



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 MARTIN
FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO ACADEMICO AGROSILVOPASTORIL



" EFECTO DE LA INOCULACION DE LOMBRICES DE
TIERRA Pontoscolex corethrurus (GLOSSOSCOLECIDAE)
EN LAS MICORRIZAS Vesículo arbusculares Y EN LA
ETAPA DE CRECIMIENTO DE ARAZA (Eugenia
stipitata), ACHIOTE (Bixa orellana), Y PIJUAYO (Bactris
gasipaes), EN SUELOS ULTISOLES DE YURIMAGUAS".

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por el Bachiller:

Hector Fernando Ydrogo Bartra

TARAPOTO — PERU

1994



TESIS

"EFECTO DE LA INOCULACION DE LOMBRICES DE TIERRA Pontoscolex corethrurus (GLOSSOSCOLECIDAE) EN LAS MICORRIZAS Vesículo arbusculares Y EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO DE ARAZA (Eugenia stipitata), ACHIOTE (Bixa orellana), Y PIJUAYO (Bactris gasipaes) EN SUELOS ULTISOLES DE YURIMAGUAS".

Para Optar el Título de

INGENIERO AGRONOMO

Presentado por el Bachiller

HECTOR FERNANDO YDROGO BARTRA

Sustentada y Aprobada por el siguiente Jurado

Presidente

Dr. Jorge Sandoval R.
Profesor principal - UNSM

Miembro de Jurado

Ing°. Washington López C.
Profesor asociado - UNSM

Miembro de Jurado

Ing°. Otilio Choy Toyco.
Profesor principal - UNSM

Asesor

Ing°. Manuel Rojas Tasilla
Profesor principal - UNSM

D E D I C A T O R I A

A mi querida mamá y hermanita
Carmen y Marinita por su continuo
apoyo para la culminación de mis estudios
Universitarios.

A la memoria de mis
abuelitos César e Isabel
por sus ejemplos y
consejos.

A mi hijita Vanessa por su amor
y cariño como también a Lleny
por la ayuda en mi vida estudiantil.

A G R A D E C I M I E N T O

Al Ing^o.M.Sc.Antonio López Ucarieque Director de la Estación Experimental San Ramón, por su apoyo incondicional en la conducción de este trabajo.

A mis asesores a los Ing^o MANUEL ROJAS TASILLA, BETO PASHANASI AMASIFUEN, PEDRO RUIZ CUBILLAS, por el gran aporte en la elaboración de esta tesis.

Al Dr JULIO C. ALEGRE ORIHUELA por su orientación y su dedicación a este trabajo.

Al Dr. PATRICK LAVELLE por su valioso aporte en la interpretación de los datos, y su gestión para el financiamiento de este trabajo.

A los Ing^o WILFREDO GUILLEN H, EVER CARUSO V, por su aporte en la orientación de esta tesis. Al Bach. EDMUNDO CHIROQUE y la Sra. ELOISA LOZANO por su incansable ayuda en el centro de cómputo de esta estación.

Mi agradecimiento a toda las personas del laboratorio de suelos, Bach. CARLOS ALVARADO, CARMELA CHUJUTALLI, ROSA ARBILDO, MERCEDES TENAZOA.

En la oficina de impresiones al Ing^o. ADOLFO PORTOCARRERO, MANUEL MELCHOR.

A toda las personas de campo: ADOMIRAN TUESTA, PABLO PINO del PROGRAMA DE PASTOS; Téc. WILLIAN CORDOVA del PROYECTO MACROFAUNA, Téc PEDRO VARGAS del PROYECTO ICRAF por su apoyo incondicional para el establecimiento y cuidado de este trabajo.

L A T I E R R A

Cavaré la tierra y sembraré semillas de trigo y haré pan para el hambre del mañana.

Cavaré la tierra para dejar allí la injusticia de los abnegados.

Cavaré la tierra para construir la paz y el amor de los desdichados.

Cavaré la tierra por que se que allí encontraré agua para saciar la sed de los mendigos.

Cavaré tanto la tierra pues se que allí encontraré mi origen y mi pasado.

Cavaré la tierra lo más profundo para mover cielo agua y tierra.

Cavaré y cavaré la tierra hasta el cansancio por que se que encontraré mi dicha y mi fortuna.

Cavaré la tierra y quien no quisiera cavar para vivir y morir en ella.

HECTOR F YDROGO BARTRA

CONTENIDO

	Pg
CAPITULO I. INTRODUCCION -----	01
CAPITULO II. REVISION BIBLIOGRAFICA-----	04
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS -----	22
A) Materiales -----	22
B) Métodos -----	28
CAPITULO IV. RESULTADOS -----	38
FIGURA 1 -----	42
FIGURA 2 -----	43
FIGURA 3 -----	45
FIGURA 4 -----	46
CAPITULO V. DISCUSIONES-----	47
CAPITULO VI. CONCLUSIONES-----	51
CAPITULO VII. RECOMENDACIONES -----	53
CAPITULO VIII RESUMEN -----	55
CAPITULO IX. CITA BIBLIOGRAFICA-----	58
CAPITULO X ANEXOS -----	62
CUADRO 1 -----	62
CUADRO 2 -----	62
CUADRO 3 -----	63
CUADRO 4 -----	63
CUADRO 5 -----	64
CUADRO 6-----	64
TABLAS 01 - 36-----	65
CROQUIS -----	74

I. INTRODUCCION

Contrario a creencias pasadas , ahora se sabe que las plantas necesitan nutrientes para su normal crecimiento y éstos se pueden obtener directamente del suelo o mediante la adición de fertilizantes inorgánicos u orgánicos.

Además sabemos que casi todas las plantas perennes crecen y se desarrollan en una estrecha relación con otros seres vivos tales el caso de las lombrices de tierra y de seres microscópicos (hongos microscópicos) que viven en asociación directa con las raíces de las plantas conociéndose ahora como "micorrizas". Actualmente se ha comprobado que está asociación es casi universal y como consecuencia de esto ha surgido un nuevo reto para los investigadores en este campo, preguntándose siempre ¿cómo ayudar a las plantas a asimilar directamente, no sólo el nitrógeno de la atmósfera, sino también los numerosos minerales que se encuentran al alcance de las raíces?. El potencial es inmenso, especialmente para los países del Tercer Mundo, que no cuentan con los medios necesarios para adquirir abonos y plaguicidas.

Numerosas especies tropicales como: yuca, soya, los forrajes y la mayoría de los árboles frutales o madereros dependen hoy en día en gran medida de la simbiosis con micorrizas. El uso potencial de estas asociaciones tiene

que ser mejor investigado para la posible utilización en gran escala.

Los suelos de Yurimaguas son Ultisoles típicos que se caracterizan por la acidez, alta saturación de aluminio y bajos niveles de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

Una forma posible de mejorar la disponibilidad de estos elementos que pueden estar encubiertos en forma no disponible es el uso de las lombrices de tierra y la asociación de micorrizas, los cuales pueden incidir en un buen crecimiento de las plantas perennes, especialmente en la fase de vivero.

Las lombrices mejoran la estructura del suelo y las micorrizas aumentan la capacidad de absorción de la planta de los nutrientes que tienen lenta difusión en el suelo, tales como Fósforo, Zinc, y Cobre.

Está probada de que las micorrizas son un medio de translocación hacia las plantas, lo que las haría muy importantes en la absorción de estos elementos. Sin embargo los trabajos de investigación sobre esto son muy limitados en la Amazonía especialmente en condiciones de vivero y campo definitivo. En consecuencia la presente Tesis aportará para un buen manejo de estas asociaciones

en el vivero.

La hipótesis de este trabajo fue:

- La disminución del ciclo de permanencia en el vivero es debido a la intervención de lombrices y micorrizas.
- Asociación beneficiosa entre planta, lombrices y micorrizas.
- Interacción de lombrices y micorrizas aceleran el crecimiento y vigorosidad de la planta.

Por tales motivos se planteó los siguientes objetivos:

- 1) Evaluar el manejo de las lombrices de tierra y las micorrizas en el vivero con plántulas de Achiote, Arazá y Pijuayo.
- 2) Probar los efectos de las lombrices en las micorrizas, en el crecimiento de estas plántulas.
- 3) Determinar el período de trasplante de estas plantas a un campo definitivo.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

El sistema de agricultura migratoria es el método más difundido en el trópico húmedo para el cultivo de plantas anuales alimenticias, lo cual consiste en la eliminación de la cobertura boscosa mediante la tumba y la quema. La principal limitación agronómica en la Amazonía es la baja fertilidad natural de los suelos bien drenados, predominantes en la región, los cuales son clasificados como Ultisoles u Oxisoles (9).

El uso de sistemas Agroforestales en la Amazonía está tomando cada vez mayor importancia para la producción sostenida de alimentos debido al potencial de los árboles en reciclaje de nutrientes a través de la hojarasca, sus mecanismos más eficientes de absorción de nutrientes y su habilidad para conservar el suelo. Estos sistemas manejados con eficiencia pueden producir una diversidad de productos tales como granos, frutos, madera para leña o construcción, abonos verdes, medicinales, ceremoniales, etc; por un tiempo más largo que otros sistemas agrícolas, requiriendo probablemente aplicaciones mínimas de fertilizantes y/o pesticidas después de algunos años de producción.

Uno de los mayores impedimentos de ambientes tropicales es el rápido deterioro de las propiedades físicas del suelo, mediante la destrucción de los

agregados los cuales van a depender de la textura, el contenido de materia orgánica, la actividad de los organismos del suelo, la actividad y descomposición de las raíces, los cationes absorbidas por las partículas del suelo. La destrucción del material boscoso se convierte en cenizas y el material parcialmente quemado produce un elevado aporte de nutrientes, observando un aumento en el pH, P, Ca, Mg y K intercambiable, se observa que una parte importante de cenizas producidas por la quema se pierde por lixiviación y escurrimiento debido a que no existe una cobertura vegetal para absorber una biomasa vegetal. Así el suelo desnudo queda totalmente expuesto a procesos de erosión, que son mayores cuando las pendientes son muy pronunciadas, lluvias intensas y la capacidad de almacenamiento y permeabilidad del suelo son bajas (11).

La presión demográfica actual impone períodos de barbecho y descansos más cortos (3 a 4 años) lo que significa una disminución del potencial de fertilidad del suelo debido a un período más corto de reciclaje, por tal motivo es necesario mejorar los barbechos en su etapa de regeneración natural. Por eso es importante adoptar tecnología que permita mantener o mejorar la fertilidad del suelo a largo plazo. La manipulación de los procesos biológicos, del suelo es una de las vías prometedoras para lograr esta meta, entre dichos procesos se pueden

aprovechar la actividad de las lombrices de tierra endógeas y o anécicas, que son especies que viven ocultas en el suelo al contrario de las epígeas que son especies que viven en la acumulación de materia orgánica y no penetrar al suelo.

El rápido declive de la fertilidad en el sistema de agricultura tradicional, puede ser atribuido en parte a la escasez de regulación por los macroinvertebrados, especialmente las lombrices.

El papel de la actividad de la fauna del suelo es importante en este proceso de agregación (6). Se demostró que las lombrices contribuyen al mantenimiento de la fertilidad, pues contribuyen y mantienen una estructura en base a macroagregados resistentes y también liberan nutrientes a partir de residuos vegetales y de materia orgánica del suelo y por último protege físicamente al humus dentro de los turrículos compactos (21). En los suelos del trópico húmedo, las lombrices endógeas pueden ingerir por encima de 1 000 Kg, de suelo seco por ha⁻¹ y regulan los procesos físico químico.

Se menciona que las lombrices conservan la fertilidad del suelo lo cual regulan la macroagregación y macroporosidad con efectos significativos sobre la infiltración y almacenamiento de agua (2), (10).

Las lombrices regulan la dinámica del suelo mediante la incorporación de la materia orgánica, con la activación de la mineralización en un corto período y protección a largo plazo en la estructura compacta de sus turrículos (3). Indican que las lombrices generalmente están ausentes en los cultivos anuales y algunas plantaciones perennes (p. e. plantación de té) por que las especies nativas no están adaptadas a condiciones de tierras cultivadas y las especies foráneas adaptadas no han sido capaz de colonizarce (20). Al mismo tiempo es posible que la colonización sea extremadamente lenta (casi 10 m. por año en promedio) y detenidos por obstáculos pequeños como: ríos, bosques.

En la Estación Experimental "San Ramón" de Yurimaguas se encontró efectos significativos en la producción de granos de maíz, arroz, caupí, con la introducción de lombrices de tierra y el tipo y cantidad de insumos orgánicos. Los más altos rendimientos en promedio se obtuvieron en los tratamientos con residuos de cultivo + abono verde de leguminosa e inoculación de lombrices de tierra 1.62 T ha^{-1} en 6 cosechas sucesivas (112 % más que el control sin lombriz, y sin residuo de cosecha) (0.77 T ha^{-1}) (27).

El suelo en sábana de costa de Marfil, la inoculación de Millsonia anomala, ha incrementado la

producción del Yam (*Dioscorea sp*) en un 20%, pero no tuvo efecto significativo en la producción de maíz en un período de tres cosechas consecutivas. El incremento de la producción fue atribuido a la mejor retención de agua, alta mineralización de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica del suelo y una mejor eficiencia en el uso de los nutrientes de los insumos orgánicos (Abono verde de leguminosas) (6).

La densidad aparente fue altamente significativa en los tratamientos con lombrices. La tasa de infiltración decrece significativamente con el tiempo en todos los tratamientos, pero con un ligero incremento en la sexta cosecha. La dinámica de los nutrientes del suelo con lombrices fue similar a los tratamientos sin lombrices. Hubo un incremento inicial durante el primer cultivo, debido a la adicción de nutrientes en las cenizas (27).

En un trabajo preliminar realizado en la Estación Experimental San Ramón de Yurimaguas se inocularon especies de Pontoscolex corethrurus en cuatro diferentes Biomosas 0, 100, 400, y 800 mg/1.5 Kg de suelo seco, con plántulas de Bactris gasipaes (Pijuayo), Bixa orellana (Achiote), y Eugenia stipitata (Arazá). Que después de 120 días, se observaron en Achiote incrementos significativos en el crecimiento (14-24 veces mayor que el control) y Arazá (1.6-2.5) como un resultado de la

inoculación de lombrices sin haber considerado las biomásas inoculadas; un efecto inverso (-1.8 a -2.7 veces que el control) fueron observadas en plantones de Pijuayo. Hubo un efecto significativo entre las especies de las plantas sobre el crecimiento de las lombrices y efectos significativos de las lombrices sobre la mineralización del N y acumulación de biomasa microbiana en algunos períodos (26).

Las micorrizas son asociaciones mutualistas entre hongos del suelo altamente evolucionados y las raíces de las plantas. Los componentes de esta asociación son hongos de las clases Zygomycetos, Ascomycetos y Basidiomicetos y la mayoría de plantas basculares (18). En la literatura, el término Simbiosis es a menudo usado para describir esta asociación en donde la planta hospedera recibe nutrientes minerales del suelo mientras que el hongo obtiene compuestos del carbono derivados de la fotosíntesis. Por lo menos siete tipos de asociaciones micorrícicas han sido reconocidas, involucrando diferentes tipos de hongos y plantas hospederas y distintos patrones morfológicos. Las asociaciones más comunes son: 1) Micorrizas vesículo-arbusculares (MVA), en las que los hongos Zygomycetos producen arbusculos, hifas y vesículas en las células corticales de la raíces. 2) Ectomicorrizas en donde Basidiomicetos y otros hongos forman un manto alrededor de las raíces y una estructura

llamada Red de Hartig, entre las células radiculares. 3) Micorrizas orquidáceas, en donde los hongos producen serpentines de hifas dentro de las raíces (o tallos) de las plantas orquidáceas. 4) Micorrizas ericoides, donde los serpentines de hifas son producidas en las células más exteriores de los pelos radiculares en las Ericales (7).

Algunos autores consideran también a las micorrizas arbutoides un tipo de endomicorrizas asociados con los géneros *Arbutus* y *Monotropa*. En la Amazonía Peruana, las micorrizas predominantes son del tipo vesículo-arbuscular (MVA) o arbuscular. Este tipo de micorrizas están formadas por hongos del orden Glomales e incluyen al rededor de 150 especies pertenecientes a los géneros *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Sclerocystis*.

Las diferentes especies de hongos de Micorriza Vesículo-arbuscular (MVA) parecen variar en cuanto a su tolerancia a la acidez del suelo, de tal manera que existen especies que toleran suelos ácidos, otras suelos alcalinos y un tercer grupo que toleran ambas situaciones (1). En Yurimaguas, se identificaron algunas especies nativas para los Ultisoles predominantes en esta región. Dos de estas, una del género *Glomus* y otra del género *Scutellospora* aún no están descritas taxonómicamente y

probablemente sean nuevas para la ciencia. Es probable también que queden algunas otras especies por identificar (32).

Las esporas de estos hongos fueron aisladas de la rizósfera (13) y del córtex de las raíces de diferentes especies de plantas, tanto en el vivero como en el campo. Algunas de las especies de hongos son comunes para varias plantas, otras parecen tener ciertas afinidad por determinadas plantas. Por ejemplo, especies de *Glomus* fueron encontradas en el córtex de las raíces de Pijuayo *Bactris gasipaes*, *Acaulospora tuberculata* en la rizósfera de *Erythrina* sp, *Gigaspora gigantea* en raíces de *Gliricidia sepium* y una especie Hialina de *Glomus* en *Inga edulis* (guaba) y en *Vigna unguiculata* (caupí). Por otro lado, se ha sugerido que los hongos micorrícicos forman una red de hifas en el suelo, las que pueden interconectar plantas. Se encontró en experimentos de invernadero que Carbono, Fósforo, Nitrógeno y agua, pueden ser transferidos mediante las hifas del hongo y que esta transferencia de nutrientes ocurre entre plantas de la misma o de diferentes especies (25). Con el objetivo de evaluar los grados de infección micorrícica en algunas especies seleccionadas para los diferentes sistemas agrícolas en Yurimaguas, se colectaron muestras de raíces finas de estas plantas las que se tñieron con azul de tripano en lactofenol (29) y luego se observaron

al microscopio a 40x para determinar el porcentaje de longitud de raíz infectada con micorrizas (14).

Resultados preliminares indican que todos los cultivos evaluados estuvieron infectados con micorrizas VA, pero el grado de infección varió de 30 a 100% . Las especies de pastos aparecen como las menos infectadas, los cultivos anuales en una posición intermedia y las leguminosas arbóreas nativas usadas en agroforestería mostraron los mayores niveles de infección (30).

Evaluaciones posteriores en áreas de bosque secundario, en donde se modificó el método del teñido de raíces descartándose el uso del fenol y de ácido clorhídrico (compuestos tóxicos), mostraron que en un total de 36 especies de árboles evaluados, el grado de infección varió de 25 a 97% (32). Estas diferencias se debía a las características de la raíz. Es decir, especies con raicillas gruesas y con poco o sin pelos radiculares, soportaron los mayores grados de infección mientras que en especies con raicillas muy finas y/o con abundantes pelos radiculares la infección fue mucho menor (4).

Asimismo, en algunas malezas con raíces muy finas como coquito (Cyperus rotundus), verdolaga (Portulaca oleracea) y Commelina diffusa, no se observó la presencia

de micorrizas, dando alguna evidencia de que estas especies no dependen de las micorrizas para tomar Fósforo y otros nutrientes del suelo, de ahí que se encuentra creciendo en suelos con amplio rango de niveles de fertilidad. Por otro lado, se observó también que al evaluarse la infección micorrícica en las raíces de las diferentes plantas, la presencia de las estructuras de los hongos MVA fue muy variada. Por ejemplo, se observaron hifas de diferente diámetro y con diferente patrón de infección, diferentes formas de vesículas (redondeadas, ovaladas, etc.), diferentes tipos de células auxiliares externas, sólo en los géneros *Gigaspora* y *Scutellospora*, y presencia o ausencia de arbusculos y serpentines de hifas, las que difieren de acuerdo a la especie de hongo MVA.

Estas observaciones sugieren, al igual que la presencia de esporas de alguna especie en particular, que exista cierta preferencia o grado de afinidad entre los hongos MVA por determinadas plantas (22).

En un primer ensayo de invernadero con suelos Ultisoles de Yurimaguas, se encontró que las especies nativas de MVA colonizaron en forma afectiva las raíces de *Centrosema macrocarpum*, *Erythrina* sp. e *Inga edulis* a niveles de Fósforo disponible entre 11.3 y 20.8 mg kg⁻¹, las plantas testigos (no infectadas con MVA) necesitaron

adiciones entre 30 y 40 kg P ha⁻¹ (Roca Fosfórica de Bayóvar) para alcanzar el mismo peso seco de las hojas y nodulación que en plantas infectadas sin adiciones de (12). Asimismo, el peso seco de hojas, raíces y total de la planta en diferentes niveles de P aplicados (0, 20 y 40 kg P ha⁻¹ como roca fosfórica) tuvieron una alta correlación con el grado de infección micorrícica en plantas inoculadas con *Rhizobium* y con micorrizas. Desde que el potencial de inóculo de micorrizas en condiciones de campo es impredecible, la supervivencia de los estados iniciales de crecimiento y la subsecuente productividad de los árboles fijadores de Nitrógeno podría ser significativamente mejorada asegurando niveles adecuados de inóculo efectivo de MVA en las camas de vivero para la producción de plantones.

En otro ensayo de invernadero, se estudió el efecto de la poda a niveles 0, 25, 50 y 75 % de biomasa aérea de *Inga edulis* (especie arbórea) y de *Centrosema macrocarpum* (especie de cobertura) en la dinámica de raíces, en los niveles de infección micorrícica y en la nodulación. Los resultados obtenidos demostraron que la eliminación de la biomasa aérea a niveles mayores de 50% para ambas especies redujeron el rebrotamiento de la parte aérea debido a la muerte de la raíz. Asimismo, la infección micorrícica en las raíces finas también se redujo al igual que el número de nódulos activos (12).

En una evaluación de crecimiento y tolerancia a suelos ácidos de 15 procedencias de Gliricidia sepium, en condiciones de campo (12), encontró que las procedencias con niveles de infección micorrícica mayores al 50% al momento de la plantación en el campo, tuvieron mayor producción de biomasa y mayores contenidos de N y P en los tejidos de procedencias con niveles de infección menores al 50%. Este es un resultado significativo debido a que nos sugiere que para las leguminosas arbóreas para agroforestería, los beneficios de una efectiva asociación árbol-Rhizobium-MVA podrían ser más fácilmente explotados en condiciones de campo, a través de la identificación de genotipos de árboles capaces de formar asociaciones efectivas con hongos micorrícicos nativos.

Otros componentes arbóreos de importancia para los sistemas agroforestales en la Amazonía Peruana lo constituye las palmeras. Entre estas, el Pijuayo (Bactris gasipaes), al igual que la mayoría de palmeras, pueden estar entre las especies más dependientes a las micorrizas para tomar Fósforo y otros nutrientes del suelo, debido a su sistema radicular pobre (33), demostró experimentalmente que el crecimiento de esta palmera puede ser sustancialmente mejorado mediante la inoculación con hongos MVA.

Algunas prácticas en viveros tropicales, sin

embargo, pueden afectar a las micorrizas. Información colectada en viveros de zonas tropicales revelaron la ausencia de infección micorrícica en la mayoría de plantas. Se cree que esto se debe mayormente a altas temperaturas en el sustrato cuando las plantas son expuestas a la luz solar directa, al menos hasta que las plantas produzcan biomasa suficiente para sombrear el suelo. Temperaturas hasta de 40°C pueden prevenir la infección micorrícica (32). En un experimento en Yurimaguas, usando sustrato no esterilizado e inoculado con raíces de *Inga edulis*, se estudió el efecto de la temperatura en la formación de micorriza y en el desarrollo de plantas de Pijuayo (32). Los plantones de Pijuayo fueron sembrados en bolsas de plástico, recibiendo sombra de hojas de palmera al nivel del suelo y sin ésta. Temperaturas de 39°C en el sustrato sin sombra disminuyeron la infección micorrícica en las plantas comparadas con las que recibieron sombra (32°C). Asimismo el número de hojas, altura de la planta, longitud de raíz y peso seco de la parte aérea y de las raíces fueron considerablemente mayores en las plantas que recibieron sombra (31).

En una prueba de observación con raíces infectadas y hojarasca de bosque secundario en un vivero comercial de Pijuayo en Yurimaguas, se demostró los efectos de la inoculación con estos como fuente de micorrizas VA (33).

Grupos de plántones de Pijuayo de cuatro meses de edad sembrados en cama de vivero y expuestos a luz solar directa fueron inoculados con raíces de gramíneas herbáceas, con hojarasca de bosque secundario y un tercer grupo se dejó sin inocular. El inóculo fue aplicado en pequeños surcos entre las líneas de plantas, a razón de tres a cinco gramos de inóculo por metro lineal. Tres meses después, cuando las plantas estaban listas para el trasplante y las diferencias entre los tratamientos eran evidentes, se cosecharon seis plantas por grupo y se evaluaron. Las plantas inoculadas superaron largamente a las no inoculadas en altura, longitud de la raíz, peso seco de hojas y de raíces.

Asimismo, la infección micorrízica fue mucho mayor en las plantas inoculadas. Se notó también diferencias entre los dos grupos de plantas inoculadas, sugiriendo que probablemente las especies contenidas en los dos inoculantes tengan habilidades distintas para colonizar las raíces de Pijuayo. La inoculación con micorrizas en la fase de vivero de especies arbóreas para la agroforestería podría acortar esta fase de tal manera que se obtendrían plantas listas para el trasplante en menor tiempo, además de darle mayor tolerancia a condiciones adversas a las que estarían expuestas en los estados iniciales de crecimiento en el campo. Además, debido a los niveles bastante bajos de Fósforo en los suelos

amazónicos, es probable que con el tiempo sean necesarias aplicaciones de fertilizantes fosfatadas (32).

Muy poco hecho para determinar el potencial de inóculo de micorrizas (17), o de Rhizobium en suelos afectados por erosión natural(15). De cualquier manera, la relación cuantitativa entre el grado de pérdida del suelo superficial y las poblaciones de MVA y Rhizobium no es clara debido a : 1) La falta de información precisa en cuanto a la historia de la erosión en una área dada y 2) El extremadamente largo período de tiempo requerido para monitoriar el desarrollo de la erosión natural en suelos previamente no erosionados. De ahí que la investigación en la productividad de suelos erosionados están siendo conducidos mayormente en suelos sujetos a erosión simulada. Asimismo se reporta que pérdidas de suelo superficial mayores a 7.5 cm es generalmente detrimental para la abundancia y actividad de los propágulos de micorriza VA de un Oxisol y concluye indicando que los propágulos de la micorriza VA perdidos durante la erosión deben ser reemplazados antes del establecimiento de especies leguminosas en suelos altamente meteorizados con problemas de erosión (16).

Aparentemente, la mejor estrategia para recuperar laderas erosionadas con más de 15 % de pendiente es mediante el establecimiento de coberturas a base de

leguminosas. Dentro de estas, *Centrosema macrocarpum* es una especie tolerante a suelos ácidos y con gran potencial para ser utilizadas en pasturas y como especie de cobertura en sistema agroforestales BENITES, 1 983 (5). Esta especie, sin embargo, depende en un 200 % de las micorrizas VA cuando el nivel del P en el suelo es aproximadamente 11 mg/kg, según reporta (12). En un ensayo de invernadero, conducido en un Ultisol de Yurimaguas, usando suelo fumigado.

En el reciclaje de nutrientes, particularmente de Fosforo, un componente importante lo constituyen las micorrizas.

Siendo el P uno de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, el efecto de las micorrizas puede ser muy dramático. Esto ocurre especialmente en suelos pobres de P, tales como los Ultisoles de la Amazonía Peruana. Otros beneficios atribuidos a las micorrizas son: mejoramiento en nodulación y fijación del Nitrógeno en especies leguminosas, especialmente arbóreas, mayor tolerancia a la sequía, altas temperaturas del suelo y mejor recuperación al trasplante y supervivencia de plantas. Entre las especies de plantas, existen grandes diferencias en cuanto a su dependencia a las micorrizas para tomar P del suelo. Generalmente las plantas que tienen raicillas gruesas y

que carecen de pelos radiculares son altamente dependientes. Entre ellas tenemos la mayoría de especies arbóreas usadas en sistemas agroforestales ; leguminosas de cobertura como Kudzú, Centrosema, etc., cultivos anuales como yuca, caupí. Por el contrario, plantas con pelos radiculares largos y abundantes y con raicillas finas dependen muy poco o nada de las micorrizas.

Entre estas tenemos algunas hortalizas tales como la col, rabanito, nabo y algunas malezas como Cyperus sp. Commelina difusa, Portulaca oleracea, comunes en campos de cultivo. Las micorrizas se encuentran en casi todos los suelos, sin embargo hay factores que afectan su formación. La frecuente mecanización, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, períodos largos de ausencia de plantas, la proliferación de especies que no forman micorrizas y la presencia de especies de ciclo vegetativo corto, son incompatibles con la supervivencia del hongo. Asimismo, desde que el hongo utiliza los carbohidratos producidos por la planta a través de la fotosíntesis, el mayor estímulo para el aumento de crecimiento ocurrirá bajo condiciones óptimas de luz y temperatura. Altas temperaturas del suelo, afectan los estados iniciales de infección micorrícica y consecuentemente el crecimiento de la planta. No todo los sistemas agrícolas son potenciales para la utilización práctica de las micorrizas. En agricultura de altos insumos por ejemplo,

sería contraproducente inocular con micorrizas, debido principalmente a los niveles altos de fertilidad. Asimismo, la micorriza por ser "aeróbica", no prospera en suelos inundados. Las ventajas de la inoculación serán más evidentes en suelos pobres en Fósforo, con bajo potencial de inóculo de micorrizas como podrían ser pasturas degradadas, suelos erosionados o en suelos en donde por efectos de rozo mecánico se hayan desplazado las capas superficiales. Una alternativa promisoría para el uso práctico de las micorrizas se encuentra precisamente en los sistemas agroforestales.

Estos sistemas involucran especies arbóreas las que por las características de sus raíces es muy probable que dependan altamente de las micorrizas. Además de requerir manejo de vivero en sus estados iniciales de crecimiento. Entre ellas tenemos: Pijuayo Bactris gasipaes, Tornillo Cedrelina catenaeformis, Guaba Inga edulis, Eritrina Erythrina sp, Cacao Theobroma cacao, Café Coffea arabica, Shaina Collubrina sp y otros árboles frutales y maderables. En los viveros de la Amazonía Peruana, generalmente no se inocular con micorrizas restringiendo a la planta de su simbiosis natural en los estados iniciales de crecimiento.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 DE CAMPO

- Balanza de reloj
- Baldes
- Bolsas de papel de 1kg.
- Cartulina
- Hoguert
- Libreta de campo
- Libros de campo
- Lombrices
- Micorrizas
- Regla graduada de 1m.
- Semillas
- Suelo
- Bolsas plásticas

3.1.2 DE LABORATORIO

- Calculadora electrónica
- Agitador vórtex
- Charolas
- Cinta métrica
- Computadora

- Dispensador
- Espátula
- Fiolas de 25 ml.
- Gradilla porta tubos
- Láminas cubre objetos
- Láminas porta objetos
- Navaja nueva
- Placas petri
- Matríz volumétrico 25, 100 y 1000 ml.
- Papel filtro whatman N° 05.
- Pipeta graduada volumétrica de 1,5 y 10 ml.
- Probetas
- Regillas
- Tubos de centrífuga
- Tubos de prueba

3.1.3 EQUIPOS

- Agitador horizontal o rotatorio
- Balanza analítica
- Centrífuga
- Esterescopio
- Fotocolorímetro
- Microscopio

3.1.4 REACTIVOS

a) PARA AMONIO

- Solución A: Na OH 0.3 M
- Solución B: 15.5 gr. Etilendiamina
Tetracético (EDTA).
- Rojo de Metilo al 0.25 % Fenol 7 gr.
Nitroprusiato de Sodio 34 gr.
- NaOH 14.8 gr. Na₂HPO₄ 49.8 gr. Lejía 200 ml.
- Extractantes : K₂SO₄ 0.5 M K C L 2.0 M.
- Solución de Acido Sulfúrico Acido
débil: 10ml
- Solución de 1000 ppm. de: stock : N-N H₄. N
H₄ CL 3.8 gr.
- Solución de 0 a 5 mg, Standar (N-H₄) ml.

CONCENTRACION	SOL. STOCK DE TRABAJO	VOLUMEN FINAL ml.
0	0	100
1	1	100
2	2	100
3	3	100
4	4	100
5	5	100

b) PARA NITRATOS

- NaOH : 160 gr.
- Acido Salicílico 5 gr al 5% H₂SO₄ 95 ml.
- Solución Stock de ppm de N (NO₃) K N 03 7.22 gr.
- Solución de Trabajo de 50 ppm de N-NO₃
- Solución Standar

CONCENTRACION	SOL. STOCK	VOLUNMEN
PPM ml	DE TRABAJO	FINAL
0	0	100
1	1	100
2	2	50
4	4	50
6	6	50
8	8	50

PARA EVALUACIONES DE MICORRIZAS

- Acido Láctico
- Alcohol
- Azul de Tripano al 0.1%
- Formol
- Glicerina

3.1.5 DE ESCRITORIO

- Estensil
- Borrador
- Lápices
- Mimeógrafo
- Papel bond (80 gr.)
- Papel carbón
- Plumones

VIVERO EXPERIMENTALa) Ubicación

La Estación Experimental se halla ubicada en el km.6 de la carretera Yurimaguas - San Ramón. Encontrándose a 5°56' latitud sur, 76°5' longitud oeste a una elevación de 174 msnm (34).

b) Vías de Acceso

La principal vía de acceso es la carretera Yurimaguas-San Ramón, también el río Shanusi.

c) Características del distrito de Yurimaguas

Tiene clima húmedo - tropical con una temperatura promedio de 26°C, y de una precipitación promedio anual de 2200 mm. Hay una época muy seca junio y agosto donde los promedios mensuales de lluvia están por debajo de los 100 mm (34).

COMPONENTES EN ESTUDIO

Lombrices de tierra nativas (Pontoscolex corethrurus), y Micorrizas (Vesículo arbusculares), plántulas de las siguientes especies : Arazá (Eugenia stipitata), Achiote (Bixa orellana), Pijuayo (Bactris gasipaes).

B) METODOLOGIA

Se utilizaron plántulas de especies de la localidad de Yurimaguas como, Arazá, Achiote y Pijuayo. Después de germinadas las plántulas se repicaron a bolsas plásticas (28 x 19 cm), llenas con un substrato de tres partes de suelo y uno de aserrín teniendo un peso aproximado de 1.9 kg. Después de un riego de tres días hasta su capacidad de campo presentó un peso de (2.135kg). El suelo se obtuvo de un bosque secundario de aproximadamente 3 años a la profundidad DE 0-10, para luego secarlo a temperatura ambiental con la finalidad de eliminar las lombrices, huevos, hifas y esporas de micorrizas que se encuentran en forma natural en el suelo.

Después de la inoculación, las bolsas se pusieron en el vivero bajo un tinglado abierto de una aproximada de altura de 1.20 m.

Se hicieron las siguientes evaluaciones

- . Biomasa total de las plántulas
- . Número de lombrices de tierra.
- . Grado de infección de las micorrizas.
- . Mineralización del Nitrógeno.

Biomasa de las Plantas

Se muestrearon en diferentes períodos las hojas y los tallos, así como también las raíces de las plantas que se encontraban creciendo en las bolsas, se pesó fresco y se puso en la estufa a secar (75°C durante 24 horas).

Número de Lombrices

Se evaluó el número de lombrices de tierra, número de capullos y huevos de cada tratamiento siendo comparadas con los valores iniciales.

Grado de Infección de las Micorrizas

Se procedió de la siguiente manera :

- a) Se colectó las raíces de las bolsas
- b) Se lavó ligeramente con agua de caño y se colocó en tubos de ensayos.
- c) Se aplicó KOH al 10 % y luego se pusieron en

la Autoclave a un tiempo de 6' y una presión de 1.5 lb. Las raíces gruesas y pigmentadas se pusieron por dos horas.

- d) Se eliminó el KOH y se lavaron las raíces 2-3 veces con agua hasta que ésta se quedó clara.
 - e) Posteriormente se aplicó el tinte (Acido Láctico, Glicerina, Agua, Azul de Tripano) y se colocó en la Autoclave a un tiempo de 6' y una presión de 1.5 lb.
 - f) Se retiró de la Autoclave las muestras y se puso en la solución del desteñidor (Acido Láctico, Glicerina, Agua).
 - g) Se montaron en placas cobre objetos aplicando Acido Láctico.
 - h) Finalmente se hizo las observaciones al microscopio-esteroscopio para evaluar el porcentaje de infección con micorrizas según el método de Giovannetti and Mosse (1980) Laboratorio de Microbiología.
- El tinte se preparó de la siguiente manera:
- 2 Partes de Acido Láctico
 - 2 Partes de Glicerina

31

1 Parte de Agua.

0.4 gr Azul de tripano

Para el destinte se utilizó:

2 Partes de Acido Láctico

2 Partes de Glicerina

1 Parte de Agua.

Mineralización del Nitrógeno

Amonio La determinación colorimétrica del Nitrógeno amoniacal se hizo de la siguiente manera:

- Se pesó aproximadamente 10 gr de muestra de suelo fresco previamente tamizado.
- Se vertió en un matraz de 125 ml de capacidad y se agregó 20 ml de extractante.
- Se sometió a una agitación rotatoria de 145 rpm durante 30 minutos.
- Se filtró la suspensión del suelo a través de un papel filtro whatman No. 05. El filtrado fue recibido en vasos pequeños de 60 ml de capacidad (extracto A).
- Se transfirió la alícuota del extracto A a una fiola de 25 ml. y se agregó 1 ml de la solución B.
Si la solución es amarilla se agrega de gota a gota una cantidad suficiente de Acido Débil.
- Se agregó luego una cantidad suficiente de NaOH 0.3 N (gota a gota) hasta que la solución alcanzó un pH=6. En este momento el indicador rojo de metilo vira de rojo grosella a amarillo).
- A continuación se agregó 2 ml de la solución y 4 ml. de la solución D.
- Se completó a un volumen (25 ml) en agua destilada, tapando y agitando suavemente.

- Se dejó en reposo a temperatura ambiental durante 60 minutos para permitir el desarrollo completo de la reacción.
- El color obtenido era estable durante aproximadamente 7 horas.
- Se leyó la absorbancia o el porcentaje de transmitancia a 620 nanómetros.

Nitratos El procedimiento que se siguió fue:

- Se tomó 0.5 ml de extracto y standar en tubos de prueba.
- Se agregó 1 ml. de la solución de Acido Salicílico al 5% mezclandose bien con el agitador vórtex inmediatamente después de la adicción del Acido a cada tubo.
- Se dejó en reposo durante 30 minutos.
- Se agregó 10 ml de NaOH a 4 N. Se produce una reacción exotérmica en la solución por lo que se deben tener medidas adecuadas de seguridad. Sometiendo a una vibración a cada una de las muestras inmediatamente después de la aplicación de la base.
Luego se sometió nuevamente a vibración las muestras pero en grupos de 10.
- Luego se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se sometió a vibración.
El color era estable durante 12 horas.
Se leyó en el colorímetro a 420 nanómetros.

FACTORES EN ESTUDIOa) Especies

a1 = Achiote

a2 = Arazá

a3 = Pijuayo

b) Dosificación

b1 = Dosis 0 mg sin lombrices (testigo)

b2 = Dosis 350 mg: 5 lombrices

b3 = Dosis 700 mg: 10 lombrices

c) Combinaciones

NUMERO DE PLANTAS EVALUADAS CADA 15 DIAS EN EL CULTIVO
 DEL ACHIOTE

Nº de Orden	Factor A	Factor B	Combinación	Nº de plantas replicadas/esp.		
				1ra	4ra	8va
01	a1	b1	alb1	3	15	27
02	a1	b2	alb2	3	15	27
03	a1	b3	alb3	3	15	27

35

 NUMERO DE PLANTAS EVALUADAS CADA 30 DIAS EN EL CULTIVO
 DEL ARAZA

Nº de Orden	Factor A	Factor B	Combinación	Nºde plantas repicadas/esp		
				1ra	5ta	9na
04	a2	b1	a2b1	3	15	30
05	a2	b2	a2b2	3	15	30
06	a2	b3	a2b3	3	15	30

90

 NUMERO DE PLANTAS EVALUADAS CADA 30 DIAS EN EL CULTIVO
 DEL PIJUAYO

Nº de Orden	Factor A	Factor B	Combinación	Nºde plantas repicadas/esp		
				1ra	4ta	8va
07	a3	b1	a3b1	3	15	27
08	a3	b2	a3b2	3	15	27
09	a3	b3	a3b3	3	15	27

81

TOTAL DE PLANTAS 252

d) Diseño Experimental

Se usó el **Diseño de Bloques Completamente Randomizado** (BCR) con tres repeticiones, la cantidad de plántulas para el presente fue de 252.

e) Evaluaciones realizadas

Aproximadamente después de dos semanas del trasplante se inocularon las bolsas con lombrices jóvenes de Pontoscolex corethrurus en los diferentes niveles:

- 1.- 0 mg (control)
- 2.- 350 mg. (peso vivo de lombrices) 5 individuos
- 3.- 700 mg (peso vivo de lombrices) 10 individuos

Las evaluaciones en achote se hizo de la siguiente manera:

- 1ra. evaluación a 0 días
- 2da. evaluación a 15 días
- 3ra. evaluación a 30 días
- 4ta. evaluación a 45 días
- 5ta. evaluación a 60 días
- 6ta. evaluación a 75 días
- 7ma. evaluación a 90 días
- 8va. evaluación a 105 días
- 9na. evaluación a 120 días

Las evaluaciones en Arazá se hizo de la siguiente manera:

- 1ra. evaluación a 0 días
- 2da. evaluación a 15 días
- 3ra. evaluación a 30 días
- 4ta. evaluación a 60 días
- 5ta. evaluación a 90 días
- 6ta. evaluación a 120 días
- 7ma. evaluación a 150 días
- 8va. evaluación a 180 días
- 9na. evaluación a 210 días
- 10ma. evaluación a 240 días

Las evaluaciones en Pijuayo se hizo de la siguiente manera:

- 1ra. evaluación a 0 días
- 2da. evaluación a 15 días
- 3ra. evaluación a 30 días
- 4ta. evaluación a 60 días
- 5ta. evaluación a 90 días
- 6ta. evaluación a 120 días
- 7ma. evaluación a 150 días
- 8va. evaluación a 180 días
- 9na. evaluación a 210 días

IV. RESULTADOS

Biomasa de las plantas.

En un período de 120 días las plántulas de Achiote mostraron un incremento de 2.8 g, 5.9 g y 8 g, observando un efecto significativo en los tratamientos con inoculación de lombrices de 0, 350, y 700 mg de peso fresco. Figura 1 (a).

En Arazá con 240 días de permanencia en el vivero se obtuvo incrementos de 3.4 g, 3.9 g y 4.2 g, sin observar diferencia significativa en los tratamientos con inoculación de 0, 350, 700 mg de lombrices. Figura 1 (b).

En Pijuayo en los 210 días se obtuvo 6.0 g, 6.6 g y 6.1 g, en los tratamientos tratamientos 0, 300, y 700 mg. Figura 1 (c).

Infección de las Micorrizas

Se constató en el cultivo del Achiote la infección de micorrizas Vesículo - arbusculares en las raíces con un porcentaje de 15, 55 75 % existiendo una diferencia significativa en los tratamientos inoculados con 0, 350 y 700 mg de lombrices, en 120 días. Figura 2 (a).

Arazá tuvo valores de infección de 12.3, 62.6, 50 %, teniendo una diferencia significativa con respecto al control en los tratamientos 350, 700 mg en 240 días. Fig 2 (b).

Valores de infección se tuvo en el cultivo de Pijuayo con un porcentaje de 10, 31, 44 % observando una diferencia significativa en los tres tratamientos 0, 350, 700 mg en 210 días. Figura 2 (c).

Número de individuos

En el trabajo se tuvo cambios referente a número de lombrices en el tiempo.

En el caso de Achiote no se notó un incremento en los tratamientos con 350 y 700 mg de lombrices, declinando a niveles muy bajos llegando hasta 0 durante 120 días. Figura 3 (a).

Con el cultivo de Arazá se observó una tendencia de crecimiento de 4.4 y 3.2 veces más en los tratamientos de 350 y 700 mg/bolsa 240 días. Figura 3 (b).

En Pijuayo la biomasa de lombrices a los 90 días se incremento a 2.2 veces en el tratamiento 350 mg y a los 210 días una tendencia de baja de 1.4 veces más en el

40

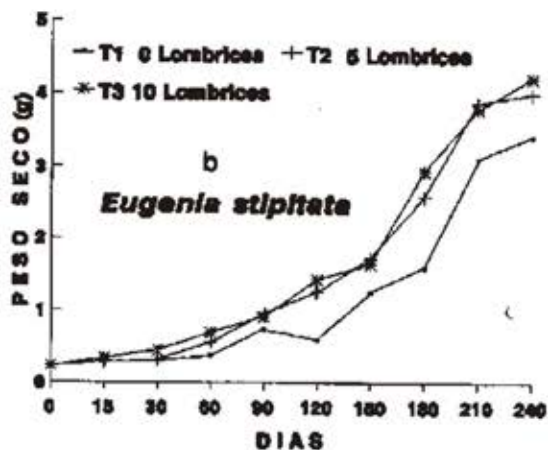
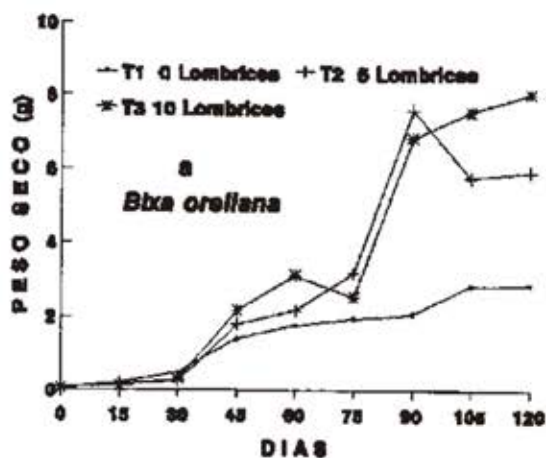
tratamiento de 700 mg, Figura 3 (c).

Mineralización del Nitrógeno

En las concentraciones de Nitrógeno del presente trabajo se tuvo los siguientes rangos. En Achiote un incremento de 58.2 y 50.5 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo en los tratamientos 350 y 700 mg en 60 días, bajando a niveles de 0.334 y 0.501 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo, en 120 días. Figura 4 (a)

Arazá de 18.6 y 40.6 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo en los tratamientos de 350 y 700 mg en 120 días, teniendo una tendencia de baja de 2.4 y 2.6 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo, en 240 días. Figura 4 (b).

Pijuayo 43.9 y 53 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo en los tratamientos 350 y 700 mg en 90 días, bajando a niveles de 3.3 y 2.0 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo Figura 4 (c).



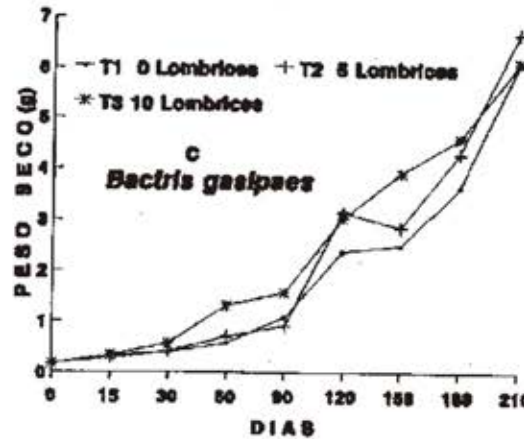
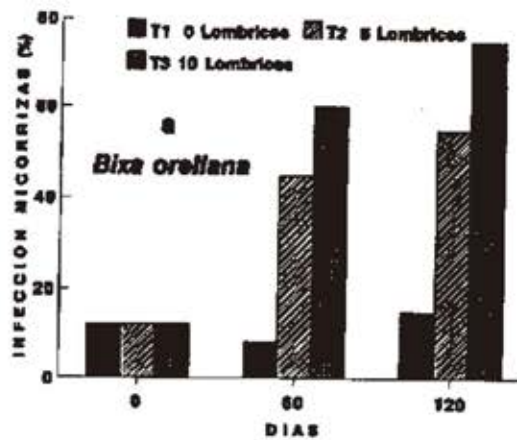


Figura 1. Biomasa total (raíces + parte aérea) acumulado en el tiempo en plantulas de tres especies de árboles en crecimiento en el vivero en relación a la cantidad (mg/maceta) de *Pontoscolex coretrhururus* introducidos dentro de la maceta.



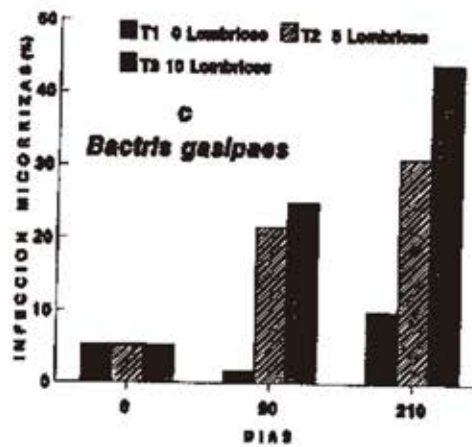
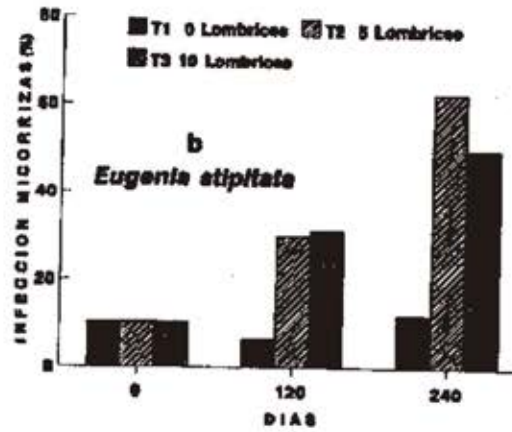
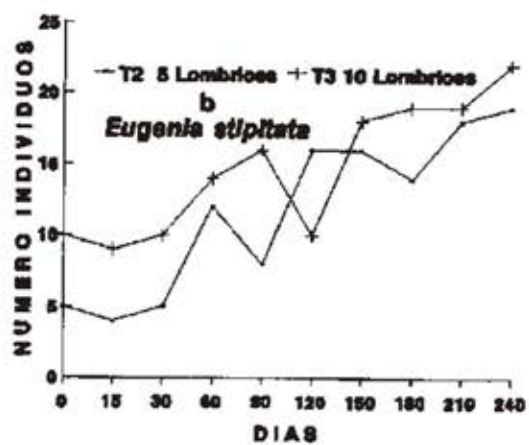
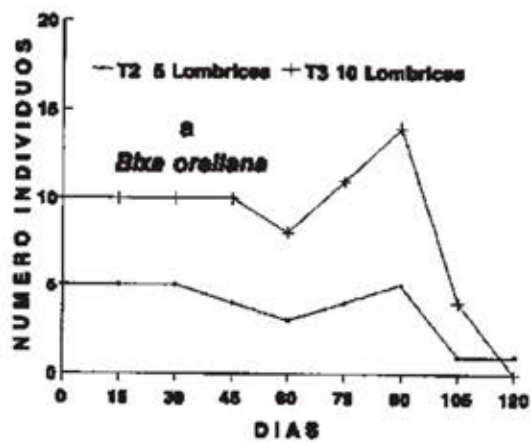


Figura 2. Infección micorrizica con inoculación de *Pontoscolex corethrurus* en el vivero con plantas de tres especies de árboles.



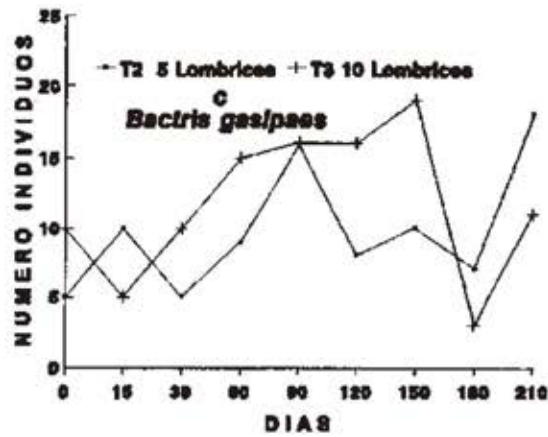
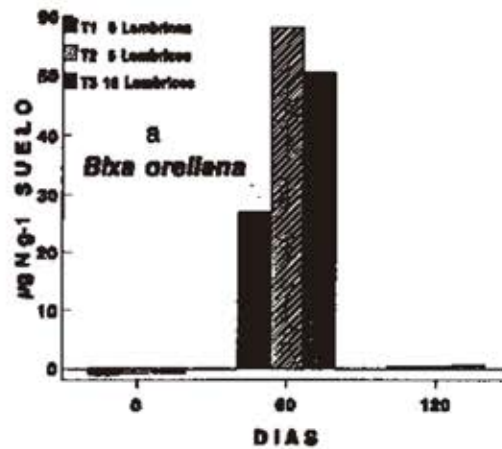


Figura 3. Cambios temporales en número de individuos de *Pontoscolex corethrurus* en macetas del vivero conteniendo plantulas de tres especies de árboles.



46

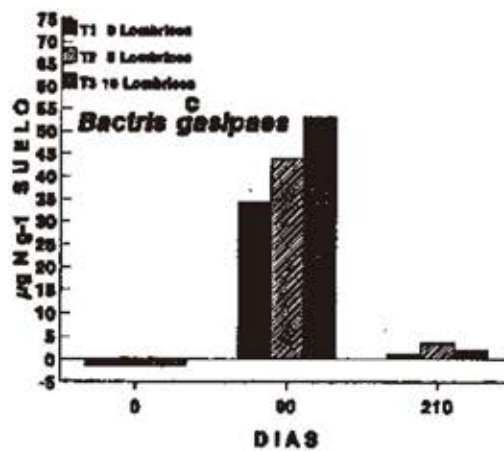
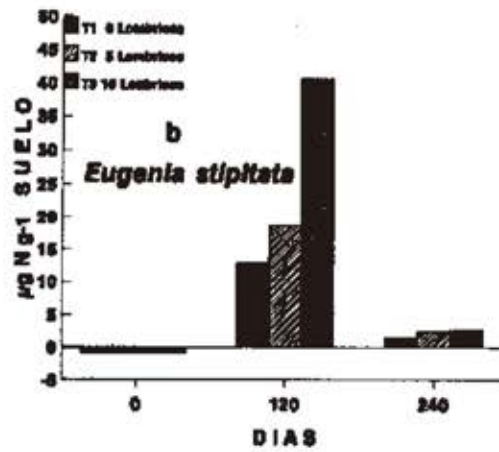


Figura 4. Mineralización del nitrógeno en el suelo de tres especies de árboles tropicales previamente inoculados con diferentes biomásas de Pontoscolex corethrurus.

V. DISCUSIONES

El substrato que se utiliza en los viveros es comúnmente una mezcla de aserrín y suelo tamizado, medio óptimo para el crecimiento de las plántulas.

Sin embargo en el suelo tamizado, las raíces son eliminadas, excluyéndose una fuente natural de infección micorrícica, afectando la formación rápida de estos hongos. De esta forma, las plantas no alcanzan los niveles adecuados de infección micorrícica al momento del trasplante y al no estar habilitadas para tomar fósforo y otros nutrientes del suelo en cantidades suficientes, su crecimiento y supervivencia se verán afectados. Es pues la primera importancia considerar la inoculación con lombrices y la infección micorrícica en la fase de vivero de estas especies. Un aspecto de especial importancia se refiere a la infección micorrícica.

1. Biomasa de la planta

El incremento de la biomasa de las plantas con inoculación de lombrices de tierra en Achiote tuvo una respuesta positiva, poco en el cultivo de Arazá, y una respuesta intermedia en Pijuayo. Los tres cultivos tienen una diferencia fisiológica y un período vegetativo muy heterogéneo. Se observó que las raíces del Achiote son

largas, finas y ocupan un buen volumen de las bolsas en contraste con el Pijuayo que tienen raíces cortas y gruesas por lo que se puede decir que su sistema radicular pueda llegar solo a una pequeña porción del volumen de suelo de las bolsas. Esto limitan los beneficios que pueda brindar los nutrientes del suelo como consecuencia de la actividad de las lombrices y las micorrizas. También se puede mencionar que el cultivo del Arazá tiene su sistema radicular largos, gruesos y muy leñosas por lo que es considerada en una posición intermedia.

2. Porcentaje de Micorrizas

Se constató la gran predominancia de las micorrizas vesículo-arbusculares (MVA) en Ultisoles de la Amazonía Peruana. Los tres cultivos evaluados estuvieron infectados con micorrizas MVA, pero el grado de infección micorrícica varió. En Achiote presenta un mayor porcentaje de infección debido a que los micelios de las micorrizas se adhieren en las raíces finas, notándose un aumento en los niveles de Fósforo en el suelo (Cuadro 1 del Anexo) y una acumulación en los tejidos (Cuadro 4 del Anexo). En cuanto al grado de infección en Arazá está en una fase intermedia, obtuyéndose también niveles intermedios de acumulación de fósforo en el suelo y planta (Cuadro 2, 5 del Anexo).

En el Pijuayo se tuvo una infección baja, observándose bajos niveles de acumulación de Fósforo (Cuadro 3, 6 del Anexo). Estas diferencias se deberían a las características de las raíces de las respectivas plantas por lo que hay una variabilidad en cuanto al diámetro, y presencia de pelos radiculares entre estas especies.

3. Número de individuos

Se observaron cambios muy marcados en las poblaciones de las lombrices con el tiempo. En Achiote se tuvo poblaciones muy bajas de Pontoscolex coretrurus llegando hasta niveles de cero, debido a que se encuentran en la superficie turrículos que sellaron las bolsas, evitando el pase de la humedad que se proporcionaba en el riego, como también las raíces gruesas que estaban compitiendo con las lombrices de tierra por volumen de suelo u a las segregaciones tóxicas emitidos por las raíces. En Arazá y Pijuayo por el contrario se contó con un gran número de individuos, por la que se proporcionó exudados en la raíz que sirvieron como medio rico para la sobrevivencia de las lombrices.

4. Mineralización del Nitrógeno

El potencial de mineralización del nitrógeno estuvo muy complejo en las diferentes tratamientos por lo que se tuvo en Achiote niveles negativos en un inicio, debido a que exista una **inmovilización** del Nitrógeno por la incorporación del aserrín por tener taninos que esten acompañando dicho mineral. Por lo que en un tiempo intermedio ésta se incrementó a niveles altos, declinando a niveles bajos en un período final. En Pijuayo se tuvo cantidades intermedias de mineralización con respecto a los otros dos cultivos, observando un contraste en Arazá. Hay que resaltar que estas medidas son muy variables y dinámicas que afectan su explicación lógica. De todas maneras se dan las tendencias y se pueden ver transformaciones significativas por efecto de las lombrices de tierra.

VI. CONCLUSIONES

1. Pontoscolex corethrurus son predominantes en suelos de la Amazonía Peruana.
2. En el cultivo del Achiote, los turrículos sellaron la superficie de las bolsas, reportando mortandad de lombrices más no la formación micorrícica. También se puede mencionar que posiblemente este cultivo emite exudados tóxicos para las lombrices.
3. Especies arbóreas con raíces gruesas y sin pelos radiculares tienen mayores grados de infección micorrícica.
4. Existen evidencias de cierto grado de afinidad de las especies de hongos que forman Micorriza Vesículo-arbusculares (MVA) por ciertas especies de plantas.
5. Se han identificado algunas especies de hongos MVA, aunque probablemente existan otras por identificar y algunas por describir taxonómicamente.
Acaulospora tuberculata en el Pijuayo
Glumus inermayanum en el Achiote
Glumus callosum en el Arazá
6. Sombreamiento de la planta a un 60 % aumenta la población de las lombrices como la formación de MVA.

7. Utilizando MVA más lombrices de tierra tendremos plantas de Arazá, Achiote y Pijuayo sanos y vigorosos.
8. También se acelera el crecimiento de Arazá, Achiote y Pijuayo utilizando lombrices y micorrizas en vivero.
9. Mortandad de lombrices en Achiote contribuyeron a la incorporación de nutrientes al suelo.
10. Arazá y Pijuayo han contribuido con mayor cantidad de exudados provenientes de la raíz como también de las raíces muertas, creando un medio rico para las lombrices.
11. Resultados indican que las lombrices no afectan la formación y actividad micorrícica por el contrario hay una relación entre Planta-Lombriz-Micorriza.

VII. RECOMENDACIONES

1. Desafortunadamente, hasta la fecha, no se ha podido producir micorrizas comerciales ya que el hongo requiere de una planta viva para sobrevivir. El uso de raíces frescas, hojarasca y suelo de bosque o de plantaciones permanentes como fuente de infección parece ser la mejor alternativa para los viveros de nuestra selva, la inoculación de lombrices e infección de micorrizas se puede hacer al momento de la siembra ya sea en bolsas o camas de vivero, poniéndose una capa de 2 a 3 cm de espesor del infección al nivel de la raíz de la plantita o después de la siembra haciendo pequeños surcos en las camas de vivero.
2. La especie que tuvo mayor cantidad de lombrices y una infección micorrícica constantes ha sido el cultivo del Arazá en su tratamiento intermedio (T2). Por lo que se recomienda utilizar 5 lombrices jóvenes por cada unidad de bolsa, en cualquier cultivo, evitando así competencia por área de suelo.
3. También podemos incorporar los rastrojos de malezas en la superficie de las bolsas que estarían sirviendo como una fuente de infección de micorrizas.
4. El suministro de agua debe ser en forma permanente,

ni faltar ni tampoco saturar las bolsas, el vivero debe estar en un lugar seguro protegido contra animales, de las lluvias como también de temperaturas altas debido a que se reportará mortandad de las lombrices, bloqueo de la aparición y desarrollo de las micorrizas y consecuentemente la aparición de otros hongos dañinos para los cultivos. Para el drenaje de las bolsas se debe hacer orificios pequeños evitando así la fuga de las lombrices.

5. Se recomendaría hacer trabajos en campo de agricultores con inoculaciones de lombrices e infección de micorrizas.
6. Se recomienda hacer el transplante a campo definitivo en los tiempos siguientes:

Achiote	=	60 días
Arazá	=	120 días
Pijuayo	=	90 días

VIII. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un suelo Ultisol de la localidad de Yurimaguas, lo cual se inocularon lombrices endógeas de Pontoscolex coretrurus, en tres diferentes tratamiento (0, 350 y 700 mg/1.9 de suelo seco) en bolsas plásticas que contenían cultivo de Achiote (Bixa orellana), Arazá (Eugenia stipitata) y Pijuayo (Bactris gasipaes).

Se utilizó un diseño estadístico de **Bloque Completamente Randomizado** (BCR) con tres repeticiones.

En Achiote a los 120 días se noto un incremento significativo en la biomasa de la planta de 5.9 g, y 8 g respectivamente, no hubo incrementos en cuanto al número de individuos, llegando a observar niveles muy bajos de individuos hasta 0, la mineralización del nitrógeno de 58.2 y 50.5 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo, en los tratamientos 350 y 700 mg. En la infección de micorrizas tuvo un porcentaje de 15, 55 y 75 % en los tratamientos 0, 350 y 700 mg.

En Arazá durante los 240 días se observó un aumento de biomasa de la planta en 3.9 g y 4.2 g, proliferación muy alta en el número de individuos de 4.4 y 3.8 veces más que los valores iniciales, mineralización del

56

nitrógeno 18.6 y 40.6 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo, en los tratamientos 350 y 700 mg. En micorrizas 18.3, 62.6, 50 % de infección en los tratamientos 0, 350 y 700 mg.

Pijuayo en un tiempo de 210 días se tuvo biomasa de la planta en 6.6 g, 6.1 g, número de individuos 1.4 y 0.6 veces más que el valor inicial, la mineralización en un 43.9 y 53.0 $\mu\text{g N g}^{-1}$ de suelo, en los tratamientos 350 y 700 mg. Una infección de micorrizas 10, 31 y 44 % en los tratamientos 0, 350 y 700 mg.

S U M M A R Y

At Yurimaguas, inoculation of Pontoscolex corethrurus in soil where tree seedlings were grown had resulted in significant increases of growth.

An experiment was designed to test the hypothesis that such improvements were due to a higher rate of mycorrhizal infection.

The experiment used a completely randomized block design with three tree species (Bixa orellana, Eugenia stipitata y Bactris gasipaes), tree levels of earthworm biomass (0, 350 and 700 mg), 9 evaluations (every 15 days for B.orellana and 3 plants per repetition, i.e., a total of 252 plants in the experiment).

Overall plant biomass of B.orellana was significantly increased at day 120, the average biomass was respectively 5.9 g and 8.0 g. Earthworm density first increased and, at the end of the experiment significantly decreased, mineral nitrogen of 58.2 and 50.5 $\mu\text{g N g}^{-1}$ of soil, were recorded in treatments inoculated with 350 and 700 mg.

Mycorrhizal infection rates remained similar with respective values of 15, 55 and 75 % in treatments with inoculation of 0, 350 and 700 mg.

Plant biomass of E.stipitata was at day 240, the average biomass was respectively 3.9 g and 4.2 g. Earthworm density first increased and, at the end of the experiment of 4.4 and 3.8 more than to initiate values, mineral nitrogen of 18.6 and 40.6 $\mu\text{g N g}^{-1}$ of soil, were recorded in treatments inoculated with 350 and 700 mg.

Mycorrhizal infection rates remained similar with respective values of 18.3, 62.6 and 50 % in treatments with inoculation of 0, 350 and 700 mg.

Biomass of B.gasipaes was at day 210, the average biomass of 6.6 g and 6.1 g. Earthworm density first increased and, at the end of the experiment of 1.4 and 0.6, more than to initiate values, mineral nitrogen of 43.9 and 53.0 $\mu\text{g N g}^{-1}$ of soil, were recorded in treatments inoculated with 350 and 700 mg.

Mycorrhizal infection rates remained similar with respective values of 10, 31 and 44 % in treatments with inoculation of 0, 350 and 700 mg.

IX. CITA BIBLIOGRAFICA

1. ABBOTT, L.K. and A.D. ROBSON. 1 991. Factors influencing the vesicular-arbuscular mycorrhizas. Agric. Ecosyst. Environ. 35. 121-150.
2. AINA, P.O. 1 984. Contribution of earthworms to porosity and water infiltration in a tropical soil under forest and longterm cultivation. Pedobiología.
3. BAROIS, I. & LAVELLE. P. 1 986. Changes in respiration rate and some physicochemical properties during transit through Pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae) Oligochaeta Soli Biology Biochemical 18: 539.
4. BAYLIS, G.T.S. 1 975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: F.E. Sanders, B.Mosse and P.B. Tinker (Ed.). pp. 149-171. Endomycorrhizas. Academic Press, London.
5. BENITES, J.R. 1 983. Alternativas para terrenos abandonados del cultivo de la coca en el Alto Huallaga. CIPA XVI - Estación Experimental de Yurimaguas. Programa de Suelos Tropicales. Serie de separtas N° 4. Yurimaguas, Perú.
6. BLANCHART, E. LAVELLE, P. & SPAIN, A. V. 1 990. Effects of omissand zize od Millsonia anomala (Ologochaeta, Acanthedrillidae) on particle agregation in a tropicals soil in the presence of Panicum maximum Biology Fertility Soil, 9: in press.
7. BRUNETT, M. 1 991. Mycorrhizas in natural ecosystems. Adv. Ecol. Res. 21, 171-313.
8. CLEMENT, C.R. 1 986. The pejibaye palm (Bactris gasipaes H.B.K.) as an agroforestry component. Agrofor. Syst. 4, 205-219.
9. COCHRAME, T. and SANCHEZ, P.A. 1 982. land resouces, soiels properties and their management in the amazon region: Astate of Knowledge report. P 138-209. In S.B Hecht (ed) Amazon land use research. CIAT, Cali, Colombia.
10. LAL, R. 1 984. Soil erosion from tropical arable lands. Adv. Agron. 37, 183-248.

11. ESTRIBI CHAVARRIA, C.A. 1 978. Cambios edáficos e híbridos derivados de la conservación de bosques a pastos y chacal (pasto abandonado) en una zona montañosa húmeda de Costa Rica. Tesis MagSc. Turrialba-Costa Rica. CATIE 139 pg.
12. FERNANDES, E.C.M. 1 990. Alley cropping on acid soils. Ph. D. dissertation. North Carolina State University. Raleigh, North Carolina. 114: 641 -650.
13. GERDEMANN, J.W. and T.H. NICOLSON. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted soil by wet sieving and decanting. Trans. Brit. Mycol. Soc. 46: 235-244.
14. GIOVANNETTI, M. and B. MOUSE. 1 980. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.
15. HABTE, M. and S.A. El -Swafy. 1 988. Survival of Rhizobium in an Oxisol subjected to incremental simulated erosion. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 1313-1316.
16. HABTE, M. 1 989. Impact of simulated erosion on the abundance and activity of indigenous vesicular-arbuscular mycorrhizal endophytes in an Oxisol. Biol. Fert. Soils 7: 164-167.
17. HALL, I.R. 1 980. Growth of Lotus pedunculatus cav. in an eroded soil containing soil pellets infested with endomycorrhizal fungi. N.Z.J. Agric. Res. 23: 103-105.
18. HARLEY, J.L. and S.E. SMITH. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Toronto.
19. KLOPATEK, C.C., E.G. O'NEILL, D.W. FRECKMAN, C.S. BLEDSOE, D.C. COLEMAN, D.A. CROSSLEY, Jr., E.R. INGHAM, D. PARKINSON, and J.M. KLOPAK. 1 992. The sustainable biosphere initiative: a commentary from the U.S. Soil Ecology Society. Soil Ecology Society Newsletter. Vol. 4. Number 3. August.
20. LAVALLE, P. and PASHANASI, B. 1 989. Soil macrofauna and management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto. Pedabilogia 33: 283-291.

21. LEE, K.E. 1 985. Earthworms: their Ecology and relationship wint soil and use 1-400.
22. MCGONIGLE, T.P. and A.H. FITTER. 1 990. Ecological specificity of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations. Mycol. Res. 94, 120-122.
23. MICHIGAN STATE UNIVERSITY. 1 984. MSTAT. Microcomputer statistical program experimental design data management data analysis.
24. MULONGOY, K. and BEDORET, A. 1 989. Properties of worn cast sand surfae soil under variooes plant covers in the humids tropics. Soil Biology & Boichemistry, 21: 197-203.
25. NEWMAN, E.I. 1 988. Mycorrhizal links between plants: their functioning and ecological significance. Adv. Ecol. Res. 18, 243-270.
26. PASHANASI, B. 1 192. Efecto de Inoculación de la lombriz endogea Pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae) sobre la disponibilidad de N, biomasa microbiana del suelo y el crecimiento de tres árboles frutícolas en una maceta experimental.
27. PASHANASI, B. 1 193. Conservación de la Fertilidad del Suelo con manipulación de Lombrices de tierra en el Trópico Húmedo del Perú. (en prensa).
28. PHILLIPS, J.M. and D.S. HAYMAN. 1 970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55: 158-161.
29. RUIZ, P.O. and M.C. SCHOLES. 1 989. Effect of different management options on mycorrhizal infection. In: N. Caudle. pp. 116-118. TropSoils Technical Report 1 986-1 1 987. North Carolina State University. Raleigh, N.C. U.S.A.
30. RUIZ, P.O., M.C. SCHOLES, and T.V. ST. JOHN. 1 989. Occurrence of mycorrhizae in crops, pastures and trees. In: N. Caudle (ed.). pp. 115. TropSoils Technical Report 1 986-1 987. North Carolina State University. Raleigh, N.C. U.S.A.

31. RUIZ, P.O. 1 987. Micorrizas: su importancia en palmeras tropicales. Memorias del I Conversatorio Internacional de Pijuayo (*Bactris gasipaes*). 15 al 22 de Noviembre. Estación Experimental "San Ramón" Yrimaguas, Perú.
32. RUIZ, P.O. 1 991. Phosphorus fertilizer: an essential input to sustain agroforestry systems. Better Crops International. June, 8-11.
33. S.T. JOHN, T.V. 1 988. Prospects for application of vesicular-arbuscular mycorrhizae in the culture of tropical palms. Adv. Eco.
34. SANCHEZ, P.A., VILLACHICA, J.H., BANDY, D.E. 1 984 . Dinámica de nutrientes después del desmonte de un bosque tropical en el Perú.

X. ANEXOS

CUADRO N° 01 RESUMEN DEL ANALISIS DE SUELO EN ACHIOTE

LOMB	FECHA	PH	CO -g/kg -	N	P mg/L	ACID -----	CATIONES CAMBIABLES			CICE
							Ca	Mg	K	
							-----cmol (+)/L-----			
0 Mg	0	DIAS 5.1	15.6	0.8	36	0.2	2.5	0.6	0.3	4.1
	60	DIAS 5.4	13.7	0.9	27	0.2	3.0	0.5	0.2	4.5
	120	DIAS 5.5	12.1	0.7	28	0.2	0.2	0.4	0.1	4.1
350 Mg	0	DIAS 5.6	13.8	0.8	46	0.1	2.8	0.5	0.2	4.1
	60	DIAS 5.5	14.7	1.0	41	0.1	3.4	0.5	0.2	4.2
	120	DIAS 5.8	12.7	0.8	34	0.1	0.1	0.3	0.1	3.5
700 Mg	0	DIAS 5.5	14.4	0.8	54	0.1	3.2	0.6	0.3	4.1
	60	DIAS 5.6	14.3	1.0	40	0.1	3.6	0.5	0.2	5.2
	120	DIAS 5.8	14.9	0.8	34	0.1	0.1	0.4	0.10	4.1

CUADRO N° 02 RESUMEN DEL ANALISIS DE SUELO EN ARAZA

LOMB	FECHA	PH	CO -g/kg -	N	P mg/L	ACID -----	CATIONES CAMBIABLES			CICE
							Ca	Mg	K	
							-----cmol (+)/L-----			
0 Mg	0	DIAS 5.1	15.9	0.8	45	0.1	2.8	0.5	0.3	3.7
	120	DIAS 5.5	13.4	0.8	32	0.1	2.5	0.5	0.3	3.3
	240	DIAS 5.7	12.0	0.7	19	0.1	2.9	0.4	0.1	3.5
350 Mg	0	DIAS 5.0	15.0	0.9	32	0.2	2.7	0.6	0.3	3.6
	120	DIAS 5.3	12.7	0.8	35	0.2	2.4	0.4	0.3	3.2
	240	DIAS 5.8	12.1	0.8	25	0.2	2.8	0.4	0.1	3.9
700 Mg	0	DIAS 5.7	15.5	0.9	54	0.1	3.6	0.5	0.3	4.4
	120	DIAS 5.4	13.8	0.8	36	0.1	2.5	0.4	0.3	3.3
	240	DIAS 5.6	13.4	0.8	34	0.1	3.5	0.5	0.1	4.0

CUADRO N° 03 RESUMEN DEL ANALISIS DE SUELO EN PIJUAYO

LOMB	FECHA	PH	CO	N	P	ACID	CATIONES CAMBIABLES			CICE	
							Ca	Mg	K		
			{-g/kg-}	mg/L	-----amol (+)/L-----						
0 Mg	0	DIAS	5.8	15.5	0.8	32.5	0.2	3.0	0.5	0.3	4.1
	90	DIAS	5.5	12.6	0.8	25.8	0.2	2.9	0.4	0.2	3.2
	210	DIAS	5.7	11.5	0.7	17.5	0.2	2.6	0.4	0.1	4.0
350 Mg	0	DIAS	5.7	17.1	0.8	33.9	0.2	3.6	0.5	0.3	4.2
	90	DIAS	5.6	12.7	0.8	25.0	0.2	3.2	0.5	0.2	3.5
	210	DIAS	5.8	12.7	0.7	25.0	0.2	3.1	0.4	0.1	3.5
700 Mg	0	DIAS	5.5	14.5	0.8	35.4	0.1	3.9	0.6	0.3	4.8
	90	DIAS	5.8	13.8	0.7	29.8	0.1	3.8	0.5	0.2	3.4
	210	DIAS	5.5	13.4	0.8	28.0	0.1	3.4	0.4	0.1	4.0

CUADRO N° 04 RESUMEN DEL ANALISIS DE TEJIDO VEGETAL EN ACHIOTE

LOM	FECHA (dias)	N	P	K	Ca	Mg
0 Mg	0	12.9	0.6	1.8	6.8	2.2
	120	18.2	1.5	1.5	11.3	2.6
350 Mg	0	19.3	0.6	2.4	12.5	3.2
	120	23.6	1.4	1.7	13.0	3.6
700 Mg	0	28.2	1.0	1.9	13.2	3.9
	120	31.8	1.0	1.4	16.6	4.0

CUADRO N° 05 RESUMEN DEL ANALISIS DE TEJIDO VEGETAL EN ARAZA

LOM	FECHA (días)	N	P	K	Ca	Mg
		-----g/k-----				
0 Mg	0	10.0	0.1	5.3	6.8	0.9
	240	17.9	1.3	7.0	12.3	1.4
350 Mg	0	12.1	0.3	21.4	4.9	0.5
	240	14.6	1.1	17.7	10.8	1.3
700 Mg	0	13.2	0.7	16.9	8.4	1.0
	240	18.8	0.8	18.4	9.3	1.1

CUADRO N° 06 RESUMEN DEL ANALISIS DE TEJIDO VEGETAL EN PIJUAYO

LOM	FECHA (días)	N	P	K	Ca	Mg
		-----g/k-----				
0 Mg	0	16.4	1.6	23.7	5.5	1.9
	210	20.0	2.1	31.1	6.1	2.2
350 Mg	0	13.2	0.8	23.4	5.5	2.1
	210	16.4	1.9	28.2	6.5	2.7
700 Mg	0	14.3	1.1	23.1	5.6	2.1
	210	19.6	1.3	35.8	7.9	2.1

65

TABLA Nº 01 ANVA BIOMASA TOTAL EN ACHIOTE (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	0.0		1 T3	0.07	a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2 T2	0.07	a
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	0.07	a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 02 ANVA BIOMASA TOTAL EN ACHIOTE (T:60 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.15	0.07	0.12		1 T3	3.13	a
TRAT	2	2.87	1.43	2.24	NS	2 T2	2.17	a
ERROR	4	2.56	0.64			3 T1	1.78	a
TOTAL	8	5.59						

CV 33.8 %

TABLA Nº 03 ANVA BIOMASA TOTAL EN ACHIOTE (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	1.44	0.72	3.27		1 T3	8.03	a
TRAT	2	40.51	20.25	91.71	**	2 T2	5.92	b
ERROR	4	0.88	0.22			3 T1	2.86	c
TOTAL	8	42.83						

CV 8.3 %

TABLA Nº 04 ANVA BIOMASA TOTAL EN ARAZA (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	0.0		1 T3	0.23	a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2 T2	0.23	a
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	0.23	a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 05 ANVA BIOMASA TOTAL EN ARAZA (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.28	0.14	1.57		1 T3	1.42	a
TRAT	2	1.13	0.56	6.26	*	2 T2	1.24	a
ERROR	4	0.36	0.09			3 T1	0.59	b
TOTAL	8	1.77						

CV 27.6 %

TABLA Nº 06 ANVA BIOMASA TOTAL EN ARAZA (T:240 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.35	0.17	0.64		1 T3	4.20	a
TRAT	2	1.01	0.50	1.85	NS	2 T2	3.99	a
ERROR	4	1.09	0.27			3 T1	3.41	a
TOTAL	8	2.45						

CV 13.4 %

TABLA Nº 07 ANVA BIOMASA TOTAL EN PIJUAYO (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	0.0		1 T3	0.16	a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2 T2	0.16	a
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	0.16	a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 08 ANVA BIOMASA TOTAL EN PIJUAYO (T:90 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.03	0.01	0.54		1 T3	1.57	a
TRAT	2	0.70	0.35	10.18	NS	2 T1	1.08	a
ERROR	4	0.13	0.03			3 T2	0.93	a
TOTAL	8	0.87						

CV 15.5 %

67

TABLA Nº 09 ANVA BIOMASA TOTAL EN PIJUAYO (T:210 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	gr/pta	Prueba
(LSD)								
REP	2	10.73	5.36	1.46		1	T2	6.68 a
TRAT	2	0.70	0.35	0.10	NS	2	T3	6.11 a
ERROR	4	14.65	3.66			3	T1	6.07 a
TOTAL	8	26.09						

CV 30.4 %

TABLA Nº 10 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ACHIOTE (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba
(LSD)								
REP	2	0.0	0.0	0.0		1	T3	12.22 a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2	T2	12.22 a
ERROR	4	0.0	0.0			3	T1	12.22 a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº11 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ACHIOTE (T:60 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba
(LSD)								
REP	2	38.88	19.44	0.21		1	T3	60 a
TRAT	2	4438.8	2119.4	22.44	*	2	T2	45 a
ERROR	4	3.77	94.44			3	T1	8.3 b
TOTAL	8	4655.5						

CV 25.7 %

TABLA Nº 12 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ACHIOTE (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba
(LSD)								
REP	2	116.6	58.33	7.0		1	T3	75 a
TRAT	2	5600.0	2800.0	336.0	**	2	T2	55 b
ERROR	4	33.33	8.33			3	T1	15 c
TOTAL	8	5750.0						

CV 5.9 %

68

TABLA Nº 13 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ARAZA (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	0.0		1 T3	10.6	a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2 T2	10.6	a
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	10.6	a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 14 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ARAZA (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	160.88	84.44	5.21		1 T3	31	a
TRAT	2	2347.5	1173.7	1.85	**	2 T2	30	b
ERROR	4	61.77	15.44			3 T1	6.6	c
TOTAL	8	2570.0						

CV 14.2 %

TABLA Nº 15 ANVA INFECCION MICORRICICA EN ARAZA (T:240 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	308.6	154.6	1.31		1 T2	62.6	a
TRAT	2	3128.6	1564.3	13.29	*	2 T3	50	a
ERROR	4	470.6	117.6			3 T1	18.3	b
TOTAL	8	3908.0						

CV 24.8 %

TABLA Nº 16 ANVA INFECCION MICORRICICA EN PIJUAYO (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	0.0		1 T3	5.2	a
TRAT	2	0.0	0.0	0.0	NS	2 T2	5.2	a
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	5.2	a
TOTAL	8	0.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 17 ANVA INFECCION MICORRICICA EN PIJUAYO (T:90 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	22.22	11.11	0.73		1 T3	25	a
TRAT	2	955.55	477.77	31.27	**	2 T2	21.6	b
ERROR	4	61.11	15.27			3 T1	1.6	c
TOTAL	8	1038.8						

CV 24.2 %

TABLA Nº 18 ANVA INFECCION MICORRICICA EN PIJUAYO (T:210 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	%/pta	Prueba (LSD)
REP	2	16.6	8.33	0.39		1 T3	44	a
TRAT	2	1766.0	883.0	41.39	**	2 T2	31	b
ERROR	4	85.33	21.33			3 T1	10	c
TOTAL	8	1868.0						

CV 16.30 %

TABLA Nº 19 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ACHIOTE (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	99999.9		1 T3	10.0	a
TRAT	2	150.0	75.0	99999.9	**	2 T2	5.0	b
ERROR	4	0.0	0.0			3 T1	0.0	c
TOTAL	8	150.0						

CV 0.0 %

TABLA Nº 20 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ACHIOTE (T:60 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.88	0.44	1.00		1 T3	8	a
TRAT	2	96.88	48.44	109.0	**	2 T2	3.3	b
ERROR	4	1.77	0.44			3 T1	0	c
TOTAL	8	99.55						

CV 17.6 %

70

TABLA Nº 21 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ACHIOTE (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.88	0.44	1.00	1 T2	1	a
TRAT	2	3.55	1.77	4.00	NS 2 T3	0	a
ERROR	4	1.77	0.44		3 T1	0	a
TOTAL	8	6.22					

CV 150.0 %

TABLA Nº 22 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ARAZA (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	99999.9	1 T3	10.0	a
TRAT	2	150.0	75.0	99999.9 **	2 T2	5.0	b
ERROR	4	0.0	0.0		3 T1	0.0	c
TOTAL	8	150.0					

CV 0.0 %

TABLA Nº 23 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ARAZA (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	20.22	10.11	1.30	1 T2	16	a
TRAT	2	366.88	183.44	23.59	NS 2 T3	10	a
ERROR	4	31.11	7.77		3 T1	0	a
TOTAL	8	418.22					

CV 32.59 %

TABLA Nº 24 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN ARAZA (T:240 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	14.88	7.44	1.51	1 T2	22	a
TRAT	2	843.55	421.77	85.30	NS 2 T3	19	a
ERROR	4	19.77	4.94		3 T1	0	a
TOTAL	8	878.22					

CV 16.40 %

TABLA N° 25 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN PIJUAYO (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	0.0	0.0	99999.9		1T3	10.0	a
TRAT	2	150.0	75.0	99999.9	**	2T2	5.0	b
ERROR	4	0.0	0.0			3T1	0.0	c
TOTAL	8	150.0						

CV 0.0 %

TABLA N° 26 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN PIJUAYO (T:90 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	32.66	1.58	1.5		1 T3	16	a
TRAT	2	512.00	24.77	24.77	NS	2 T2	16	a
ERROR	4	41.33	10.33			3 T1	0	a
TOTAL	8	586.00						

CV 30.13 %

TABLA N° 27 ANVA NUMERO DE LOMBRICES EN PIJUAYO (T:210 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	N/pta	Prueba (LSD)
REP	2	6.88	3.44	0.53		1 T2	7	a
TRAT	2	216.22	108.11	16.78	NS	2 T3	3	a
ERROR	4	25.77	6.44			3 T1	0	a
TOTAL	8	248.88						

CV 36.85 %

TABLA N° 28 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ACHIOTE (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	µNg-1 suelo	Prueba (LSD)
REP	2	0.001	0.000	0.28		1 T3	-0.737	a
TRAT	2	0.000	0.000	0.15	NS	2 T2	-0.737	a
ERROR	4	0.007	0.001			3 T1	-0.737	a
TOTAL	8	0.008						

CV -5.83 %

TABLA Nº 29 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ACHIOTE (T:60 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ suelo	Prueba (LSD)
REP	2	11.69	5.846	0.28		1 T2	58.22	a
TRAT	2	1599.0	799.5	37.85	*	2 T3	50.52	a
ERROR	4	84.49	21.12			3 T1	26.89	b
TOTAL	8	1695.1						

CV 10.16 %

TABLA Nº 30 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ACHIOTE (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ suelo	Prueba (LSD)
REP	2	0.008	0.004	0.19		1 T3	0.501	a
TRAT	2	0.041	0.020	0.89	NS	2 T1	0.418	a
ERROR	4	0.093	0.023			3 T2	0.334	a
TOTAL	8	0.144						

CV 36.59 %

TABLA Nº 31 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ARAZA (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ suelo	Prueba (LSD)
REP	2	0.001	0.000	0.28		1 T3	-0.737	a
TRAT	2	0.000	0.000	0.15	NS	2 T2	-0.737	a
ERROR	4	0.007	0.001			3 T1	-0.737	a
TOTAL	8	0.008						

CV -5.83 %

TABLA Nº 32 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ARAZA (T:120 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ suelo	Prueba (LSD)
REP	2	6.89	3.44	0.02		1 T3	40.62	a
TRAT	2	1290.5	645.2	3.30	NS	2 T2	18.64	a
ERROR	4	781.0	195.2			3 T1	12.81	a
TOTAL	8	2078.4						

CV 58.16 %

TABLA Nº 33 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN ARAZA (T:240 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ Prueba suelo (LSD)
REP	2	0.416	0.208	0.47		1 T3	2.602 a
TRAT	2	2.209	1.104	2.49	NS	2 T2	2.428 a
ERROR	4	1.774	0.443			3 T1	1.474 a
TOTAL	8	4.400					

CV 30.71 %

TABLA Nº 34 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN PIJUAYO (T:0 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ Prueba suelo (LSD)
REP	2	0.001	0.000	0.28		1 T3	-0.737 a
TRAT	2	0.000	0.000	0.15	NS	2 T2	-0.737 a
ERROR	4	0.007	0.001			3 T1	-0.737 a
TOTAL	8	0.008					

CV -5.83 %

TABLA Nº 35 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN PIJUAYO (T:90 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ Prueba suelo (LSD)
REP	2	229.7	114.8	0.21		1 T3	53.07 a
TRAT	2	532.9	266.4	0.48	NS	2 T2	43.93 a
ERROR	4	2201.3	550.3			3 T1	34.22 a
TOTAL	8	2964.0					

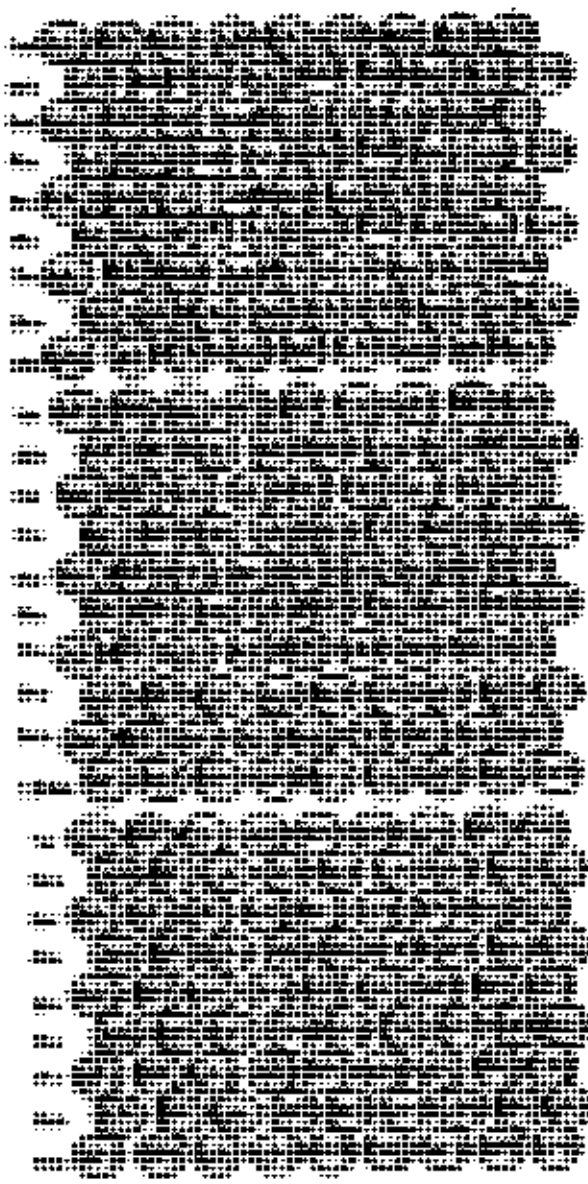
CV 53.63 %

TABLA Nº 36 ANVA MINERALIZACION DEL NITROGENO EN PIJUAYO (T:210 DIAS).

F de V	GL	SC	CM	FC	Sign	Trat	$\mu\text{Ng-1}$ Prueba suelo (LSD)
REP	2	0.168	0.084	1.03		1 T2	3.38 a
TRAT	2	8.607	4.303	52.63	**	2 T3	2.05 b
ERROR	4	0.327	0.081			3 T1	0.99 c
TOTAL	8	9.102					

CV 13.34 %

NS = No significativo * = Significativo ** = Altamente Significativo



Leyenda en Achlote

AA1= TESTIGO

AA2= 5 LOMB(T2)

AA3= 10 LOMB(T3)

Leyenda en Araza

AE1= TESTIGO

AE2= 5 LOMB(T2)

AE3= 10 LOMB(T3)

Leyenda en Pijuyayo

AP1= TESTIGO

AP2= 5 LOMB(T2)

AP3= 10 LOMB(T3)

Figura 1. Distribución de los tratamientos

