

## "INOCULACION DE LOMBRICES DE TIERRA *Pontoscolex corethrurus* Y PRESENCIA DE MICORRIZAS *Vesículo arbusculares* EN PLANTULAS DE ARAZA (*Eugenia stipitata*), ACHIOTE (*Bixa orellana*), Y PIJUAYO (*Bactris gasipaes*) Y SUS EFECTOS EN EL CRECIMIENTO"<sup>1</sup>

Héctor F. Ydrogo Bartra<sup>2</sup>

Pedro Ruíz Cubillas<sup>3</sup>

Beto Pashanasi Amasifuen<sup>4</sup>

Patrick Lavelle<sup>5</sup>

---

### RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un suelo Ultisol de la localidad de Yurimaguas al cual se inocularon lombrices endógenas de *Pontoscolex corethrurus*, en tres diferentes tratamientos (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 para cada especie un diseño estadístico de Bloque Completamente Randomizado con tres repeticiones.

En achiote a los 120 días se notó un incremento 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 µg N g<sup>-1</sup> de suelo, en los tratamientos de 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 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 nitrógeno 18.6 y 40.6 µg N g<sup>-1</sup> de suelo, en los tratamientos 350 y 700 mg.

---

<sup>1</sup> Trabajo de Tesis presentado a la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú

<sup>2</sup> INIA-IIAP. Estación Experimental Yurimaguas, Perú.

<sup>3</sup> Especialista en Micorrizas

<sup>4</sup> Proyecto MICROFAUNA. Estación Experimental Yurimaguas, Perú

<sup>5</sup> Laboratorio d'Ecologie des Sols Tropicaux, ORSTOM. París-Francia

En micorrizas 12.33, 62.50, 50% de infección en los tratamientos 0, 350 y 700 mg.

En pijuayo en un tiempo de 210 días se tuvo aumentos de biomasa de la planta en 6.6 g, 6.1 g, 1.4 y 0.6 veces más que el valor inicial, la mineralización en un 43.9 y 37.5  $\mu\text{g N g}^{-1}$  de suelo, en los tratamientos 350 y 700%. Una infección de micorrizas 10, 31 y 44% en los tratamientos 0, 350 y 700 mg.

## 1. INTRODUCCION

Las plantas crecen y se desarrollan en estrecha relación con otros seres vivos. Relaciones tales como lombrices de tierra y hongos microscópicos con los sistemas radiculares de plantas han sido reportados por algunos investigadores (11).

Los Ultisoles se caracterizan por la acidez con alta saturación de Al y bajo contenido de nutrientes. Parte de los nutrientes como el P se encuentra en forma no disponible para las plantas. Una de las formas de lograr que el P se transloque en forma asimilable es a través de la inoculación al suelo con hongos micorrizicos. Otras de las formas sería aumentar el nivel de biomasa de lombrices. Sin embargo, falta conocer las relaciones de estos organismos con el crecimiento de especies para Agroforestería, especialmente en condiciones de vivero.

En base a estas consideraciones este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de la inoculación de lombrices a sustratos de plántulas de arazá, achiote y pijuayo en condiciones de vivero en un Ultisol de Yurimaguas.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

La presión demográfica actual impone períodos de barbecho y descanso 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 necesario 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 puede

aprovechar la actividad de las lombrices de tierra endógenas y 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 penetran al suelo.

El rápido declive de la fertilidad en el sistema de agricultura tradicional puede ser atribuido a la escases 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 (2). se demostró que las lombrices contribuyen al mantenimiento de la fertilidad, mediante 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 protegen físicamente humos dentro de los turrículos compactos (7). En los suelos del trópico húmedo, las lombrices endógenas pueden ingerir por encima de 1000 Kg de suelo seco por ha<sup>-1</sup>a-1 y regulan los procesos físico químico.

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 1.62 T ha<sup>-1</sup> en 6 cosechas sucesivas (112 % más que el control sin lombriz, y sin residuo de cosecha) (0.77 T ha<sup>-1</sup>) (10).

En un trabajo preliminar realizado en la Estación Experimental San Ramón de Yurimaguas se inocularon especies de *Pontoscolex corethrurus* en cuatro diferentes biomásas de 0, 100, 400, y 800 mg/1.5 Kg de suelo seco, con plántulas de árboles frutícolas *Bactris gasipaes* (Pijuayo), *Bixa orellana* (Achiote), y *Eugenia stipitata* (Arazá). 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) fue observado en plántulas de pijuayo. Hubo un efecto inverso significativo de la especie de la planta sobre el crecimiento de las lombrices y mineralización del N y acumulación de biomasa microbiana en algunos periodos (9).

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* y *Ascomycetos* y *Basidiomicetos* y la mayoría de plantas vasculares (6). 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 de 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 vescículo-arbusculares (MVA), en las que los hongos *Zygomycetos* producen arbuscúlos, hifas y vescículas en las células corticales de la raíz; 2) ectomicorrizas 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 orquídeas, donde los hongos producen serpentes de hifas dentro de las raíces (o tallos) de las plantas orquídeas; 4) micorrizas ericoides, donde los serpentes de hifas son producidas en las células más exteriores de los pelos radiculares en las Ericales (3). 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 está formado por hongos del orden Glomales e incluyen alrededor de 150 especies pertenecientes a los géneros *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Sclerocystis*.

Las diferentes especies de hongos MVA parecen variar en cuanto a su tolerancia a la acidez del suelo, de tal manera que existen especies que toleran suelos ácidos, otros 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 (11).

Las esporas de estos hongos fueron aisladas de la rizósfera y del cortex 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 cierta afinidad por determinadas plantas. Por ejemplo, especies de *Glomus* fueron encontradas en el cortex de las raíces de pijuayo *Bactris gasipaes*, *Acaulospora tuberculata*

en la rizósfera de *Erythrina sp*, *Gigaspora gogantea* en raíces de *Gliricidia sepium* y una especie Hialina de *Glomus* en *Inga edulis* (guaba) y en *Vigna unguiculata (caupi)*. 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 tranferencia de nutrientes ocurre entre plantas de la misma o diferentes especies (8). 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 tiñeron con azul de tripano en lactofenol y luego se observaron al microscopio a 40x para determinar el porcentaje de longitud de raíz infectada con micorrizas (11).

Asímismo, 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 serpentinales de hifas, las que difieren a especies de hongo MVA.

En el reciclaje de nutrientes, particularmente de P, un componente importante lo constituyen las micorrizas. Estas son asociaciones simbióticas entre ciertos hongos benéficos del suelo y la mayoría de plantas cultivadas y especies en ecosistemas naturales. En la Amazonía peruana, las micorrizas de tipo vesículo-arbuscular (MVA) son las más frecuentes RUIZ, 1989 (11). El mayor significado agronómico de esta simbiosis consiste en aumentar la capacidad de la planta para absorber nutrientes de lenta difusión en el suelo tales como fósforo, zinc y cobre. De esta manera, el fósforo es translocado del suelo a las raíces de las plantas a través de las hifas del hongo.

Siendo el P uno de los nutrientes necesarios para el crecimiento

de las plantas, el efecto de las micorrizas puede ser muy dramático. Este 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 transplante 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.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### ***VIVERO EXPERIMENTAL***

##### a) 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 184 msnm.

##### 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.

## COMPONENTES EN ESTUDIO

Factor a: Especie (3)

Factor b: N° de Lombrices (3)

Especies :	Arazá	N° de Tratamientos	0 Lombrices
	Achiote		5 Lombrices
	Pijuayo		10 Lombrices

## METODOLOGIA

- a) Para el caso de arazá y achiote se sembraron en camas almacigueras el día 10 de octubre de 1993, utilizando como sustrato 3 partes de suelo por 1 de aserrín. El repique se hizo a los 25 días en bolsas plásticas (28 x 19 cm), para el arazá y el achiote respectivamente en el mismo sustrato del vivero. En el caso del pijuayo se pre-germinó las semillas en costales con aserrín húmedo por un período de 60 días, después de los cuales se repicó a las bolsas plásticas.
- b) El proceso de inoculación de lombrices se hizo paralelamente a la fase de repique en cada especie, utilizando el número de lombrices según cada tratamiento.
- c) Se tamizó el suelo y se secó a temperatura ambiental para eliminar huevos de lombrices así como hifas y esporas de micorrizas.
- d) Después de la inoculación las bolsas de plástico (252 en total) se pusieron en el vivero bajo un tinglado abierto de 1.20 m de altura, con una luz de 60 % a fin de proceder a realizar las observaciones correspondientes.
- e) La cosecha se realizó en base al peso fresco de la parte radicular y aérea de cada especie. Así también se efectuó el conteo de la población de lombrices por cada tratamiento. Esta labor se llevó

a cabo a los 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, y 120 días para el caso de achiote, a los 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180, 210 y 240 para arazá y a los 0, 15, 60, 90, 120, 150, 180, y 120 días para el pijuayo.

## MEDICION DE LOS PRINCIPALES PARAMETROS

De acuerdo a los objetivos propuestos, se realizaron las siguientes evaluaciones:

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

### Biomasa de las Plántulas

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).

### Grado de Infección de Biomasa

Utilizando el 10% del peso fresco de la parte radicular se procedió a determinar el grado de infección de las micorrizas. Se usó el siguiente procedimiento:

- Se colectó las raíces de las bolsas
- Se lavó ligeramente con agua de caño y se colocó en tubos de ensayos
- Se aplicó KOH al 10% y luego se pusieron en baño María a 90°C por una hora
- Las raíces gruesas y pigmentadas se pusieron por dos horas
- Se eliminó el KOH y se lavaron las raíces 2-3 veces con agua hasta que ésta se quedó clara
- Posteriormente se aplicó el tinte (ácido láctico, glicerina, agua, azul de tripano) y se colocó en una autoclave las muestras y se puso en la solución del desteñidor (Acido láctico, glicerina, agua)



- Se retiró de la autoclave las muestras y se puso en la solución del desteñidor (ácido láctico, glicerina, agua)
- Se montaron en placas cubreobjetos aplicando ácido láctico
- Finalmente se hizo las observaciones al microscopio-estereoscopio 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 ácido láctico

2 partes de glicerina

El destinte se preparó de la siguiente manera:

2 partes de ácido láctico

2 partes de glicerina

1 parte de agua

### **Número de Lombrices**

Se evaluó el número de lombrices de tierra por cada tratamiento, separándoles de las bolsas para su conteo respectivo.

### **Mineralización del Nitrógeno**

Por otro lado utilizando 10 gr. de muestra de suelo fresco/bolsa y tamizado se procedió a determinar el grado de mineralización del N, por el método de determinación colorimétrica del N, así como el contenido de nitratos por el mismo método. Para ello se usaron los siguientes procedimientos:

### **Amonio:**

- 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 N° 05. El filtrado fue recibido en vasos pequeños de 60 ml de capacidad (extracto A).
- Se transfirió la alícuota del extracto 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 ácido 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 es estable durante aproximadamente 7 horas.
- Se leyó la absorbencia o el porcentaje de tramitancia a 620 nanómetros.

### **Nitratos**

- Se tomó 0.5 de extracto y standar en tubos de prueba.
- Se agregó 1 ml de la solución de ácido salicílico al 5%, mezclándose bien con el agitador vortex inmediatamente después de la adición del ácido 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.
- Se sometió a una vibración a cada una de las muestras inmediatamente después de la aplicación de la base y luego en grupos de a 10.
- Luego se dejó enfriar a temperatura ambiente  
El color es estable durante 12 horas  
Se leyó en el colorímetro a 420 nanómetros.

### **Diseño experimental**

Para cada especie evaluada, se usó el Diseño de Bloques Completos Randomizados (BCR) con tres repeticiones de acuerdo a las siguientes características:

Fuente de Variación	GL
-----	
Repeticiones	2
Tratamientos	2
Error	4
-----	

Tratamientos : 0, 5, 10 lombrices por maceta.

Para aquellos tratamientos cuyo análisis de variancia resultó significativo, se llevó a cabo la prueba de DLS al nivel de 0.05 a fin de determinar la superioridad estadística.

#### 4. 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 4.2g, sin observar diferencia significativa en los tratamientos con inoculación de 350, 700 mg de lombrices. Figura 1 (b).

En pijuayo en los 210 días se obtuvo incrementos de 6.0 g, 6.6 g y 6.1 g en los tratamientos 0, 350 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. Figura 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 caso de achote no se notó un incremento en los tratamientos con 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 incrementó 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 tratamiento de 700 mg, para luego bajar a niveles iniciales, en un tiempo de 210 días. Figura 3 (c).

## Mineralización del Nitrógeno

En las concentraciones de nitrógeno se tuvo los siguientes rangos: En achote un incremento de 58.2 y 50.5  $\mu\text{g N g}^{-1}$  de suelo en los tratamientos 350 y 700mg, 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, 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, bajando a niveles de 3.3y 2.0  $\mu\text{g N g}^{-1}$  de suelo. Figura 4 (c).

## 5. DISCUSIONES

### 1. Biomasa de la planta

El incremento de la biomasa de las plantas con inoculación de lombrices de tierra en achote tuvo una respuesta positiva, poco en el cultivo de arazá, y una respuesta intermedia en pijuayo, difiriendo muy claramente con los resultados preliminares que se hicieron en la Estación Experimental de Yurimaguas. Los tres cultivos tienen una diferencia fisiológica y un período vegetativo muy heterogéneo. Se observó que las raíces del achote son largas, finas y ocupan un buen volumen de las bolsas en contraste con el pijuayo que tiene raíces cortas y gruesas por lo que se puede decir que su sistema radicular puede llegar sólo a una pequeña porción del volumen de suelo de las bolsas. Esto limita 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 largo, gruesos y muy

leñosa por lo que se considera 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 vario. 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 5) y una acumulación en los tejidos (cuadro 1). En cuanto al grado de infección en arazá está en una fase intermedia, obtuviéndose también niveles intermedios de acumulación de fósforo en el suelo y planta (Cuadro 6, 2). En el pijuayo se tuvo una infección baja, observándose bajos niveles de acumulación de fósforo (Cuadro 7, 3 del Anexo). Estas diferencias se deben 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 segrega ciertos exudados que son nocivos para la proliferación de las lombrices. En arazá por el contrario se contó con un gran número de individuos habiendo abundantes turrículos en la superficie de las bolsas. Pijuayo es una fase intermedia.

## 4. Mineralización del Nitrógeno

El potencial de mineralización del nitrógeno estuvo muy complejo en los diferentes tratamientos por lo que se tuvo en achiote niveles negativos en un inicio, 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 puede ver transformaciones significativas por efecto de las lombrices de tierra.

## 6. CONCLUSIONES

1. *Pontoscolex corethrurus* son predominantes en los suelos de la Amazonía peruana.
2. En el cultivo del achiote, turrículos sellaron la superficie de las bolsas, reportando mortandad de las lombrices mas 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. Existe evidencia 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.
6. Los resultados indican que las lombrices no afectan la formación y actividad micorrícica por el contrario hay una relación entre *Planta - Lombriz - Micorriza*.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ABBOTT, L. K. and ROBSON. 1991. Factors influencing the vesicularar buscular mycorrhizas. *Agric. Ecosyst. Envgiron.* 35. 121-150.
- BLANCHART, E. LAVELLE, P. & SPAIN, A. V. 1 990, Efects of omassand zize od *Millsonia anomada* (Ologochaeta, Acanthedrillidae) on particle agregation in a tropics soil in the presence of *Panicum maximum* *Biology Fertillity Soil*, 9: in press.
- BRUNETT, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Adv.Ecol. Res.* 21, 171-313.

- COCHRANE, T. and SANCHEZ, P. A. 1982 Land resources, soils properties and their management in the amazon region: A state of Knowledge report. P 138-209. In S.B. Hecht (ed) Amazon land use research. CIAT, Cali, Colombia.
- GIOVANNETTI, M. and B. MOUSE. 19 80. an evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phyltol. 84: 489-500.
- HARLEY, J.L. and SMITH. 1983. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Toronto.
- LEE, K.E. 1985. Earthworms: their Ecology and relationship wint soil and use Academic press 1-400.
- NEWMAN, E.I. 1980. Mycorrhizal links between plants: their funtioning and ecological significance. Adv. Ecol. Res. 18, 243-270.
- PASHANASI, B. 1992. Effect of iniculation with the Endogeic Earthworm *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae) on N availability Soil microbial biomass and the growth od tree Tropical fruit seedling in a pot experiment. pp. 1 665-1659. Soil Biochemistry. volume 24.
- PASHANASI, B. 1994. Efecto de la inoculación de lombrices de tierra *Pontoscolex corethrurus* sObre el crecimiento de cultivos anuales y características físicas y químicas en suelos de Yurimaguas. P. 5-58 Folia Amazónica. Vol.6. IIAP.
- RUIZ, P.O. and M.C. SCHOLLES. 1989. Effect of different management options on mycorrhizal infection. In: N. Caudle. pp. 116-118. TropSoils Technical Report 1 986-1 1987. North Carolina State University. Raleigh, N.C. U.S.A.

## RESUMEN DE LAS FIGURAS

- Figura 1.** Biomasa total (raíces más parte aérea) acumulado en el tiempo en plántulas de tres especies de árboles en crecimiento en el vivero en relación a la cantidad (mg/maceta) de *Pontocolex corethrurus* introducidos dentro de la maceta
- Figura 2.** Mineralización del nitrógeno en el suelo de tres especies de árboles tropicales previamente inoculados con diferentes biomasa de *Pontocolex corethrurus*.
- Figura 3.** Cambios temporales en número de individuos de *Pontocolex corethrurus* en macetas del vivero conteniendo plántulas de tres especies de plantas.
- Figura 4.** Infección micorrícica con inoculación de *Pontocolex corethrurus* en el vivero con plantas de tres especies de árboles.



FIG. 1

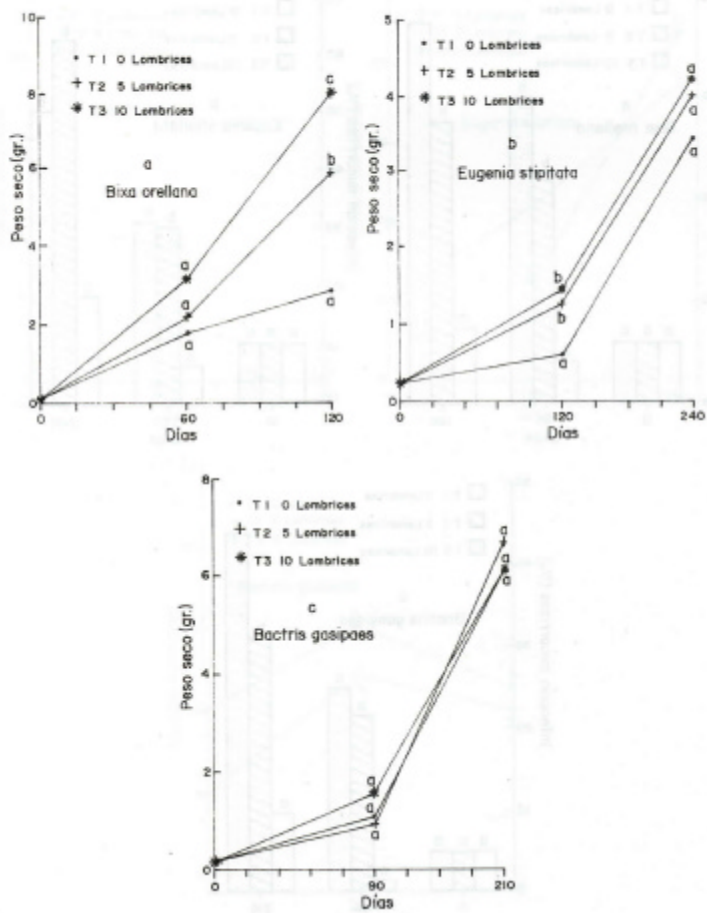


FIG. 2

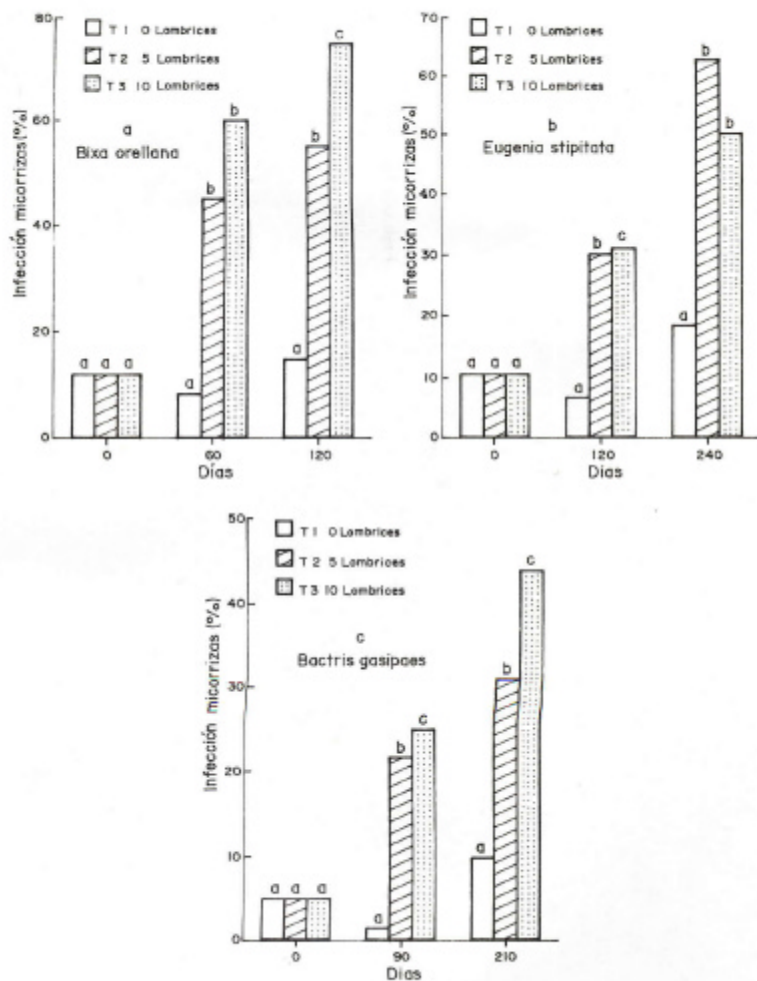


FIG. 3

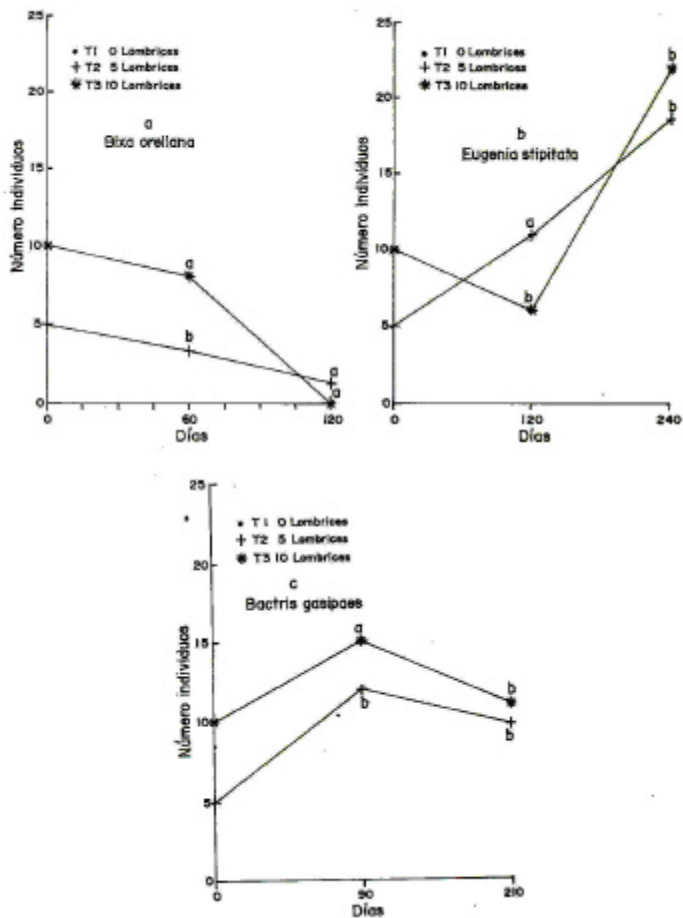
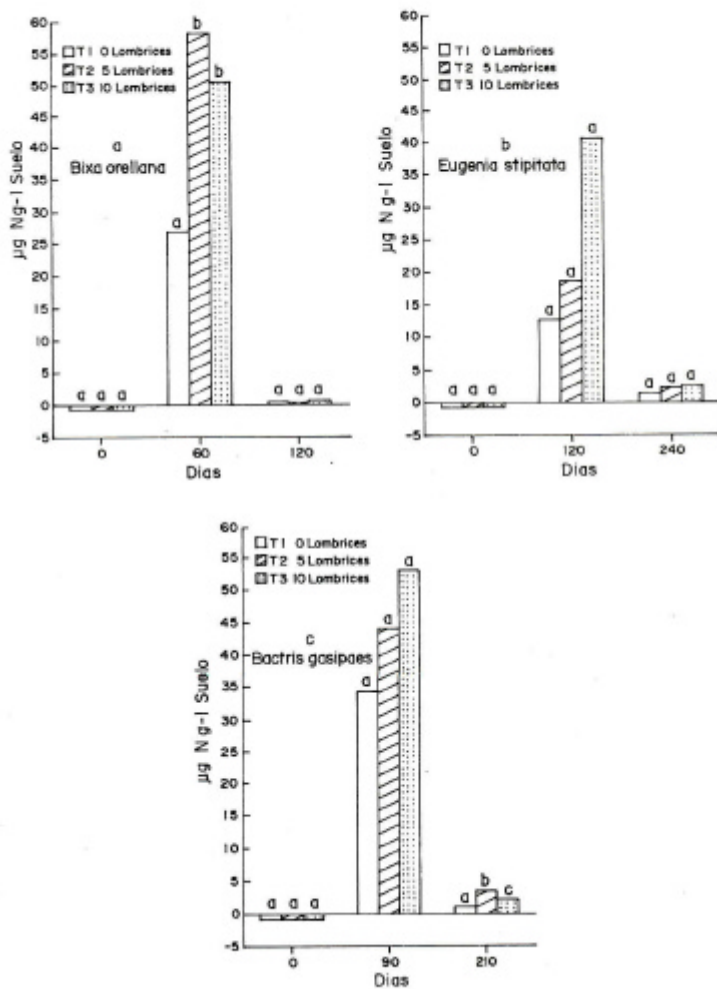


FIG. 4



**Cuadro 1**

Tratamientos	Tejido Vegetal Plántulas de Achiote				
	(60 días)				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
Sin Lombrices	14.0a	3.27 <sup>a</sup>	21.80a	13.43a	2.38ab
5 Lombrices (350mg)	16.42 <sup>a</sup>	2.54 <sup>a</sup>	19.40a	11.95a	1.93b
10 Lombrices (700mg)	17.30 <sup>a</sup>	2.58 <sup>a</sup>	17.35a	15.23a	2.76a

**Cuadro 2**

Tratamientos	Tejido Vegetal Plántulas de Araza				
	(120 días)				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
Sin Lombrices	13.56 <sup>a</sup>	1.24a	4.58a	7.00a	0.85a
5 Lombrices (350mg)	14.16a	1.44a	6.13a	8.30a	0.91a
10 Lombrices (700mg)	12.97a	1.42a	6.71a	8.93a	1.05a

**Cuadro 3**

Tratamientos	Tejido Vegetal Plántulas de Pijuayo				
	(90 días)				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/kg-----				
Sin Lombrices	16.54a	3.71a	27.91a	5.88a	2.25a
5 Lombrices (350mg)	16.84a	2.69a	26.91a	6.21a	2.20a
10 Lombrices (700mg)	16.54a	8.10a	18.33a	2.00a	1.05a

**Cuadro 4**

Prof. cm	pH	C.O	N	P	Aci	Ca	Mg	K	Sat Al
0-10		-g/kg-		mg/l	--C mol(+)/l-				%
Suelo puro	4.8			35.0	0.4	0.8	0.4	0.1	25.6

**Cuadro 5**

Prof. cm	pH	C.O	N P	Aci	Ca	Mg	K	Sat Al
0-10		-g/kg-	mg/l		--C mol(+)/l-			%
Tiempo 0								
El sustrato está formado por 3 partes de suelo + 1 parte de aserrín Bixa								
T1	5.3a	14.0a	0.76a	44.0a	3.0a	0.52a	0.24a	
T2	5.3a	13.6a	0.79a	50.2a	3.1a	0.52a	0.23a	
T3	5.3a	13.6a	0.76a	53.0a	3.2a	0.55a	0.24a	
Tiempo final								
T1	5.6a	11.8a	0.72a	33.4a	3.2a	0.43a	0.14a	
T2	5.6a	12.5a	0.70a	36.4a	3.3a	0.41a	0.11a	
T3	5.6a	14.1b	0.78a	36.1a	3.5a	0.45a	0.12a	

**Cuadro 6**

Prof. cm 0-10	pH	C.O  -g/kg-	N P  mg/l	Aci	Ca  --C mol(+)/l-	Mg	K Sat Al %
Tiempo 0							
Eugenia							
T1	5.3a	13.6a	0.71a	27.4a	2.4a	0.48a	0.19a
T2	5.3a	14.0a	0.80a	27.6a	2.5a	0.52a	0.25a
T3	5.8a	14.6a	0.81a	49.9a	3.0a	0.48a	0.23a
Tiempo final							
T1	5.6a	14.5a	0.72a	42.7a	2.9a	0.35a	0.27a
T2	5.6a	15.3a	0.80a	42.7a	3.2a	0.51a	0.25a
T3	5.3a	14.1a	0.62a	38.3a	3.1a	0.52a	0.27a

**Cuadro 7**

Prof. cm 0-10	pH	C.O  -g/kg-	N P  mg/l	Aci	Ca  --C mol(+)/l-	Mg	K Sat Al %
Tiempo 0							
Bactris							
T1	5.6a	14.5a	0.72a	42.7a	2.9a	0.35a	0.27a
T2	5.6a	15.3a	0.80a	42.3a	3.2a	0.51a	0.25a
T3	5.3a	14.1a	0.67a	38.3a	3.1a	0.52a	0.27a
Tiempo final							
T1	5.5a	19.2a	0.70a	31.4a	2.6a	0.46a	0.30a
T2	5.3a	12.6a	0.73a	35.0b	2.4b	0.42a	0.29a
T3	5.4a	13.1a	0.73a	35.3b	2.4b	0.42a	0.26a