por la hoja lo hace a través de los poros del aparato estomático, que son más abundantes en el envés de la hoja. Las hojas pierden agua irremediamente a través de los poros estomáticos, como consecuencia de la actividad fotosintética de las células del mesófilo. Sí los estomas no se abren no penetra el CO₂

requerido para la fotosíntesis por las células del parénquima clorofílico. La apertura y cierre estomático varía con un ritmo circadiano (día / noche). La luz normalmente induce, a través de una elevación del potencial hídrico la apertura estomática. La apertura estomática ocurre cuando disminuye la concentración de CO₂ en la célula guardián como resultado de la fotosíntesis, mientras que se cierra al aumentar esta concentración, inclusive en presencia de luz. Las células guardianes son muy sensibles al estrés hídrico (Hernández, 2007).

Frecuencia de estomas en el envés de la hoja de algunas especies

| Especie | Estomas por cm ² |
|--------------------------|-----------------------------|
| <i>Allium cepa</i> | 17500 |
| <i>Zea mays</i> | 10800 |
| <i>Helianthus annuus</i> | 17500 |
| <i>Vicia faba</i> | 7500 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 12000 |

Son muchos los factores que afectan la pérdida de agua por las plantas. Los más importantes son los factores ambientales como: la luz, temperatura, humedad y viento; que afectan directamente la presión de vapor del agua en la hoja y la presión de vapor de agua en la atmósfera. Se ha observado un efecto de las variaciones de los contenidos de humedad del suelo sobre la transpiración. A medida que decrece la humedad del suelo y se aproxima al punto de marchitez permanente (1,5 MPa), la tasa de transpiración disminuye. La radiación solar incidente, tiene un efecto directo sobre la apertura

estomática. Muchos estomas se abre en presencia de la luz, lo que incrementa la transpiración. La transpiración aumenta paralelamente a la radiación solar y la temperatura. La temperatura del agua es el factor que controla la presión de vapor del agua. A medida que aumenta la temperatura, aumenta la presión de vapor de una forma exponencial. La humedad relativa del aire es un factor importante de la transpiración, en relación a la temperatura del aire. La transpiración aumenta a medida que disminuye la humedad relativa del aire a una temperatura dada (Hernández, 2007).

3.11 BIOSINTESIS

Una pequeña porción de energía se capta por medio de las reacciones luminosas de la fotosíntesis y con el tiempo es convertida en energía de enlaces químicos (ATP y NADPH). Esta etapa es crucial: cuando la energía se encuentra en forma de ATP o NADPH, se puede llevar a cabo la biosíntesis. En esa forma, la energía se puede utilizar para construir moléculas orgánicas complejas como las que se producen en las reacciones de síntesis en la fotosíntesis: carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos, etc. Muchas de éstas moléculas se emplean directamente para el crecimiento de la planta: celulosa, lignina, otros componentes de la pared celular, además de las diversas moléculas del protoplasma. Muchas de las moléculas así producidas (frecuentemente la mayor parte de ellas) se transportan como sacarosa u otras sustancias, o se almacenan como almidón, grasas y proteínas (las últimas dos, principalmente en semillas) (Jensen-Salisbury, 1994).

La biosíntesis de elementos carbonados (aminoácidos y azúcares especialmente), necesarios en la elaboración de la biomasa se efectúa a partir del metabolismo de las hexosas (Flanzy, 2003).

3.12 ACCIÓN DE LOS CLOROPLASTOS EN LA FIJACIÓN DE CO₂ Y PRODUCCIÓN DE BIOMASA.

Los cloroplastos son componentes celulares que contienen los pigmentos verdes clorofila a y b, así como carotenoides de color anaranjado y xantofilas amarillas, Estos orgánulos son característicos de las células del mesófilo foliar (parte de la hoja donde suele dar la luz), poseen una doble membrana que los asemeja a las mitocondrias por tener una membrana externa y otra interna pero esta es lisa; el espacio delimitado por la membrana interna está ocupado por un material amorfo (sin forma), parecido a un gel, rico en enzimas, denominado estroma. Contiene las enzimas que realizan la fijación o reducción del CO₂, convirtiéndolo en carbohidratos, como el almidón. La membrana interna de los cloroplastos también engloba un tercer sistema de membranas, que consta de sacos planos llamados tilacoides, en los cuales la energía luminosa se utiliza para oxidar el agua y formar ATP (compuesto rico en energía) y NADPH(poder reductor), usados en el estroma para convertir el CO₂ en carbohidratos (Gómez, 2009).

3.13 CONCEPTOS DE 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)- (<http://www.pes.fvet.edu.uy/cienmar.>).

La biomasa total a cosecha de los cultivos resulta de la acumulación neta del CO₂ asimilado durante todo el ciclo del crecimiento. Debido a que la asimilación del CO₂ resulta de la absorción de energía solar y dado que ésta última está distribuida uniformemente sobre una superficie, los factores primarios que afectan la biomasa total son la radiación solar absorbida y la eficiencia de utilización de esa energía para la fijación de CO₂ (Mitchel, 1985).

a. 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 mas de 2 metros de altura y de alrededor de 40 cm² de área foliar. A los 4,5 meses la planta puede alcanzar a condiciones de cultivo, un peso seco 1000 veces superior al de la semilla que le dió origen. Alrededor de la mitad de ese peso corresponde a órganos reproductivos lo que los transforma en uno de los cultivos de mayor rendimiento de grano por unidad de superficie (Echarri, 2002).

La biomasa se estima por muestreo directo, distribuido al azar de las parcelas de 4m x 25m ó en las de 5m x 100m. Se corta toda la vegetación a nivel del suelo, registrar el peso fresco total y luego colocarla en bolsa de papel correctamente identificados y secarlos en hornos de aire caliente a 75 °C hasta obtener el peso seco constante. El peso seco de esta biomasa se eleva a Tm/ha y este valor se multiplica por el factor de 0,45 obteniéndose la cantidad de carbono en esta biomasa.

b. 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. (Swift, 2001).

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. Todos estos factores combinados explican porque en ciertos países europeos por ejemplo en Bélgica, sin el suministro de abonos orgánicos y con prácticas de labranza convencional, en los últimos tiempos se ha incrementado el contenido de materia orgánica de los suelos cultivados. El manejo del agua de riego asociada a un aumento de la productividad puede producir efectos similares, sobre todo en las regiones

semiáridas. Sin embargo, el desarrollo del riego está limitado generalmente por otros factores tales como la disponibilidad de recursos hídricos y el riesgo de salinización. En algunos países, además de los cultivos de cobertura, los cultivos asociados representan una ayuda importante para incrementar la biomasa. El incremento de la biomasa considera tanto la biomasa aérea como las raíces. Se podrían hacer considerables progresos sobre todo en lo que se refiere a las tierras de pastoreo seleccionando especies y variedades con raíces profundas (Brinkman y Sombroek, 1996).

Los efectos positivos del uso de los residuos de los cultivos para inducir la captura de carbono fueron estimados por LAL (1997) en 0,2 Pg (Petagramo = Gt = mil millones de toneladas) C/año con una transformación de 15 por ciento del total del carbono (globalmente, 1,5 Pg C). Por lo general, hay una relación lineal entre la materia orgánica en los primeros 15 cm de suelo y la cantidad de residuos de cultivos aplicados.

3.14. EL CARBONO

Houghton (1995) estima que las emisiones correspondientes al cambio de uso de la tierra de deforestación e incremento del pastoreo y de las tierras cultivadas, fueron cerca de 140 Pg entre 1850 y 1990 (de 0,4 Pg/año en 1850 a 1,7 Pg/año en 1990), con una liberación neta hacia la atmósfera de 25 Pg de carbono. De acuerdo con IPCC (2000), la pérdida histórica de los suelos agrícolas fue de 50 Pg de carbono en el

último medio siglo, lo cual representa un tercio de la pérdida total del suelo y la vegetación.

En el pasado, el desarrollo de la agricultura fue la principal causa del incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera, pero hoy día, los mayores contribuyentes son la combustión de los combustibles fósiles por parte de la industria y el transporte (6,5 Pg/año). Un hecho importante, es que mientras la deforestación de muchas áreas tropicales produce emisiones de carbono estimadas en 1,5 Pg/año, al mismo tiempo se produce una acumulación en los ecosistemas terrestres de 1,8 a 2 Pg/año. Esto representa lo que es conocido como el *carbono faltante* en el ciclo: un sumidero que podría estar situado principalmente en la parte norte del hemisferio norte (Schindler, 1999).

a. Carbono almacenado. Se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea lo cual está en función de su heterogeneidad afectado por las condiciones de suelo y clima. Los árboles tienen la capacidad de almacenar el CO₂ de la atmósfera basado en el hecho de que la fotosíntesis absorbe el dióxido de carbono que luego utiliza para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose en la actualidad que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 t de carbono de la atmósfera dependiendo de las condiciones del lugar (Alegre et al., 2002).

Se asume que el 45% de la biomasa vegetal total es carbono por lo tanto en los bosques existe acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. (Alegre, 2002)

b. Carbono Secuestrado. El carbono que está fijado en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra como consecuencia de alguna intervención sobre áreas degradadas o en proceso de degradación. Estas intervenciones pueden ser programadas de manejo de suelos. Generalmente para hacer el estimado de estos flujos de carbono que se dan en toneladas de carbono por hectárea, se seleccionan diferentes sistemas de uso de la tierra cuyos antecedentes (tiempo de uso principal) son conocidos por los agricultores que va desde bosques primarios, áreas quemadas por cultivos perennes, etc (Alegre et al., 2002).

c. Estimación del peso de carbono en la biomasa

Para estimar el peso de carbono, se multiplica el peso de la biomasa por un factor que varía entre 0,45 y 0,55, la cifra indica la proporción de carbono en la materia vegetativa. En la ausencia de información específica, generalmente se usa un valor de 0,50 otra vez; si la información por especie es disponible se puede calcular un promedio ponderado.

3.15 PRINCIPALES CONSECUENCIAS E IMPACTO DE LA CAPTURA DE CARBONO

Según la FAO (2005), 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. Como se mencionó anteriormente, la materia orgánica del suelo tiene funciones esenciales desde el punto de vista biológico, físico y químico 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 (FAO 2005).

En relación a las propiedades físicas, la materia orgánica y los organismos vivientes asociados a la misma juegan un papel principal en la agregación del suelo en diferentes escalas de su organización, tanto a micro como a macronivel (Tisdall y Oades, 1982).

La agregación y los procesos de captura de carbono están estrechamente asociados, 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.

En el caso de la erosión, se ha establecido una correlación entre la disminución histórica de la materia orgánica del suelo y el desarrollo de la erosión. Todos los tipos de manejo de los cultivos que capturan carbono favorecen la cobertura del suelo y limitan la labranza y de este modo previenen la erosión (Robert y Cheng, 1991).

b. Impactos Ambientales. 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. 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 (FAO, 2005).

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). El principal factor que controla su génesis es la anaerobiosis proceso de reducción del suelo la

cual está generalmente ligada a las condiciones hidromórficas. Cuando aumentan las pasturas o las tierras para pastoreo, la emisión de metano por el ganado debe también ser tomada en consideración (FAO, 2005).

c. Efectos Del Cambio Climático. Mientras que un aumento del contenido atmosférico de gases de invernadero está llevando a un cambio climático, también ocurrirán numerosos efectos complejos, contrastantes y opuestos (Brinkman y Sombroek, 1996).

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. El incremento en la productividad medido a causa de la duplicación de la concentración del CO₂, predicha para el año 2100 es de cerca del 30 por ciento para las plantas C3. Otro efecto importante del aumento del CO₂ es la disminución de la transpiración de las plantas a través de los estomas lo cual redundará en una mayor eficiencia en el uso del agua (WUE), sobre todo en las plantas C4. Evidentemente, para llegar a un aumento de rendimiento en el campo, también deben ser satisfechos otros requerimientos de las plantas como el agua y los nutrientes disponibles. En lo que se refiere al ciclo del carbono,

habrá una mayor captura de carbono por la biomasa aérea y un correlativo ingreso de carbono en el suelo a partir de los residuos de las plantas y del crecimiento y la muerte de las raíces más finas.

Los compuestos de las raíces tienen una mayor relación C/N y son más estables (FAO, 2005).

Otro factor que juega un papel importante en la captura de carbono es la temperatura, la que podría aumentar en algunas partes del globo terráqueo. Tal incremento podría provocar una mayor tasa de mineralización de la materia orgánica por los microorganismos y una mayor tasa de respiración de las raíces. Este efecto de la temperatura sobre la mineralización podría ser significativo en los países fríos, donde la temperatura es un factor limitante y donde puede ser esperado un incremento de las emisiones de CO₂. Sin embargo, en la mayor parte del mundo es de esperar un aumento de la captura de carbono (Van Noordwijk, et. al., 1997).

3.16. COSTO DEL CARBONO

Los grupos de comercialización de carbono o sistemas de intercambio aparecieron por primera vez en el año 2000. Hay tres formas de calcular el valor del carbono en esos sistemas de comercialización e intercambio: i) la primera opción es adjudicar un valor calculado del costo externo de cada tonelada de carbono emitido a la atmósfera, evaluando los costos del daño, de la mitigación y de la adaptación; ii) la segunda opción es calcular el costo de implementación de proyectos

dirigidos a un objetivo preciso tal como el Protocolo de Kyoto; iii) la tercera opción consiste en identificar que sectores comerciales están en condiciones de pagar a terceros por las emisiones de carbono, las compañías están en efecto buscando soluciones contra el riesgo de futuros pagos obligatorios que puedan eventualmente surgir por medio de nuevas regulaciones contra las emisiones de carbono (FAO, 2005).

Actualmente el costo promedio de captura de carbono en Chiapas-México se estima en US.\$ 38,00 por tonelada de carbono y los “Proto Créditos de carbono” se puede conseguir a este precio.

- En un principio, la Federation Internacional N°1 Automovile ha accedido a comprar 5 000 toneladas de carbono anuales en créditos, a través de la International Carbon Sequestration Federation, para así compensar la emisión de carbono generada por las competiciones de Fórmula 1 (Ecosur, 2000).

3.17. EL BIOL COMO FERTILIZANTE FOLIAR

El biol es un fertilizante foliar líquido que resultan de la descomposición anaeróbica de los estiércoles en biodigestores. Funcionan como reguladores del crecimiento de las plantas. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo, en los últimos años, esta técnica esta priorizando la producción de bioabono, especialmente del abono foliar denominado

biol. El Biol es el líquido que se descarga de un digestor y es lo que se utiliza como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitoreguladores que permite promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Existen diversas formas para enriquecer el biol en el contenido de fitoreguladores así como de sus precursores, mediante la adición de alfalfa picada en un 5% del peso total de la biomasa, también se logra un mayor contenido en fósforo adicionando vísceras de pescado (1 Kg/m²) (RAAA, 2006).

Composición del biol. La composición bioquímica del biol obtenido del estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60% de alfalfa, 30% de maíz ensilado y 10% de alimentos concentrados (BE), contiene elementos precursores y hormonas vegetales.

Según el INIA-E.E. DONOSO-Huaral (2005), el producto contiene los siguientes datos.

Cuadro N° 1. CONTENIDO MINERAL DEL ABONO FOLIAR LÍQUIDO-BIOL

| pH | MO % | C % | N % | P ₂ O ₅ mg/100 ml | K ₂ O mg/100ml | CaO mg/100ml | MgO mg/100ml | B ppm | Fe ppm | Zn ppm | Cu ppm | C/N |
|-----|------|------|------|---|---------------------------|--------------|--------------|-------|--------|--------|--------|------|
| 7,9 | 0,2 | 0,11 | 0,06 | 0,011 | 0,29 | 0,003 | 0,03 | 82 | 5,12 | 1,13 | 0,59 | 1,84 |

FUENTE: INIA, 2005.

Producción del biol. El propósito fundamental para la implementación de los biodigestores es la producción de abono líquido y sólido, esta se puede realizar de diversas formas, pero garantizando las condiciones anaeróbicas. Una de las formas para producir abono, es lo que se viene implementando con el nombre de los biodigestores campesinos que consiste en una manga de plástico gruesa cerrada de 5m como mínimo, 40 cm de un tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro, una botella de gaseosa (1,5 l) descartable y tiras de jebe. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación, sin embargo si utilizamos estiércol fresco utilizaremos 4 cantidades de agua por una de estiércol (RAAA, 2006).

a. Ventajas del uso de BIOL

- Mejora la calidad y cantidad de los productos.
- Activa los microorganismos del suelo.
- Incrementa la floración (frutales) y ayuda en el cuajado de los frutos.
- Mejora la apariencia general de la planta, proporcionando una coloración verde oscura, características de una planta sana y bien nutrida.
- Restablece a los cultivos atacados por plagas, enfermedades, daños por animales, heladas, granizadas y sequías.
- Funciona como repelente de algunos insectos (loritos, piqui piquis).
- Ayuda en el desarrollo foliar de la planta.

- Es de bajo costo, su preparación es sencilla y está al alcance de la economía de la familia campesina (INIA, 2005).

b. Formas de aplicación

El biol se puede usar en diferentes cultivos anuales y permanentes y a cualquier edad, en aplicaciones directas con mochilas y en sistemas de riego por aspersión (INIA, 2005)

Puede ser aplicado al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular (RAAA, 2006).

c. Uso del biol.

El biol, puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla y/o a la raíz (RAAA, 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. MATERIALES

4.1.1 Ubicación del campo experimental. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo experimental del fundo Miraflores de la Universidad Nacional de San Martín ubicado en el sector Ahuashiyacu, carretera Bello Horizonte - Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Región San Martín, Valle Bajo Mayo. Durante el periodo septiembre 2006 a enero 2007.

Ubicación Geográfica

Latitud sur : 6° 32'
Latitud oeste : 76° 17' 15"
Altitud : 426 m.s.n.m.

Ubicación Política

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

4.1.2 Historia del terreno. El terreno donde se ejecutó el presente trabajo de investigación, se ha sembrado anteriormente cultivo de hortalizas y otros como leguminosas y gramíneas.

4.1.3 Características Ecológicas. De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge (1997), la zona en mención pertenece a

bosque seco tropical (Bs-T), con una precipitación promedio 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. (SENAMHI, 2006).

Cuadro N° 2. CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL EXPERIMENTO (Sept 2006 – Ene 2007).

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

Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) 2007.

4.1.4 Componentes de Estudio

Cultivo: Semilla de maíz raza Pidicinco

Tratamientos: Biol.

4.2. METODOLOGIA

4.2.1 DISEÑO Y CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

a. Diseño Experimental. En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA) con 05 tratamientos y 04 repeticiones. El croquis de campo previamente diseñado se presenta en la Figura N° 1 del anexo.

b. Tratamientos en estudio

T1: 30 l de Biol/ha

T2: 50 l de Biol/ha

T3: 70 l de Biol/ha

T4: Fertilizante químico (NPK): 160-90-140. Los abonamientos fueron: Úrea (46% N), Superfosfato simple (46%P₂O₅) y Cloruro de potasio (60% K₂O)

T5: Testigo absoluto

c. Esquema de Análisis Estadístico

El análisis de varianza correspondiente al experimento muestra las características siguientes:

Cuadro N° 3. Análisis de varianza del experimento.

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

d. Modelos Matemáticos

d.1 Cálculo del contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea.

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

Donde:

CC = Contenido de Carbono

B = Biomasa vegetal

0,45 = Constante (Proporción de carbono asumido por Convección) (Alegre, Arévalo y Palm, 2002)

d.2 Cálculo del contenido de CO₂ en la biomasa vegetal aérea.

$$\text{CCO}_2 = \text{CC} \times 12/44$$

Donde:

CCO₂ = Contenido de dióxido de carbono almacenado.

12/44 = Relación entre la masa atómica del carbono y del CO₂ (Alegre, Arévalo y Palm, 2002).

e. Características del campo experimental

- campo experimental

Largo : 25 m

Ancho : 21 m

Área total : 525 m²

Nº de tratamientos : 5

Nº de repeticiones : 4

Nº de parcelas : 20

- Bloques o repeticiones

Nº de repeticiones : 4

Largo : 25 m

Ancho : 4,2 m

Área total : 100,8 m²

Calles : 1,5 m

- Parcelas

Nº de parcelas : 20

Nº parcelas/bloque : 5

Largo : 4,2 m

Ancho : 4 m

Área total : 16,8 m²

Calles : 1 m

- Área Neta a Evaluar

Biomasa aérea

Ancho = 1 m

Largo = 1 m

Área neta = 1 m²

- Distanciamiento de siembra/tratamiento

Entre surcos : 0,70 m

Entre golpes : 0,50 m

Nº surcos/parcela : 7

Nº golpes/surco : 9

Nº golpes/parcela : 63

Nº semillas/golpe : 3

4.2.2 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

Muestreo y análisis de suelo. Se tomó 05 sub muestras de área, luego se mezcló para homogenizar la muestra del área donde se ejecutó el experimento y se envió al laboratorio de suelo de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, la misma que fue analizada en sus propiedades físicas y químicas. Los resultados del análisis se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL SUELO DEL FONDO
MIRAFLORES**

| Muestra del suelo | Unidades | Interpretación | Método |
|-------------------------|----------------|----------------|---------------------|
| Textura | | | |
| Arena | 75,2 % | Franco arenoso | Bouyucos |
| Arcilla | 6,8 % | | |
| Limo | 18,2 % | | |
| Densidad Aparente | 1,3 gr/cc | | |
| Conductividad Eléctrica | 0,77mhos/cc | Bajo | Conductímetro |
| PH | 4,85 | Muy ácido | Potenciómetro |
| Materia Orgánica | 3,57 % | Alto | Walkley Black |
| Fósforo Disponible | 9,4meq/100 g | Bajo | Ac. Ascórbico |
| Calcio | 1,6 meq/100 g | Bajo | Titulación EDTA |
| Magnesio | 0,35 meq/100 g | Bajo | Titulación EDTA |
| Aluminio | 3,0 meq/100 g | Medio | Titulación EDTA |
| Potasio intercambiable | 0,12 meq/100 g | Bajo | Tetrafenil Borato K |
| CIC | 5,12 meq/100 g | Bajo | Titulación EDTA |

Fecha: 27/09/06 Fuente Lab. Suelos UNSM-T (2006)

Preparación del Biol. Se preparó en un cilindro de 200 litros en forma anaeróbica, en el cual se incorporó estiércol de vacuno, cerdo, ovinos, cuyes (25 Kg por especie animal) en mezcla con hojas de eritrina (2 Kg), 2,5 Kg. de rumen de ganado, 0,125 Kg de magnecal y 75 l de agua. Estos elementos se fermentaron por un periodo de 50 días al término del cual, se filtró y se obtuvo el BIOL.

Preparación del terreno definitivo. La preparación del terreno se realizó utilizando maquinaria pesada (tractor) realizando pases de arado y rastra.

Demarcación del campo experimental. Para esta labor se utilizaron estacas y wincha, para diseñar la disposición de los bloques, tratamientos y distanciamiento de siembra, de acuerdo al croquis experimental (Anexo 01)

Siembra. Se realizó el día 15 de septiembre del 2006, manualmente, en terreno humedecido, se colocó 3 semillas seleccionadas de Maíz amiláceo local raza Pidicinco obtenida del Programa Nacional de Investigación de Maíz de la Estación experimental “El Porvenir” – INIA; a una profundidad de 3 a 5 cm. Con distanciamientos entre surcos de 0,70 y entre golpes de 0,50.

Desahije. El desahije se ejecutó a los 16 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 18 cm, dejándose 2 plantas por golpe.

Fertilización. La dosis de NPK utilizada fue de 160-90-140, el total de nitrógeno se dividió en dos partes y se aplicó en fechas diferentes.

- La primera fertilización se realizó a los 12 días después de la siembra, aplicando el 50% de nitrógeno, junto al 100% de fósforo y potasio.
- La segunda fertilización se llevó a cabo a los 35 días después de la siembra, aplicándose el 50% restante de nitrógeno.

Aplicación del BIOL. Se aplicó 30, 50 y 70 l de BIOL/ha en 3 aplicaciones (tercera parte del total para cada aplicación/tratamiento), a los 30, 60 (floración) y 80 (llenado de grano) días después de la siembra; en mezcla con agua en la proporción 1:4 (una parte de Biol por cuatro partes de agua) (RAAA, 2006).

Control de malezas. Se realizó de forma manual, con el empleo de lampas, palas, y machetes, de manera periódica para evitar la competencia de las malezas el cultivo.

Control fitosanitario. Se realizaron aplicaciones periódicas de insecticidas teniendo en cuenta la incidencia (>20% para *S. frugiperda*).

Cosecha. La cosecha se realizó en forma manual a los 115 días después de la siembra, cuando se observó que las plantas alcanzaron su madurez fisiológica. Procediéndose a recolectar las mazorcas manualmente de los surcos centrales de las parcelas experimentales; específicamente 10 plantas que fueron seleccionadas desde el momento de la siembra para realizar las evaluaciones respectivas. (Área neta cosechada: 1,4 m²).

4.2.3 OBSERVACIONES REGISTRADAS EN CAMPO.

a. De la planta.

Altura de la Planta. Se evaluó 10 plantas por parcela, desde el punto de inserción de la raíz hasta la base de la espiga (panoja).

Altura a la mazorca. El mismo que se midió desde la base de la planta, hasta la primera mazorca.

b. Peso de carbono capturado en biomasa aérea. Se registraron los pesos de 8 plantas/tratamiento como muestra total, las cuales fueron obtenidas mediante corte desde la base del tallo. Luego se obtuvo pesos de sub muestras (tomadas del tercio superior), las cuales se sometieron al secado en estufa a 75°C por un espacio aproximado de 72 horas, hasta que la sub muestra obtuvo el peso constante; posteriormente este peso se multiplicó por 0,45 (peso constante de carbono en biomasa), llegándose a registrar el peso o la captura de carbono en la biomasa aérea del cultivo, este proceso se repitió para las 20 unidades experimentales, registrándose los pesos semanalmente durante tres meses consecutivos.

c. Días a la floración masculina y femenina. Se determinó el número de días a transcurrir desde la fecha de siembra hasta el momento que se haya iniciado la emisión de polen (floración masculina) y la aparición de jilotes (floración femenina) en el 50% de las plantas.

d. Tamaño de mazorcas. Se midió desde el pedúnculo hasta la punta de la mazorca de maíz.

e. N° de hileras de granos por mazorca. Se contó el número de hileras de granos por mazorca.

f. N° de granos por mazorca. Se contaron los granos de maíz por mazorca.

g. Rendimiento. Se pesó, el grano por tratamiento y se ajustó a 14 % de humedad.

4.5 Evaluaciones en gabinete.

a. Rendimiento (Kg/ha). Se hizo el análisis de varianza al 14% de humedad en base al peso de mazorca al momento de la cosecha, con su respectiva prueba múltiple de Duncan, el rendimiento se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{\text{Peso de campo (Kg.)}}{\text{Área de cosecha (m}^2\text{)}} \times \frac{10\,000\text{ m}^2}{1\text{ ha}} \times \frac{1\text{ Tn}}{1\,000\text{ Kg}} \times \text{F.C.} \times 0,80$$

Donde:

R : Rendimiento en T/ha.

0,8 : Porcentaje de desgrane.

Peso de campo (Kg): Peso en gramos obtenidos de los surcos centrales de cada unidad experimental.

Área de cosecha: 1,4 m².

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

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

Donde:

H.C. = Humedad de campo (inmediatamente después de la cosecha).

H.CM. = Humedad comercial al 14 %.

Índice de desgrane = peso de grano/peso mazorca

- b. **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 et.al. (2002), se obtuvo como resultado el contenido de carbono.
- c. **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. (Alegre, Arévalo y Palm, 2002).
- d. **Análisis económico.** Para el análisis económico, se elaboró el costo de producción de cada uno de los tratamientos expresados para una hectárea.

Para determinar éstos parámetros se utilizaron las siguientes fórmulas:

Ingreso bruto = Rendimiento Kg./ha X Costo de venta S/. Kg.

Ingreso neto (utilidad) = Ingreso bruto - Costo de producción.

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

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



V. RESULTADOS

5.1. De la Planta.

5.1.1. Altura de planta

En el cuadro N° 5 se presenta el análisis de varianza para altura de planta. En este cuadro se observa que no hubo diferencias significativas entre bloques y tratamientos.

Cuadro N° 5. Análisis de varianza para altura de planta (cm).

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|-----------|--------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 1 694,05 | 564,68 | 0,65 | NS |
| Tratamientos | 4 | 942,13 | 235,53 | 0,27 | NS |
| Error | 12 | 1 0385,38 | 865,45 | | |
| Total | 19 | 1 3021,55 | | | |

NS = No significativo

CV: 13,88 % SX: 13,16 Promedio: 211,99 R²: 79,76%

De acuerdo a la prueba de Duncan para la altura de planta se puede afirmar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6. Prueba de Duncan para la altura de planta.

| Tratamientos | | Altura de planta (cm) | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T2 | 50 l biol/ha | 223,6 | a |
| T1 | 30 l biol/ha | 215,1 | a |
| T3 | 70 l biol/ha | 210,4 | a |
| T5 | Testigo absoluto | 205,6 | a |
| T4 | Fertilizante químico | 205,1 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.1.2. Altura a la mazorca

Según el cuadro N° 7, el análisis de varianza para la altura a la mazorca, se observa que no hubo diferencias significativas entre bloques y tratamientos.

Cuadro N° 07. Análisis de varianza para altura a la mazorca (cm).

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|---------|--------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 521,37 | 173,79 | 0,41 | NS |
| Tratamientos | 4 | 369,97 | 92,49 | 0,22 | NS |
| Error | 12 | 5083,47 | 423,66 | | |
| Total | 19 | 5975,31 | | | |

NS = No significativo

CV: 15,67 % SX: 9,21 Promedio: 131,36 R²: 85,08%

Al efectuar la prueba Múltiple de Duncan para la característica a la altura de mazorca de los tratamientos, se afirma que no hubo diferencia significativa para esta variable.

Cuadro N° 8. Prueba de Duncan para altura a la mazorca (cm)

| Tratamientos | | Altura a la mazorca (cm) | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T2 | 50 l biol/ha | 134,7 | a |
| T1 | 30 l biol/ha | 134,4 | a |
| T4 | Fertilizante químico | 133,8 | a |
| T5 | Testigo absoluto | 130,6 | a |
| T3 | 70 l biol/ha | 123,3 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.2. De la Floración

5.2.1. Días al 50% de floración masculina

En el cuadro N° 9, se muestra el análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración Masculina, el que reporta que entre tratamientos y bloques no existen diferencias significativas.

Cuadro N° 9. Análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración masculina.

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|-------|------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 2,55 | 0,85 | 0,75 | NS |
| Tratamientos | 4 | 2,70 | 0,66 | 0,59 | NS |
| Error | 12 | 13,70 | 1,14 | | |
| Total | 19 | 18,95 | | | |

NS = No significativo

CV: 1,93% SX: 0,48 Promedio: 55,45 R²: 72,30%

En la prueba de Duncan (Cuadro N° 10) para los días al 50% de la floración masculina, se puede afirmar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos por tratarse de la misma variedad empleada.

Cuadro N° 10. Prueba de Duncan para el número de días al 50% de floración masculina.

| Tratamientos | | Prom. días floración ♂ | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T5 | Testigo absoluto | 56 | a |
| T4 | Fertilizante químico | 55,75 | a |
| T3 | 70l biol/ha | 55,25 | a |
| T2 | 50l biol/ha | 55,25 | a |
| T1 | 30l biol/ha | 55 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.2.2. Días al 50% de floración Femenina

En el cuadro N° 11, según el análisis de varianza para la característica número de días al 50% de la floración femenina, demuestra que no hubo diferencia significativa entre los bloques y tratamientos.

Cuadro N° 11. Análisis de varianza para el número de días al 50% de la floración femenina.

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|-------|------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 2,00 | 0,67 | 0,89 | NS |
| Tratamientos | 4 | 6,20 | 1,55 | 2,07 | NS |
| Error | 12 | 9,00 | 0,75 | | |
| Total | 19 | 17,20 | | | |

NS = No Significativo

CV: 1.51 % SX: 0,39 Promedio: 57,20 R²: 66,26

En la prueba Múltiple de Duncan (Cuadro N° 12) para el número de días al 50% de la floración femenina, se puede afirmar que hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Cuadro N° 12. Prueba de Duncan para el número de días al 50% de floración femenina.

| Tratamientos | | Prom. días floración ♀ | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T5 | Testigo absoluto | 58,25 | a |
| T4 | Fertilizante químico | 57,25 | a b |
| T2 | 50l biol/ha | 57 | a b |
| T1 | 30l biol/ha | 56,75 | b |
| T3 | 70l biol/ha | 56,75 | b |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.3. De la mazorca.

5.3.1. Longitud de mazorca

En el cuadro N° 13, según el análisis de varianza para la característica longitud de mazorca, demuestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos y los bloques.

Cuadro N° 13. Análisis de varianza para longitud de mazorca

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|-------|------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 0,86 | 0,29 | 0,19 | NS |
| Tratamientos | 4 | 9,97 | 2,49 | 1,64 | NS |
| Error | 12 | 18,31 | 1,53 | | |
| Total | 19 | 29,15 | | | |

NS = No Significativo

CV: 5.99 % SX: 0.55 Promedio: 20,63 R²: 62,83%

En la prueba Múltiple de Duncan (Cuadro N° 14) para la longitud de mazorca, se puede afirmar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, esto debido a que se trata de la misma variedad.

Cuadro N° 14. Prueba de Duncan para longitud de mazorca

| Tratamientos | | Longitud de mazorca (cm) | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T4 | Fertilizante químico | 21,85 | a |
| T1 | 30 l biol/ha | 20,94 | a |
| T2 | 50 l biol/ha | 20,3 | a |
| T5 | Testigo absoluto | 20,24 | a |
| T3 | 70 l biol/ha | 19,83 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.3.2. Numero de hileras por mazorca

En el cuadro N° 15, según el análisis de varianza para número de hileras por mazorca, demuestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, pero sí, entre bloques.

Cuadro N° 15. Análisis de varianza para número de hileras por mazorca.

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|-------|------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 20,91 | 6,97 | 8,41 | ** |
| Tratamientos | 4 | 0,85 | 0,21 | 0,26 | NS |
| Error | 12 | 9,95 | 0,83 | | |
| Total | 19 | 31,71 | | | |

NS = No Significativo

CV: 8,11 %

Promedio: 11,22

R²: 68,63%

En la prueba Múltiple de Duncan (Cuadro N° 16) para número de hileras por mazorca, se puede afirmar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, esto debido a que se trata de la misma variedad.

Cuadro N° 16. Prueba de Duncan para número de hileras por mazorca

| Tratamientos | | hileras por mazorca | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T4 | Fertilizante químico | 11,6 | a |
| T2 | 50 l biol/ha | 11,27 | a |
| T1 | 30 l biol/ha | 11,11 | a |
| T3 | 70 l biol/ha | 11,07 | a |
| T5 | Testigo absoluto | 11,04 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.3.3. Numero de granos por mazorca

El cuadro N° 17, según el análisis de varianza para número de granos por mazorca, demuestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro N° 17. Análisis de varianza para número de granos por mazorca

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|----------|---------|------|----------------|
| Bloque | 3 | 1082,91 | 360,97 | 0,35 | NS |
| Tratamientos | 4 | 1678,19 | 419,55 | 0,40 | NS |
| Error | 12 | 12464,20 | 1038,68 | | |
| Total | 19 | 15225,30 | | | |

NS = No Significativo

CV: 11,76 % SX: 14,41 Promedio: 274,05 R²: 81,87%

La prueba Múltiple de Duncan (Cuadro N° 18) para número de granos por mazorca, muestra que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

Cuadro N° 18. Prueba de Duncan para número de granos por mazorca

| Tratamientos | | Granos por mazorca | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T4 | Fertilizante químico | 285,3 | a |
| T1 | 30l biol/ha | 279,7 | a |
| T2 | 50l biol/ha | 276,9 | a |
| T5 | Testigo absoluto | 269,6 | a |
| T3 | 70l biol/ha | 258,8 | a |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.4. Del Grano.

5.4.1. Rendimiento en grano

En el cuadro N° 19 se muestra el análisis de varianza del rendimiento de grano de maíz al 14% de humedad; en el cual se observa que hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Cuadro N° 19. Análisis de varianza para rendimiento

| F. de variabilidad | G.L | S.C | C.M | F.C | Interpretación |
|--------------------|-----|------------|-----------|-------|----------------|
| Bloque | 3 | 57082,51 | 1 9027,50 | 1,413 | NS |
| Tratamientos | 4 | 2 85243,08 | 7 1310,77 | 5,296 | ** |
| Error | 12 | 1 61570,61 | 1 3464,22 | | |
| Total | 19 | 5 03896,20 | | | |

** = Altamente significativo

CV: 8,66 % SX: 51,8926 Promedio: 1339,608 R²: 67,94%

Al realizar la prueba de Duncan (alfa 0,05) del rendimiento de grano al 14% de humedad de los tratamientos, se aprecia que los tratamientos T4 y T2 son los más representativos, existiendo

significación estadística con los tratamientos T1, T3, y T5 (Cuadro N° 20).

Cuadro N° 20. Prueba de Duncan (0,05) para rendimiento al 14% de humedad.

| Tratamientos | | Rendimiento Kg/ha | Interpretación Duncan (0,05)* |
|--------------|---------------------|----------------------|----------------------------------|
| Clave | Descripción | | |
| T4 | Tratamiento químico | 1 520 | a |
| T2 | 50 l biol/ha | 1 433 | ab |
| T3 | 70 l biol/ha | 1 292 | bc |
| T1 | 30 l biol/ha | 1 260 | bc |
| T5 | Testigo absoluto | 1 193 | c |

* Los tratamientos unidos por una misma letra son iguales estadísticamente.

5.5. Biomasa aérea de maíz

Cuadro N° 21. Evaluaciones semanales de Biomasa aérea en Kg/ha

| Trat. | 15dds | 21dds | 28dds | 35dds | 42dds | 49dds | 56dds | 63dds | 70dds | 77dds | 84dds | 91dds |
|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| T1 | 51,8 | 235,8 | 1014,5 | 4404,6 | 10698,6 | 20789,4 | 30291,1 | 31076,9 | 32863,0 | 29290,9 | 10716,2 | 9358,8 |
| T2 | 43,4 | 160,2 | 1071,6 | 4540,3 | 10990,2 | 21961,0 | 31076,9 | 31970,0 | 34291,8 | 27147,7 | 8930,2 | 8394,4 |
| T3 | 40,2 | 184,0 | 778,7 | 5176,2 | 8962,5 | 20846,6 | 29290,9 | 30005,3 | 31434,2 | 23575,6 | 8573,0 | 8501,5 |
| T4 | 45,3 | 166,0 | 392,9 | 2811,5 | 7683,8 | 20718,0 | 23932,8 | 28433,6 | 35006,2 | 27147,7 | 10001,8 | 8930,2 |
| T5 | 32,7 | 131,6 | 543,0 | 3618,7 | 5604,8 | 19074,8 | 22861,2 | 28005,0 | 30005,3 | 30005,3 | 7858,5 | 7108,4 |

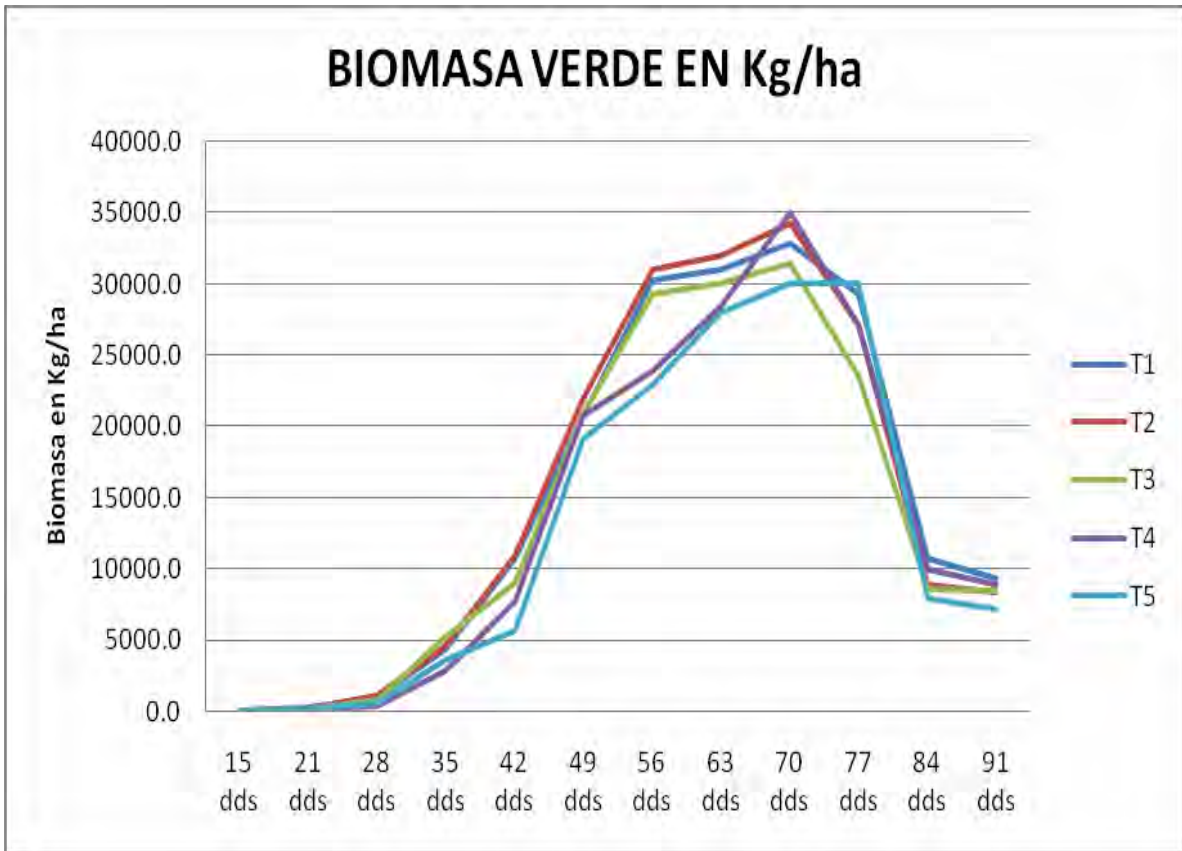


Gráfico N° 1. Biomasa Aérea en Kg/ha.

5.6. Peso de Carbono Capturado en Biomasa Aérea (Kg/ha)

Cuadro N° 22. Evaluaciones semanales de Captura de Carbono en Kg/ha

| Trat. | 15dds | 21dds | 28dds | 35dds | 42dds | 49dds | 56dds | 63dds | 70dds | 77dds | 84dds | 91dds |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| T1 | 2,80 | 12,23 | 40,79 | 182,23 | 528,75 | 741,44 | 989,47 | 2900,33 | 3303,20 | 3980,12 | 2089,29 | 1403,57 |
| T2 | 1,99 | 10,36 | 43,67 | 206,81 | 506,52 | 653,27 | 2636,64 | 3631,49 | 3756,53 | 3249,68 | 1545,33 | 1258,93 |
| T3 | 2,57 | 31,95 | 33,37 | 235,47 | 369,00 | 521,07 | 1006,37 | 2918,93 | 3582,87 | 3214,29 | 1628,58 | 1147,50 |
| T4 | 2,66 | 11,39 | 16,85 | 120,23 | 352,06 | 555,42 | 1976,22 | 3772,82 | 3194,06 | 3750,85 | 1575,00 | 982,15 |
| T5 | 2,00 | 8,71 | 26,21 | 152,48 | 243,98 | 407,53 | 1074,29 | 2563,08 | 2974,58 | 4153,86 | 1515,31 | 959,47 |

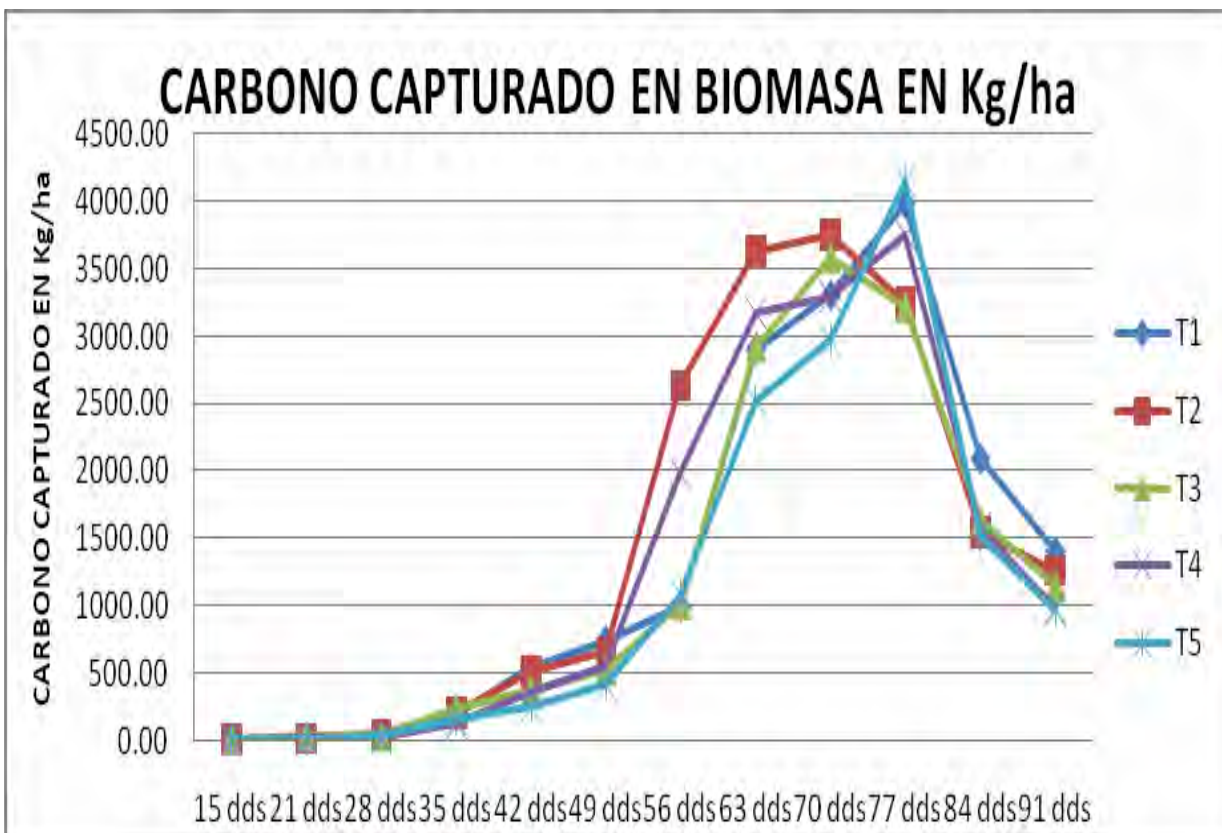


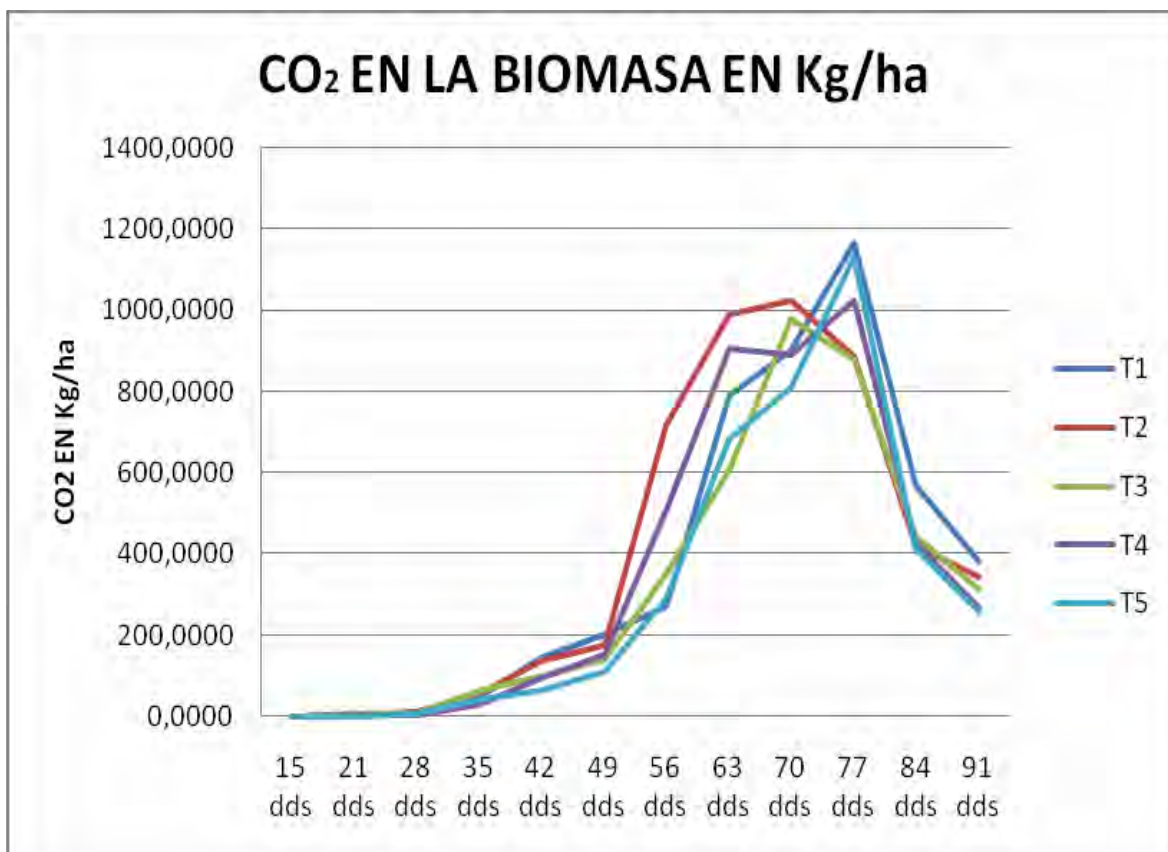
Gráfico N° 2: Carbono Capturado en Kg/ha

5.7. CO₂ en la Biomasa Aérea

Cuadro N° 23. CO₂ en Kg/ha

| | 15 dds | 21 dds | 28 dds | 35 dds | 42 dds | 49 dds | 56 dds | 63 dds | 70 dds | 77 dds | 84 dds | 91 dds |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| T1 | 0,8 | 3,6 | 11,1 | 49,7 | 144,2 | 202,2 | 269,9 | 791,0 | 900,9 | 1164,9 | 569,8 | 382,8 |
| T2 | 0,5 | 2,8 | 11,9 | 56,4 | 138,1 | 178,2 | 719,1 | 990,4 | 1024,5 | 886,3 | 421,5 | 343,3 |
| T3 | 0,7 | 8,7 | 9,1 | 64,2 | 100,6 | 142,1 | 351,4 | 606,5 | 977,1 | 876,6 | 444,2 | 313,0 |
| T4 | 0,7 | 3,1 | 4,6 | 32,8 | 96,0 | 151,5 | 506,8 | 904,9 | 871,1 | 1023,0 | 429,5 | 267,9 |
| T5 | 0,5 | 2,4 | 7,1 | 41,6 | 66,5 | 111,1 | 293,0 | 686,5 | 811,3 | 1132,9 | 413,3 | 261,7 |

Gráfico N° 03: CO₂ en Kg/ha



5.8 Análisis Económico

En el cuadro 24, resumimos los resultados del análisis económico de los tratamientos, donde T2 y T1 obtuvieron mayor utilidad neta y rentabilidad con 767,10 y 540,00 nuevos soles respectivamente; mientras que el tratamiento T4, demostró ser el de menor utilidad con 327,36 nuevos soles.

Cuadro N° 24. Resumen del análisis económico (Relación beneficio/costo y rentabilidad) de los tratamientos en estudio.

| Trat. | Rdto. (T/ha) | Precio S/. | Carbono (T) | Precio Carbono S/. | Beneficio bruto maiz | Benef. bruto M+C | Costo prod. S/. | Benef. neto | Beneficio neto M+C | Relación b/c | | Rentabilidad (%) | |
|-------|-----------------|---------------|----------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|----------------|--------------------------|-----------------|-----|---------------------|------|
| | | | | | | | | | | Maiz | M+C | Maiz | M+C |
| T1 | 1260,0 | 1,5 | 1404,0 | 122,5 | 1890,0 | 2062,0 | 1350,0 | 540,0 | 712,0 | 1,4 | 1,5 | 40,0 | 53,0 |
| T2 | 1433,0 | 1,5 | 1259,0 | 122,5 | 2149,5 | 2303,7 | 1382,4 | 767,1 | 921,3 | 1,6 | 1,7 | 55,0 | 67,0 |
| T3 | 1292,0 | 1,5 | 1147,0 | 122,5 | 1938,0 | 2078,5 | 1414,8 | 523,2 | 663,7 | 1,4 | 1,5 | 37,0 | 47,0 |
| T4 | 1520,0 | 1,5 | 982,0 | 122,5 | 2280,0 | 2400,3 | 1952,6 | 327,4 | 447,7 | 1,2 | 1,2 | 17,0 | 23,0 |
| T5 | 1193,0 | 1,5 | 959,0 | 122,5 | 1789,5 | 1907,0 | 1306,8 | 482,7 | 600,2 | 1,4 | 1,5 | 37,0 | 46,0 |

VI. DISCUSIÓN

6.1 Altura de planta (cm)

El análisis de varianza y la prueba de Duncan para altura de planta (Cuadros 5 y 6) muestran que no hubo diferencias significativas estadísticamente, entre tratamientos y los bloques. Los valores obtenidos para C. V con 13,88% y R^2 con 79,76% ratifican la precisión y confiabilidad de la información obtenida y la alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio.

Todos los tratamientos evaluados obtuvieron estadísticamente las mismas alturas de planta, con promedios de 223,6 cm (T2), 215,1 cm (T1), 210,4 cm (T3), 205,6 cm (T5), 205,1 cm (T4) ; donde los valores de altura del maíz raza pidicincó, están dentro de la medida que establece Ruiz (2007), cuyos datos obtenidos de la colecta, de ecotipos en las provincias de San Martín, Lamas, El Dorado y Picota, coinciden plenamente con los valores obtenidos en el presente trabajo.

6.2 Altura de mazorca (cm)

En el análisis de varianza para altura de mazorca a la cosecha (Cuadro 7), se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Los valores obtenidos para C. V con 15,67% y R^2 con 85,08% aprueban la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos

y la alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio.

La prueba de Duncan (Cuadro 8), determinó que no existe significancia estadística entre tratamientos referente a la altura de mazorca obteniendo promedios de: 134,7 cm (T2), 134,4 cm (T1), 133,8 cm (T4), 130,6 cm (T5) y 123,3 cm (T3). Lo cual es sostenido por Ruiz (2007), cuyos datos obtenidos de la colecta, de ecotipos en las provincias de San Martín, Lamas, El Dorado y Picota, coinciden con los valores obtenidos en el presente trabajo. Bartra (2003) logró mayor altura de mazorca en el tratamiento de 120 Kg N/ha (140,3 cm), que fue el tratamiento que también obtuvo mayor altura de planta; en cambio Ríos (2007) no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos y fertilizantes químicos para altura de mazorca (82,28 cm).

6.3 Días al 50% de floración masculina

El análisis de varianza y la prueba de Duncan (Cuadros 9 y 10), muestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores obtenidos para C. V con 1,93 % y R^2 con 72,30 % corroboran precisión de las evaluaciones, la confiabilidad de la información obtenida y la alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio. La prueba de Duncan no proyectó diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, siendo los promedios de días a la floración masculina de 56 (T5), 55,75 (T4),

55,25 (T3), 55,25(T2) y 55 (T1), días respectivamente indicándonos que el biol como abono orgánico no incide en la floración.

6.4 Días al 50% de floración femenina

El análisis de varianza para el 50% de floración femenina (cuadro 11), indica que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores obtenidos para C. V con 1,51 % y R^2 con 66,26 % corroboran la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos y la determinación media a alta entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio.

Según la prueba de Duncan (cuadro 12), el testigo absoluto (T5), junto con los tratamientos T4 y T2, son más tardíos, respecto a los tratamientos T3 y T1, con promedios de 56,75 días después de la siembra para los tratamientos T3 y T1 y 58,25; 57,25; y 57 días después de la siembra para los tratamientos T5, T4 y T2 respectivamente.

Además, se ha observado que la floración masculina ocurre antes de la floración femenina, es decir que, la emisión de polen precede a la maduración de los óvulos.

6.5 Longitud, número de hileras y número de granos de mazorca en la raza Pidicinco.

Para estas tres variables el efecto del biol no tiene incidencia, tal como se muestra en los cuadros 13 – 18. Los promedios para estos parámetros en el maíz suave raza Pidicinco fueron: 20,63 cm, de longitud de mazorca

con valores obtenidos para C. V con 5,99 % y R^2 con 62,83% corroboran la confiabilidad de la información obtenida y la media a alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio; 11,22 hileras, con valores obtenidos para C. V con 8,11% y R^2 con 68,63% reconocen la confiabilidad de la información obtenida y la media a alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio; y 274,05 granos/por mazorca, con valores obtenidos para C. V con 11,76 % y R^2 con 81,87% confirman la confiabilidad de la información obtenida y la alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio.

Estos parámetros al parecer están gobernados por caracteres genéticos, con escasa interacción del medio ambiente, tal como lo muestra Ruiz (2007), cuyos datos obtenidos de la colecta, a la cosecha, de ecotipos en las provincias de San Martín, Lamas, El Dorado y Picota, coinciden plenamente con los valores obtenidos en el presente trabajo.

6.6 Rendimiento en grano

El análisis de varianza para rendimiento de grano (Cuadro 19) muestra que hubo diferencias altamente significativas para los tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre bloques, lo que indica el efecto del Biol sobre el rendimiento del maíz. Los valores obtenidos para C. V con 8,66% y R^2 con 67,94 % corroboran la precisión de la información obtenida y la media a alta determinación entre el componente evaluado y los tratamientos en estudio. En el cuadro 20 (Prueba de Duncan), se

observa el promedio de rendimiento (Kg/ha); donde el tratamiento químico (T4) y el tratamiento con 50 l de biol/ha (T2) superaron en rendimiento a los demás tratamientos con 1 520 y 1 433 Kg/ha respectivamente; mientras que el tratamiento (T5) testigo absoluto, rindió 1 193 Kg/ha.

Con la aplicación de biol (50l/ha), se ha obtenido un incremento del rendimiento y altura (altura de planta y de mazorca), también se observó que con las dosis de 70 y 30 l/ha disminuyó el número de granos por mazorca y el rendimiento. La raza de maíz Pidicenco tiene potencial productivo bajo, que está entre 500 a 1 000 Kg/ha (Información de agricultores), con el uso del biol como abono orgánico foliar se logró incrementar el rendimiento en 240 Kg/ha, respecto al testigo absoluto sin alcanzar al tratamiento con fertilizante químico. Mientras que los rendimientos son superiores en las variedades de maíz amarillo duro desarrollados por el INIA, con el uso de abonos orgánicos PRETELL (2002), obtuvo 6 438,3 Kg/ha con 9 T/ha de humus de lombriz.

Es probable que el rendimiento haya sido afectado por la escasa precipitación durante la ejecución del presente trabajo, en el Cuadro N° 2, se observa que en septiembre, octubre y noviembre se tuvo 32,70mm; 69,75 mm, y 72, 0 mm de precipitación respectivamente; esta escasa precipitación coincidió con el estado fenológico más susceptible del maíz (llenado de grano). Las características del suelo, Cuadro N° 4, reflejan una textura franco arenoso, el mismo que indica poca retención de agua. El pH de 4,85 (muy fuertemente ácido), con proporción media de Aluminio

disponible y bajas concentraciones de Fósforo disponible, Potasio, Calcio y Magnesio.

No existen trabajos publicados donde se reporte el rendimiento del maíz raza Pidicinco; de un trabajo realizado en 2007 en la E.E. el Porvenir (no publicado) con varios ecotipos de la región, se obtuvo alta infertilidad y rendimientos bajos (información verbal).

6.7 Tasa de Producción de Biomasa Vegetal en Kg/ha

En el cuadro 21, se resume la cantidad de producción de biomasa vegetal obtenida en las evaluaciones cada 7 días, en plantas de 15 días después de la siembra.

El tratamiento T1(30l biol/ha), a los 15 días reporta una tasa de producción de biomasa de 51,79 Kg/ha, ocurriendo la máxima acumulación a los 70 días del periodo vegetativo (32 862, 98 Kg/ha), para el T2(50 l biol/ha) a los 15 días logra una tasa de producción de 43,36 Kg/ha de biomasa/ha y a los 70 días también ocurre la mayor producción acumulación de biomasa (34 291, 8 Kg/ha); en el T4 (Tratamiento químico) a los 15 días produce 45,29 Kg de biomasa/ha y a los 70 días produce 35 006, 21 Kg de biomasa/ha, y en el caso del testigo absoluto, la producción de biomasa vegetal fue de menor cantidad a los 15 días con 32,65 Kg/ha y a los 70 días de 30 005, 33 Kg/ha.

Podemos apreciar que los tratamientos T1, T2 y T3 con aplicación del abono orgánico biol, acumula mayor cantidad de biomasa vegetal, en comparación con el tratamiento químico donde la acumulación de biomasa es más lenta y en caso del tratamiento T5 como testigo absoluto, la tasa de producción de biomasa es menor, esto por el efecto directo del biol en la planta, al permitir una mayor síntesis de nutrientes y mayor actividad metabólica a través del proceso fotosintético.

Para todos los tratamientos la mayor producción de biomasa vegetal con la raza de maíz Pidicenco ocurre a los 70 días después de la siembra en la etapa de R3 (gráfico 1) (etapa de leche: 18 a 22 días después de la fertilización) cuando se observa un líquido claro lechoso en el endospermo, sucede una mayor concentración de azúcares y la humedad de grano es 80%. A partir de los 77 días la tasa de producción comienza a disminuir, debido a que la planta inicia su etapa reproductiva. La tendencia de la curva para todos los tratamientos es la misma y a la vez tiene estrecha relación con la curva de la fenología del maíz (expresada por la altura de planta), así, en la etapa del crecimiento rápido también ocurre la mayor acumulación de biomasa. Debido a que el presente trabajo está relacionado con la captura de carbono, que no implica necesariamente rendimiento, podríamos decir que las variedades más altas, con mayor follaje, acumularían mayor cantidad de biomasa y por ende mayor captura de carbono.

Ríos (2007) con una fertilización de 90-80-60 NPK/ha, obtuvo 25 603, 5 Kg/ha de biomasa vegetal a los 117 días después de la siembra con la

variedad Nutrimaíz INIA, está variedad mantiene follaje verde hasta el momento de la cosecha.

6.8 Peso de Carbono Capturado

El cuadro 22 y el gráfico 2, de resultados muestran los promedios obtenidos por tratamiento para el contenido de Carbono capturado en biomasa en kg/ha desde 15 a 91 días después de la siembra; los tratamientos que obtuvieron mayor peso de carbono almacenado fueron: el tratamiento T5 (testigo absoluto) con 4 153, 86 Kg/ha; y el tratamiento T1(30l biol/ha) con 3 980, 12 Kg/ha a los 77 días después de la siembra, mientras que en caso de los tratamientos T4(tratamiento químico) logró mayor captura de carbono a los 63 días con 3 772, 82 Kg/ha y el tratamiento T2 (50l biol/ha) con 3 756, 53 Kg/ha a los 70 días después de la siembra; para el caso de la raza Pidicinco la acumulación de carbono disminuye a partir de los 77 días después de la siembra.

En general se puede observar que el contenido de carbono mantiene una relación de incremento en los tratamientos T2 y T3 hasta los 70 días y en los tratamientos T1, T4 y T5 hasta los 77 días, sin embargo al evaluar, el contenido de carbono almacenado a los 91 días para todos los tratamientos, disminuye hasta en 64,74 %, 66,49 %, 67,97 %, 73.82% y 76.90% para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 respectivamente.

La pérdida de peso de acumulación de carbono en la fase final del ciclo de vida del cultivo se debe al efecto del proceso de la respiración, el cual demanda un gasto de energía acumulada en las proteínas, lípidos, glúcidos, ácidos orgánicos y minerales producidos en el proceso fotosintético siendo la glucosa el sustrato respiratorio más utilizado la cual es liberada como calor, esta afirmación es corroborada por (Barceló et al, 2000) quien manifiesta que el metabolismo de gases tiene lugar por difusión a través de los espacios en respuesta a la gradiente de la concentración.

Bartra (2003), con 80 Kg N/ha obtuvo en mayor promedio en peso de carbono almacenado con 6 825, 5 Kg/ha a los 90 días después de la siembra con la variedad de maíz Marginal 28 Tropical, mientras que Ríos (2007) con una fertilización de 90-80-60 Kg NPK/ha, reporta 11 459, 3 Kg/ha de carbono con la variedad de Maíz Nutrimaíz INIA.

6.9 El CO₂ en la Biomasa

En el cuadro 23 y el gráfico 3, se reporta los resultados de las evaluaciones de la cantidad de CO₂ en biomasa, los tratamientos T2 (50l biol/ha) y T3(1 biol/ha) lograron mayor contenido de CO₂ con 1 024, 5 y 977, 1 Kg/ha respectivamente a los 70 días después de la siembra; mientras que los tratamientos T1(30l biol/ha), T4 (tratamiento químico) y T5 (Testigo absoluto), obtuvieron mayor cantidad de CO₂ con 1 164, 9; 1 023 y 1 132, 9 Kg/ha a los 77 días después de la siembra,

constituyéndose el Tratamiento T2 (50l biol/ha) con mayor contenido de CO₂ en la biomasa con 1 024,5 Kg/ha a los 70 días después de la siembra.

Mediante la determinación del cociente respiratorio que no es más que la relación existente entre el CO₂ liberado en el proceso y el O₂ consumido, el maíz (*Zea mays*) puede responder a cambios en el CO₂ en cuestión de segundos, como lo afirma (Mccree, 1996).

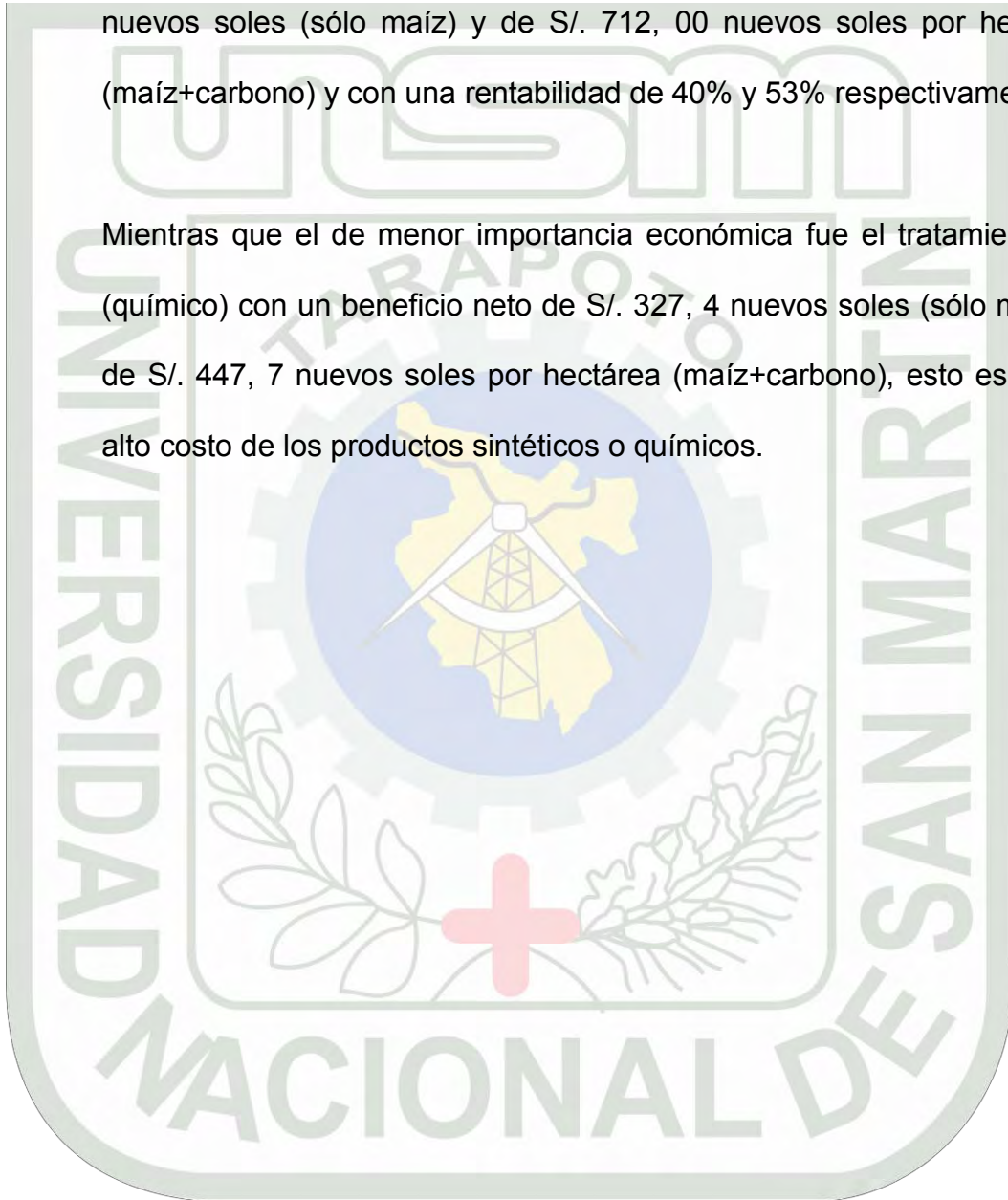
Ríos (2007) con el tratamiento de 90-80-60 NPK/ha, obtuvo mayor proporción de CO₂ con 960,17 Kg/ha, seguido del tratamiento con 6 Tn de humus por hectárea logró una proporción de 954, 90 Kg/ha de CO₂, con la variedad Nutrimaíz INIA, valores inferiores a los obtenidos con la aplicación de biol como abono foliar orgánico con la raza de maíz suave Pidicincó.

6.10 Análisis Económico

Los costos de producción varían de 1 306, 8 a 1 952, 64 nuevos soles por hectárea (Cuadro 24); el precio por kilogramo del maíz suave raza pidicincó, es de S/. 1, 5 nuevos soles, los tratamientos T2 (50l biol/ha) y T1 (30l biol/ha), son los que presentaron mayor utilidad. El tratamiento T2 (50l biol/ha) con mayor beneficio neto de S/. 767, 1, solamente considerando el rendimiento de grano del maíz; y si consideramos el valor económico de la acumulación de carbono el beneficio neto es de

S/. 921, 3 nuevos soles por hectárea con una rentabilidad de 56% (sólo maíz) y de 67% (maíz+carbono), el segundo de importancia económica es el tratamiento T1 (30 l biol/ha) con un beneficio neto de S/. 540, 00 nuevos soles (sólo maíz) y de S/. 712, 00 nuevos soles por hectárea (maíz+carbono) y con una rentabilidad de 40% y 53% respectivamente.

Mientras que el de menor importancia económica fue el tratamiento T4 (químico) con un beneficio neto de S/. 327, 4 nuevos soles (sólo maíz) y de S/. 447, 7 nuevos soles por hectárea (maíz+carbono), esto es por el alto costo de los productos sintéticos o químicos.



VII. CONCLUSIONES

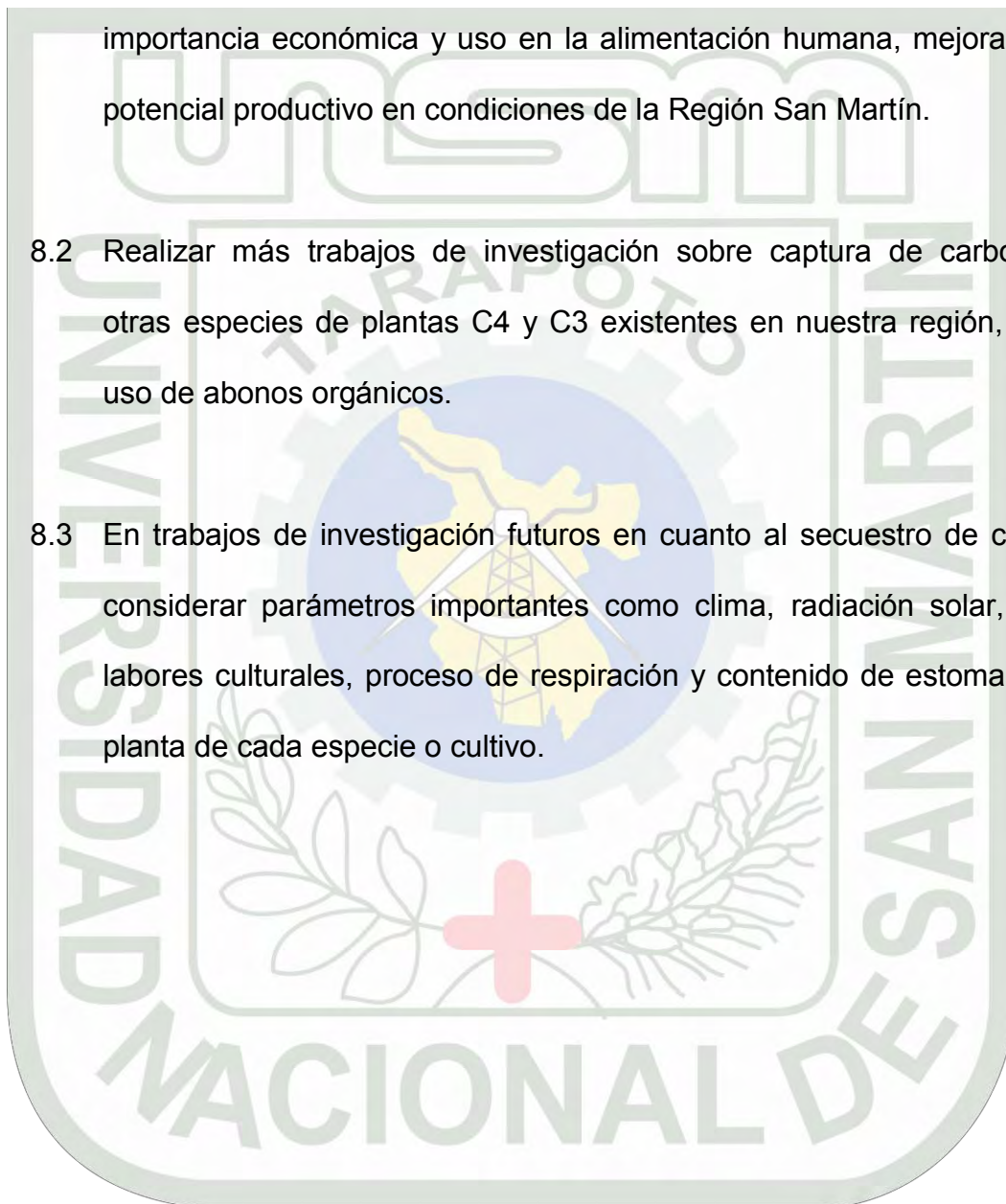
- 7.1 Los tratamientos con mayor rendimiento de grano fueron el T4 (químico) con 1 520 Kg/ha y el T2 (50l biol/ha) con 1 433 kg/ha, superando al testigo absoluto en 27% y 20% respectivamente; y los que alcanzaron mayor altura de planta fueron el T2 (50l biol/ha) con 223,6 y T1 (30l biol/ha) con 215,1 cm, estos tratamientos también alcanzaron la mayor altura de mazorca, con 134,7 cm y 137, 4 cm Indicándonos la importancia del biol, como abono orgánico foliar en el crecimiento del maíz.
- 7.2 Se obtuvo mayor acumulación de biomasa vegetal con el tratamiento químico (35 006, 21 Kg/ha), el tratamiento T2 (50l biol/ha) con 34 291, 8 Kg/ha y el tratamiento T1 (30l biol/ha) con 32 862, 98 Kg/ha a los 70 días después de la siembra, en la etapa fenológica de R3 (etapa de leche, 18 a 22 días después de la fertilización).
- 7.3 La mayor captura de carbono se logró con los tratamientos T5 (testigo absoluto) (4 153, 86 Kg/ha) y el tratamiento T1 (30l biol/ha) (3 980, 12 Kg/ha) a los 77 días después de la siembra; mientras que el tratamiento químico logró mayor captura de carbono a los 63 días después de la siembra (3 772, 82 Kg/ha).
- 7.4 A los 91 días después de la siembra se observó una disminución del carbono secuestrado alrededor del 65 – 77%, esto debido a que en esta

etapa la planta a alcanzado su madurez fisiológica y culminación de su ciclo fenológico, la respiración y la actividad fotosintética disminuyen porque los tejidos verdes de las hojas y tallos, empiezan a marchitarse.

7.5 Los tratamientos T2 (50l biol/ha) y T1 (30l biol/ha) presentan mayor rentabilidad con un beneficio neto de S/. 767, 1 nuevos soles, considerando solo el rendimiento de grano y con el valor económico de la captura de carbono el beneficio es de S/. 921, 3 nuevos soles por hectárea, que representa una rentabilidad de 67% para el tratamiento T2, con una relación beneficio/costo de 1,6 indicando que por cada nuevo sol que se invierta en la producción se obtiene una ganancia de 0,60 nuevos soles; mientras que con el T1 se logró un beneficio neto de S/. 540, 00 nuevos soles y de S/. 712, 00 nuevos soles por hectárea (maíz+carbono) que representa una rentabilidad de 53%.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1 Continuar trabajando con esta raza de maíz suave Pidicinco, por su importancia económica y uso en la alimentación humana, mejorando su potencial productivo en condiciones de la Región San Martín.
- 8.2 Realizar más trabajos de investigación sobre captura de carbono en otras especies de plantas C4 y C3 existentes en nuestra región, con el uso de abonos orgánicos.
- 8.3 En trabajos de investigación futuros en cuanto al secuestro de carbono considerar parámetros importantes como clima, radiación solar, suelo, labores culturales, proceso de respiración y contenido de estomas de la planta de cada especie o cultivo.



IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALEGRE, J., RICSE A, ARÉVALO, BARBARÁN J., PALM C. 2002
Determinación de las Reservas Totales de Carbono en los Diferentes
Sistemas de Uso de la Tierra en Ucayali-Perú. (CODESU), Manual 12:8-
9.
2. BARCELÓ J, et al 2000 Fisiología Vegetal. Editorial Pirámide. Madrid. (Y
130-21)
3. BARTRA G., C.A 2003 Efecto de la fertilización nitrogenada en el secuestro
de carbono de la biomasa aérea del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) M-28
T en la E.E. El Porvenir - INIA. 67p.
4. BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA 1998 Editorial IDEA BOOKS. España.
Págs. 471-479.
5. BRINKMAN, R., SOMBROEK, W.G 1996 The effects of global change on
soil conditions in relation to plant growth and food production. In F. and
W.G. Sombroek eds. Global Climate Change and Agricultural Production.
Bazzaz FAO and Wiley, Chichester, UK. Pp 49-63.
6. BRIEGER, F.G., J.T.A. GURGEL, E. PATERNIANI, A. BLUMENSCHNEIN, AND
M.R. ALLEONI 1958 Races of maize in Brazil and other eastern South
American countries. Publication 593. NAS-NRC, Washington, D.C.
7. CUTLER, H. C 1946 Races of maices in South America. Bot. Mus. Leaflets,
Harvard Univ. 12: 257-299.
8. ECHARRI. L 2002 Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Pp. 51
9. ECOSUR 2000 Proyecto Piloto Internacional para la Captura de Carbono y
Desarrollo Silvicultura Comunitario en Chiapas Mexico. Pág. 5.

10. FAO 2005 Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Departamento de agricultura. 58 Pp. FAO. 1993. Forest Resources Assessment 1990, Tropical Countries. FAO Forestry Paper 112. Rome.
11. FLANZY, C 2003 "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos". 797 pp.
12. GÓMEZ, E. 2009 Ejercicios de Autoevaluación. Biología de 2º de Bachillerato.
13. GONZALES, M y RAISMAN, J. 2000 Ciclo Bio-Geo-Químicos. Argentina.
14. HERNÁNDEZ, R. 2007 "Fisiología Vegetal". Editorial Alma. Universidad de los Andes. Venezuela.
15. HOLDRIDGE L. R 1997 Ecología basada en las zonas de vida, IICA, San José. Costa Rica, 250 p.
16. HOUGHTON, R.A 1995 Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850, In: (eds). Soils and Global Change. Lal, R., Kimble, J., Levine, E., Stewart, B.A. CRC & Lewis Publishers, Boca Raton, FL. Pp. 45-65.
17. ILTIS H.H. AND J.F. DOEBLEY 1980 Taxonomy of Zea (Gramineae) II. Sudspecific categories in the Zea mays complex and a generic synopsis. Amer. Bot., 67:994-1004
18. INIA 2005 Memoria Anual – Estación Experimental Agropecuaria "El Porvenir". Informe sobre los avances de Investigación Agropecuaria.
19. INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES (ICT), 2007.
20. JENSEN, W. A y SALISBURY, F. B 1994 Botánica. Acuario Editores. México 87-389 págs.
21. LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNSM-FCA, 2006.

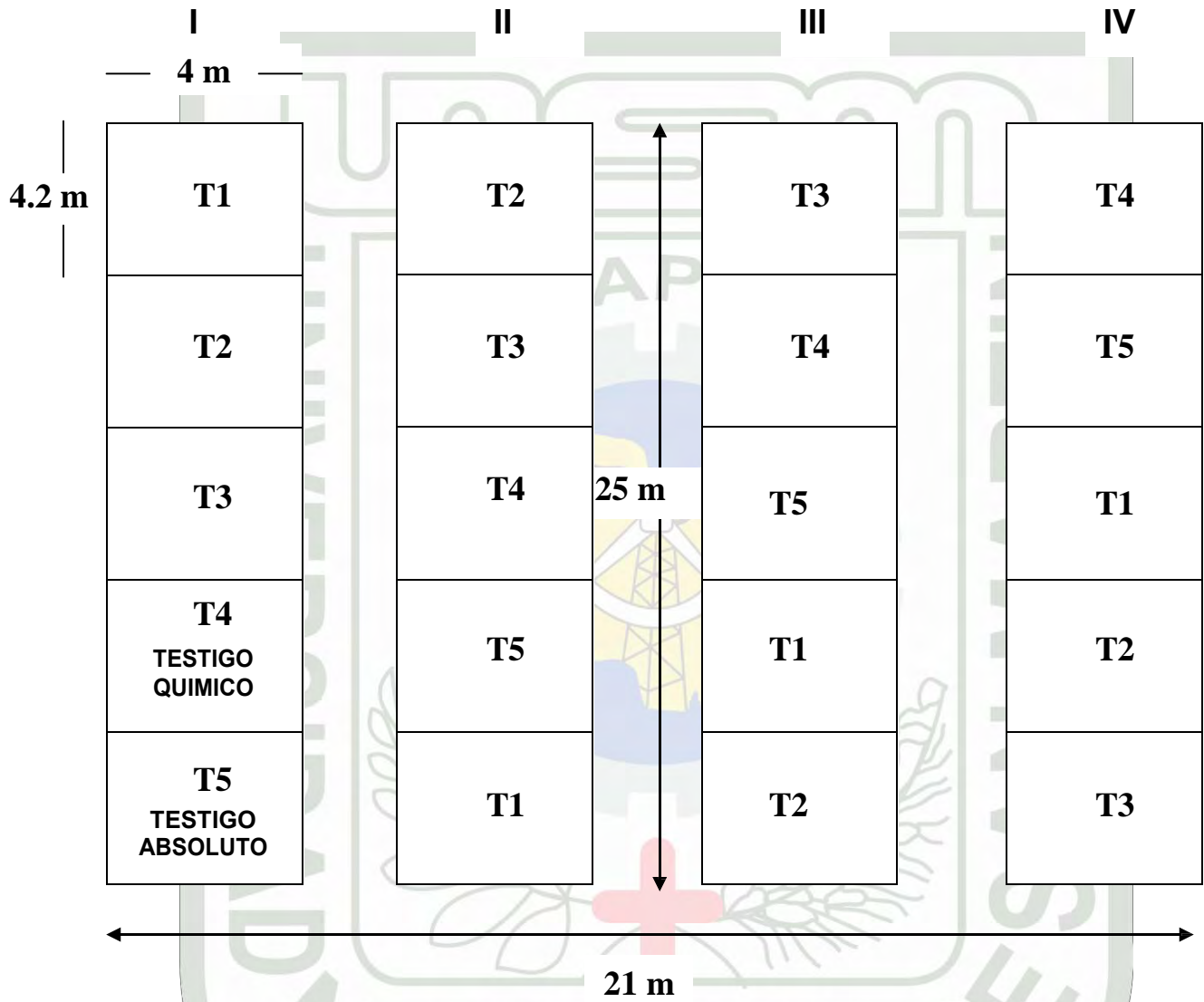
22. LAL, R 1997 Residue management, conservation tillage and soil restoration for mitigating greenhouse eils & Tillage Research. Pp.49: 1.
23. McCREE, y TROUGHTON, J. M. 1996 Non-Existence of on optimum leaf area index for the production rate of white clover grown under constant conditions. *Plants physiol.* 41 Pág. 1615-1622.
24. MITCHEL, R. L 1985 Carbon fixation by crop cano – pies. In: *Physiology of Crop Plants.* Iowa State University Press. Pp. 31-57. “Nutrimaíz”.
25. PRETELL P., C 2002 Efecto de tres fuentes y cuatro niveles de abono sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) variedad Marginal 28-T en el valle del Bajo Mayo. 45p.
26. PINTO C. M 1994 “Fisiología de la Producción Vegetal”. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias Veterinarias y Forestal.
27. RED DE ACCION EN ALTERNATIVAS AL USO DE AGROQUÍMICOS (RAAA). 2006.
28. RIOS RÍOS, Raúl 2007 Producción de biomasa y rendimiento del maíz blanco duro (*Zea mays*. L) variedad Nutrimaíz, con tres dosis de humus de lombriz y su respuesta en la fijación de CO₂ en la Banda de Shilcayo-San Martín-Perú. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Martín. 58 p.
29. ROBERT, M., CHENG, C 1991 Interactions between soil minerals and microorganisms. In Bollag, J.M., Stotzky, G. eds. *Soil Biochemistry* 7. Marcel Dekker, New York. Pp 307-393.
30. RUIZ P., S. L. 2007 Diagnóstico de los Sistemas de Producción y Recolección de Ecotipos de Maíz Criollo (*Zea mays amyfacea*) en las

Provincias de San Martín, Lamas, Picota y El Dorado. Prácticas Pre Profesionales. Universidad Nacional de San Martín. 43 p.

31. SALDÍVAR R, L. 1994 "Fisiología Vegetal". Trillas, México pp. 159-177.
32. SCHINDLER D. W 1999 Carbon cycling: the mysterious missing sink. Nature, 398, 105–107.
33. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI), 2006.
34. STRASBURGER. Eduard 1984 Tratado de Botánica. 6ta Edición. Editorial Omega. Barcelona.
35. SWIFT, R. S. 2001 Sequestration of carbon by soil. Soil science. 166(11). Germany. Pp. 858-871.
36. TABA, S 1995 Maize Genetics Resources. Maize Program Special Report. Mexico, D.F CIMMYT. Págs. 254-256.
37. TANAKA, A. 1972. "Efficiency of respiration". International Rice Research Inst. Rice Breedinj. Los Baños, Philippines. Pág. 483-498.
38. TISDALL, J.M., OADES, J.M 1982 Organic matter and water stable aggregates. J. Soil Sci. Pp. 33: 141-163.
39. VAN NOORDWIJK, M., CERRI, C., WOOMER, P.L., NUGROHO, K., BERNOUX, M 1997 Soil carbon dynamics in the humid tropical forest zone. Geoderma Pp. 79: 187-225.
40. www.infoagro.com.
41. <http://www.pes.fvet.edu.uy/cienmar>.



**Anexo N° 1: ESQUEMA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL
BLOKS**



Anexo 2: Proceso mediante cálculo matemático para la obtención de Carbono.

Ejemplo: Extraído de T2, novena evaluación (70 días después de la siembra)

Datos:

$$W_{tm} = 4800 \text{ gr}$$

$$W_{smh} = 113 \text{ gr}$$

$$W_{sms} = 28 \text{ gr}$$

Número de plantas por hectárea (0.7 x 0.5) = 57 143 plantas

Donde:

W_{tm} = Peso total de la muestra (8 plantas/tto)

W_{smh} = Peso de la sub muestra húmeda

W_{sms} = Peso de la sub muestra seca (luego de 72 horas en la estufa a 75 °C)

- **Cantidad de agua:** $115 - 28 = 87$ gramos de agua

$$115 \text{ gr} \text{ ----- } 87 \text{ gr}$$

$$4800 \text{ gr} \text{ ----- } X$$

$$X = 3\,631.30 \text{ gr de agua}$$

- **Materia seca:** $4\,800 - 3\,631.30 = 1\,168.70$ gr de materia seca en 8 plantas.

$$1\,168.70 / 8 = 146.09 \text{ gr de materia seca/planta.}$$

$$146.09 \text{ gr} \times 57\,143 = 8\,347.85 \text{ Kg materia seca/ha}$$

- **Carbono/ha:** $8\,347.85 \text{ Kg materia seca/ha} \times 0.45 = 3\,756.5311 \text{ Kg de carbono/ha.}$

- **CO2:** $3\,756.5311 \text{ Kg de carbono/ha.} \times 12/44 = 1\,024.5085 \text{ Kg de CO2/ha}$

Anexo N° 3: Costos de Producción de Maíz en grano por hectárea.

| COSTOS DE PRODUCCION POR TRATAMIENTOS DE MAIZ PIDI 5 | | | | | | | | | |
|--|--------|----------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|---|
| ESPECIFICACIONES | UNID. | CANT. | T1 | | T2 | | T3 | | N |
| | | | BIOL 30 lt/ha | | BIOL 50lt/ha | | BIOL 70lt/ha | | |
| | | | P.U (S/.) | P.T (S/.) | P.U (S/.) | P.T (S/.) | P.U (S/.) | P.T (S/.) | |
| A. COSTOS DIRECTOS | | | | | | | | | |
| 1. Preparacion de terreno | | | | | | | | | |
| Limpieza de malezas | Jornal | 15 | 10,00 | 150,00 | 10,00 | 150,00 | 10,00 | 150,00 | 1 |
| Rastra y mullido | H/m | 3 | 80,00 | 240,00 | 80,00 | 240,00 | 80,00 | 240,00 | 8 |
| 2. Siembra | | | | | | | | | |
| Jornal | Jornal | 8 | 10,00 | 80,00 | 10,00 | 80,00 | 10,00 | 80,00 | 1 |
| 3. Labores Culturales | | | | | | | | | |
| Deshierbos | Jornal | 20 | 10,00 | 200,00 | 10,00 | 200,00 | 10,00 | 200,00 | 1 |
| Abonamiento | Jornal | 1,2,3 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 20,00 | 10,00 | 30,00 | 1 |
| Control Fitosanitario | Jornal | 2 | 10,00 | 20,00 | 10,00 | 20,00 | 10,00 | 20,00 | 1 |
| Riegos | Jornal | 4 | 10,00 | 40,00 | 10,00 | 40,00 | 10,00 | 40,00 | 1 |
| Aporque | Jornal | 4 | 10,00 | 40,00 | 10,00 | 40,00 | 10,00 | 40,00 | 1 |
| Cosecha | Jornal | 10 | 10,00 | 100,00 | 10,00 | 100,00 | 10,00 | 100,00 | 1 |
| 4. Insumos | | | | | | | | | |
| Semilla | Kg | 33 | 2,00 | 66,00 | 2,00 | 66,00 | 2,00 | 66,00 | |
| Biol | Tn | 30,50,70 | 1,00 | 30,00 | 1,00 | 50,00 | 1,00 | 70,00 | |
| Fertilizantes | | | | | | | | | |
| Urea | Kg | 160 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| SFT | Kg | 90 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Cloruro de K | Kg | 140 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5. Material, Equipo y otros | | | | | | | | | |
| Machete | Unidad | 1 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 1 |
| Rafia | Rollo | 2 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | |
| Agujas | Unidad | 2 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | |
| Sacos | Unidad | 100 | 0,80 | 80,00 | 0,80 | 80,00 | 0,80 | 80,00 | |
| Desgrane | H/m | 2 | 30,00 | 60,00 | 30,00 | 60,00 | 30,00 | 60,00 | 3 |
| Transporte | Flete | 2 | 30,00 | 60,00 | 30,00 | 60,00 | 30,00 | 60,00 | 3 |
| 6. Análisis de suelo | Unidad | 1 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 60,00 | 6 |
| COSTO TOTAL DIRECTO (C.D) | | | | 1250,00 | | 1280,00 | | 1310,00 | |
| B. COSTOS INDIRECTOS | | | | | | | | | |
| 1. Gastos administrativos (8% C.D) | | | | 100,00 | | 102,40 | | 104,80 | |
| COSTO TOTAL DE PRODUCCION | | | | 1350,00 | | 1382,40 | | 1414,80 | |