

13821

Universidad Nacional de Ucayali
Facultad de Ciencias Agropecuarias



*"Evaluación y Cuantificación de la
Macrofauna del Suelo en Diferentes Tipos
de Posturas en Epoca Lluviosa en
Pucallpa"*

Tesis para Optar el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Jhon Aviles Sandi

PUCALLPA – PERU

1998

DEDICATORIA

A mis HERMANOS

A mi madre IDA SANDI

A mis PROFESORES

AGRADECIMIENTO

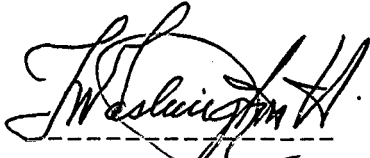
El autor desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones

- A la Universidad Nacional de Ucayali, por haberme dado la oportunidad de iniciar y concluir una parte de mi formación profesional. Y al mismo tiempo a los docentes de la facultad de Ciencias Agropecuarias de esta casa superior de estudios, por transmitirme pacientemente sus conocimientos.
- Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), por patrocinar el presente trabajo. También al Ing. MSc. Keneth Reátegui y Econ. Ricardo Labarta, investigadores de la misma.
- Al Programa "Tropical Soil Biology and Fertility" (TSBF), por patrocinar el presente trabajo.
- Al Ing Gustavo Celi Arévalo, por asesorar el desarrollo de la tesis. Y al Ing Antonio Polo Odar, por su valiosa cooperación en la misma.
- Al Dr. Julio Alegre, al Ing. Beto Pashanasi y al Téc. Willian Córdova, por apoyarme en la Identificación, Procesamiento e interpretación de datos del estudio realizado.
- Al Adm. Emp. David Sánchez Sutter, por sus consejos.
- Al padre Juan y al hermano Antonio, por darme la fé necesaria para iniciar y terminar mis estudios profesionales.
- A la sra. Milagros Binder y al sr. Carlos Arcos, por el apoyo incansable durante mi formación profesional.
- A la sra. Bertha Sandi, por el apoyo oportuno que recibí sin ningún interés.
- A todas las personas que me apoyaron en la recolección de muestras durante la fase campo.

ACTA DE SUSTENTACION

Esta tesis fue aprobada por el jurado calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el título de Ingeniero Agrónomo.

Ing.MSc. Jorge W. Vela Alvarado




Presidente

Ing. Alfonso Ramos Macedo



Secretario

Ing. Fernando Pérez Leal



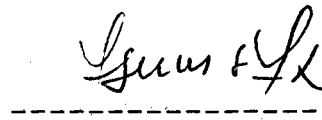
Miembro

Ing. Gustavo Celi Arévalo



Asesor

BCA. Jhon Avilés Sandi



Tesisista

C O N T E N I D O

| | Página |
|--|--------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Fauna del suelo | |
| 2.2 Macrofauna del suelo | |
| 2.3 Importancia de la Macrofauna en el suelo | |
| 2.4 La Macrofauna del suelo como bioindicadores | |
| 2.5 Efecto de las gramíneas y leguminosas forrajeras en las propiedades biológicas del suelo | |
| 2.6 Efecto del ganado en las propiedades biológicas del suelo | |
| III. MATERIALES Y METODOS | 20 |
| 3.1 Ubicación y fecha del experimento | |
| 3.2 Clima y suelo | |
| 3.3 Descripción del experimento | |
| 3.4 Técnica de muestreo | |
| 3.5 Análisis estadístico | |
| 3.6 Detalle del área experimental | |

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| IV. | RESULTADOS | 30 |
| | 4.1 Densidad de individuos | |
| | 4.2 Densidad de biomasa | |
| V. | DISCUSIONES | 33 |
| | 5.1 Densidad de individuos | |
| | 5.2 Densidad de biomasa | |
| VI. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 36 |
| | 6.1 Conclusiones | |
| | 6.2 recomendaciones | |
| VII. | RESUMEN | 37 |
| VIII. | BIBLIOGRAFIA | 39 |
| IX. | ANEXOS | 43 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Unidades taxonómicas para la macrofauna de suelo según sitios de caracterización y su clasificación funcional (categorías ecológicas). | 6 |
| Cuadro 2. Cambios en la fertilidad en el horizonte superficial de un Ultisol bajo pastura <i>Brachiaria decumbens/Desmodium ovalifolium</i> en Yurimaguas. | 15 |
| Cuadro 3. Propiedades biológicas de Ultisoles de Yurimaguas con tres tipos de vegetación. | 17 |
| Cuadro 4. Valores de algunos indicadores de los efectos que produce el animal en el suelo en diferentes pasturas comparados a un bosque. | 18 |
| Cuadro 5. Evaluación de la Macrofauna de suelo por Tratamientos por niveles de profundidad (individuos/ m ²). | 30 |
| Cuadro 6. Evaluación de la Macrofauna de suelo por Tratamientos por niveles de profundidad (gramos/ m ²). | 32 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Fig. 1. Formas de trazar un transecto en un potrero: a)Horizontal, b)Diagonal y c)Vertical | 24 |
| Fig. 2. Monolito de 25cm x 25cm x 30cm | 25 |
| Fig. 3. Formas de obtener el monolito con el corte en ele (L) o ele invertida (J) | 25 |
| Fig. 4. Ubicación de los tratamientos en los fundos | 27 |
| Fig. 5. Macrofauna de suelo por estratos en cada Tratamiento (ind/m ²) | 31 |
| Fig. 6. Macrofauna de suelo por estratos en cada Tratamiento (gramos/m ²) | 32 |

I. INTRODUCCION

Ucayali es una zona de trópico cubierta de una densa vegetación, desde pastizales hasta montes altos, en la cual se alojan una serie de organismos animales; estos (según REY, L., 1982) surgen por la diversidad alimenticia y ante la presencia de los microclimas que ofrecen dichas vegetaciones; y son, según BRADY, N.C.(1990), los vertebrados e invertebrados. Estos últimos, en su mayoría, agrupan a organismos que viven en el suelo o encima de él, los que comprenden a la macro, meso y microfauna del suelo; y, en gran parte, debido a su relación con éste, mejoran sus características de fertilidad, porosidad, agregación, densidad aparente, color, etc.

La macrofauna (macroinvertebrados) del suelo (según ANDERSON, J.M.) como lombrices, coleópteros, hormigas, termitas, diplópodos y otros que se alojan en el mantillo del suelo juegan un papel muy importante en la regulación de los procesos que ahí se generan, producen gran variedad de materiales que cada vez van modificando sus funciones y procesos pedogenéticos; la abundancia y calidad (composición y textura) de los materiales producidos son determinados por las tasas de consumo y la ingestión de partículas minerales y orgánicas, que ellos encuentren en el suelo.

Estos invertebrados que forman la macrofauna del suelo

son importantes como bioindicadores de perturbación (indican disturbación del ecosistema); que se determinan por su diversidad, la cantidad de individuos, biomasa (peso), estructura trófica (preferencia alimenticia) y dinámica (aumento o disminución) que se produce en el suelo.

El tipo de uso de la tierra afecta la composición y la abundancia de la macrofauna del suelo. La modificación del microclima, reducción de fuentes alimentarias, aplicación de plaguicidas y maquinaria agrícola son los factores que más afectan la diversidad y abundancia de las comunidades.

Los diferentes sistemas de producción (agroforestales, silvopastoriles y otros) tienen como fundamento principal incrementar la biodiversidad y la sostenibilidad del ecosistema. Estas condiciones son también favorables para el incremento de la población de macroinvertebrados en el suelo, sin embargo no se conoce cuales son las condiciones biofísicas de clima, suelo y planta que más influyen en el incremento de la macrofauna del suelo para cada uno de los sistemas de explotación. Por tal razón el objetivo fue determinar en que tipo de pasturas se favorece el desarrollo de la macrofauna del suelo en época lluviosa.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 FAUNA DEL SUELO

Son todos aquellos que viven dentro o fuera del suelo, pero que tienen relación estrecha con éste. Todos los organismos animales se pueden agrupar en dos conjuntos; los vertebrados e invertebrados. La fauna del suelo pertenece al segundo conjunto y se clasifica en tres grupos; la Microfauna (menor de 0,2mm), la Mesofauna (entre 0,2 y 2mm) y la Macrofauna (mayor de 2mm). La Macrofauna del suelo es un término muy general ya que se refiere a todos los invertebrados que viven y se relacionan con el suelo, y se pueden observar a simple vista; por esta razón dentro ella se consideran muchos grupos o unidades taxonómicas, que son: los coleópteros, miriápodos, gasterópodos, etc. Específicamente, los macroinvertebrados se agrupan en conjuntos con características peculiares similares. Cada conjunto se diferencia del otro por sus características específicas que presentan tanto en su comportamiento como en su biología, por esta razón pueden adaptarse a diferentes zonas de la corteza terrestre. Algunos viven sólo en la tierra, mientras que otros viven sólo en el agua. Cabe recalcar que gran parte de ellos se adaptan al aire y tierra; otros, al agua y tierra y otros al aire y agua; también encontramos a algunos de ellos que se adaptan muy bien al aire, tierra y agua, como es el caso de la

cucaracha (*Periplaneta americana*); REY, L. (1982); BRADY, NC (1990).

2.2 MACROFAUNA DEL SUELO (MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO)

Los macroinvertebrados del suelo (Según ANDERSON, J.M.; 1993) pueden ser clasificados conforme a sus regímenes alimenticios y a su distribución en el perfil del suelo (Ver cuadro 1) como sigue:

2.2.1 Especies epígeas, que viven y se alimentan sobre la superficie del suelo (en la Hojarasca). Estos invertebrados dividen el material vegetal y liberan nutrientes, pero, no dejan redistribuidos activamente para las plantas (aunque el material obtenido por división puede ser más fácilmente transportado por el viento o agua). Estas especies son principalmente artrópodos saprófagos (Miriápodos, Isópodos) y pequeñas lombrices de completa pigmentación; así como depredadores de estas especies (Hormigas y algunos coleópteros).

2.2.2 Especies anécicas, que viven en el suelo o subsuelo en madrigueras, suben a la superficie y remueven la hojarasca para alimentarse, luego regresan a sus nidos. Considerables cantidades de suelo, elementos minerales y materia orgánica pueden ser redistribuidos a través de estas actividades, acompañados por efectos físicos sobre la estructura y características hidráulicas del

suelo, de esta manera cambian dramáticamente la cinética de descomposición y la distribución espacial de estos productos. Pertenecen a este grupo lombrices pigmentadas y la mayoría de especies de termitas.

2.2.3 Especies endógenas, que viven en el suelo y se alimentan de todo material de éste, desde materia orgánica y raíces caducas hasta suelos pobres. Estas especies producen turrículos y excrementos granulados que son los componentes de los macroagregados del suelo. Ellos hacen galerías, nidos y cámaras; eventualmente excretan suelo a la superficie como los turrículos de las lombrices. Estos procesos tienen influencias importantes sobre la organización física del suelo. Los dos principales grupos son lombrices de tierra no pigmentadas y termitas humidevoradoras, ambos geófagos. Este grupo se divide en tres subgrupos:

Polihúmicas; ingieren suelos con alto contenido orgánico del horizonte A1.

Mesohúmicas; ingieren suelos del horizonte A1 como tal.

Oligohúmicas; ingieren suelos pobres en los horizontes profundos.

La cuantificación de estos efectos sobre los procesos del suelo requiere un estudio detallado, pero una simple

caracterización de la macrofauna es requerido a fijar sus roles en sistemas diferentes y el impacto de prácticas de manejo sobre densidades populares y estructura de comunidades. El siguiente cuadro (cuadro 1) es una lista de unidades taxonómicas generalizadas y su clasificación funcional. *La clasificación total está en el Anexo 12.*

Cuadro 1. Unidades taxonómicas para la macrofauna del suelo según sitios de caracterización y su clasificación funcional (categorías ecológicas).

| Unidades Taxonómicas | Categorías ecológicas |
|----------------------------------|-----------------------|
| Hormigas | Epígeo/Anécico |
| Arácnidos (arañas, etc.) | Epígeo |
| Coleópteros, larvas | Epígeo/Endógeno |
| Coleópteros, adultos | Epígeo |
| Termitas | Anécico/Endógeno |
| Blatoidea (cucarachas) | Epígeo |
| Myriápoda (Chilopoda; Diplopoda) | Epígeo |
| Lombriz de tierra, pigmentado | Epígeo/Anécico |
| Lombriz de tierra, no pigmentado | Endógeno |
| Gasterópodos (babosa, caracol) | Epígeo |
| Orthoptera (grillos) | Epígeo |
| Isópoda | Epígeo |
| Cicadellidae (cigarritas) | Endógeno |
| Otros grupos | Varios |

Fuente: Tropical Soil Biology and Fertility (ANDERSON, J.M.; 1993)

La mayor concentración de individuos que conforman la macrofauna del suelo se encuentra en la capa más superficial del suelo (00 - 15cm), debido a que en esos niveles está la mayor diversidad alimenticia (residuos vegetales y organismos pequeños que sirven de alimento a otros más grandes, etc.); Según ANDERSON , J. M. (1993).

2.3 IMPORTANCIA DE LA MACROFAUNA EN EL SUELO

Los invertebrados que forman la macrofauna del suelo, como lombrices, coleópteros, hormigas, termitas y otros artrópodos del mantillo juegan un papel importante en la regulación de los procesos del suelo puesto que ingieren una mezcla de partículas orgánicas y minerales, que al excretar son de gran tamaño y contienen mayor cantidad de materia orgánica; además han desarrollado un sistema de digestión mutualístico en asociación con la microflora, que es ingerida con el alimento consumido, el cual permite digerir los sustratos más complejos, y crear diversas y abundantes estructuras en el suelo que tienen efectos sobre las propiedades físicas. La abundancia y textura de estos materiales producidos son determinados por las tasas de consumo y la ingestión de partículas minerales y orgánicas (Pashanasi y Lavelle, 1992; Lavelle, 1994; Alegre, 1995).

La calidad de materiales producidos por la macrofauna del suelo, en donde la diversidad de especies vegetales es mayor, siempre es de mayor riqueza.

Las excretas son componentes de macroagregados y estructuras estables que regulan la porosidad, agregación, densidad aparente y otras características del suelo (Blanchart, 1990).

Las actividades de la macrofauna del suelo permiten la distribución (translocación) de partículas vegetales en el suelo, al mismo tiempo posibilitan la recirculación de los nutrientes (Spain, 1990).

2.3.1 Lombrices de tierra. La utilidad de los macroinvertebrados del suelo es notable, tal es el caso de las lombrices de tierra (principales integrantes de la macrofauna del suelo) que mientras se mueven en el interior del suelo, excavan túneles con sus propios cuerpos y avanzan tragando partículas (encima de 1000kg suelo seco/lombrices de una hectárea/año, en suelos de trópico húmedo; Fragoso y Lavelle, 1992), dejando atrás las excretas. Esto causa que el suelo vegetal quede "suelto", que es de mucha importancia para las plantas; de esta manera se airean mejor las raíces, el agua penetra más fácilmente y las raíces encuentran paso sin dificultades y, además, ese material excretado contiene los elementos nutritivos que la planta necesita, para realizar sus funciones (Rey, L., 1982). Las lombrices regulan los procesos físico-químicos del suelo; han demostrado que **mejoran las estructuras físicas**, medidas a través del incremento de la infiltración y resistencia a la erosión a través de la formación de macroagregados que apricionan a los nutrientes (Lavelle y Martin, 1992; Alegre, 1995) y

químicas, porque liberan amoníaco y nutrientes a partir de residuos vegetales (Mulongoy & Bedoret, 1989; Alegre, 1995). Con los macroagregados se regula la dinámica de la materia orgánica del suelo, por la activación de la mineralización en un periodo corto y protección hasta largo plazo en la estructura compacta de los turrículos (Lavelle y Martin, 1992); además, se regula el almacenamiento de agua en los macroporos de los macroagregados (Mulongoy & Bedoret, 1989). Las lombrices mejoran el crecimiento de las plantas, y los mecanismos por los cuales realiza esta función todavía son pobremente identificados; puede ser debido a **1) Un suministro de nutrientes mejorados**, debido a la captación de nutrientes concentrados de los turrículos frescos de las lombrices (López-Hernández et al, 1993; Brossard et al, 1994), **2) Mejora de la circulación de agua y oxígeno** (Lavelle et al, 1992; Brossard et al, 1994), y **3) Efecto de excreción de hormonas por las lombrices** (Tomati, 1988). Las lombrices generalmente favorecen la dispersión de propágulos microbiales y pueden regular su actividad a escalas de tiempo y espacio; por tanto, se las considera como vectores (Reddel & Spain, 1991). Entre las desventajas posibles; las lombrices pueden tener, algunas veces, efectos negativos sobre la infección micorrízica VAM en plántulas de árboles tropicales (Reddel & Spain, 1991). Las lombrices, como otros invertebrados, se ausentan cuando los suelos son disturbados y demoran mucho para volver a

colonizar estos sitios; generalmente están ausentes en los cultivos anuales y algunas plantaciones perennes (plantación de té, etc) porque las especies nativas no están adaptadas a condiciones de tierras cultivadas y las especies foráneas adaptadas no han sido capaz de colonizarlas, al mismo tiempo puede que la colonización sea extremadamente lenta (casi 10m/año en promedio y detenidos por algunos pequeños obstáculos como riachuelos y bosques (Lavelle y Fragoso, 1992).

2.3.2 Termitas. Las termitas u hormigas blancas son los que más contribuyen a la descomposición de la materia orgánica; existen cerca a 2000 especies de termitas, ellas se encuentran habitando las tres cuartas partes de los suelos en el mundo, son más abundantes en las sábanas, bosques tropicales y subtropicales (ambas áreas: húmedas y áridas). En las áreas tropicales y subtropicales las termitas superan a las lombrices de tierra. Las termitas fabrican sus nidos de lodo formando montones de tierra en áreas desplegadas de las sábanas en Africa, América Latina y Australia. Estos insectos tienen una muy complicada vida social en ese montón de tierra llena de perforaciones o celdillas, el cual sirve principalmente como sus "sitios". En estas edificaciones o "sitios" las termitas transportan suelo desde abajo y lo fijan encima de la superficie del suelo, con eso llevan alrededor extensas mezclas de

materiales del suelo y los residuos de plantas que ellos usan como alimento. Las cantidades de materiales depositadas por las termitas comparan favorablemente con lo arrojado en la superficie por las lombrices de tierra, amontonando aún cientos de toneladas métricas por hectárea en un tiempo cualquiera. Sus edificaciones pueden ser de 6m o más en altura y pueden extenderse muy por debajo del suelo en algunas áreas desiertas. Cada edificación provee una casa de un millón de termitas o más. Las edificaciones son abandonados después de 10-20 años y pueden ser tumbados si la tierra va a ser usado para producir cosechas. Los efectos de las termitas sobre la productividad del suelo es generalmente menos benéfica que los de las lombrices de tierra porque los procesos digestivos de las termitas, ayudados por los microorganismos en su intestino, son más eficientes que los de las lombrices de tierra. Los depósitos de las termitas comúnmente tienen un bajo contenido de materia orgánica que los que son rodeados por suelos de encima no disturbados. Este es en parte, debido al factor de que estos depósitos son comprendidos por subsuelo muy por debajo del material orgánico y que pasa a la superficie como parte de las edificaciones que fueron formadas. Las cosechas en áreas de suelo en donde edificaciones de termitas han existido es frecuentemente pobre, no sólo porque son de bajo contenido de nutrientes en la superficie de los lechos, sinó también por la gran

compactación de algunos de los materiales de la edificación. Las termitas son factores significantes en la formación de suelos de trópico y áreas subtropicales. Ellos también tienen ambos efectos positivo y negativo sobre el común uso de los suelos en esas áreas. Las termitas aceleran la pudrición de los árboles y hierbas pero también rompen la producción de cultivos por el rápido desarrollo de su población en sus trincheras o edificaciones (BRADY, N.C.; 1990).

2.3.3 Hormigas. Aunque las hormigas tienen menos generalizada su influencia sobre las propiedades del suelo que las lombrices de tierra y termitas, localmente ellos tienen efectos notables. Por ejemplo, algunas especies de hormigas son conocidas por su habilidad excepcional para desintegrar materiales leñosos. Estos organismos, conocidos por sus sociedades altamente organizadas, son especialmente activos en algunas áreas tropicales de Sudamérica y Africa, ambas en bosques y pastizales áridos. Algunas hormigas producen nidos notorios mientras otras tienen sus nidos bajo tierra. De alguna forma, las hormigas a través de sus túneles o galerías en el suelo, mantienen ventiladas las raíces de las plantas y además contribuyen a la descomposición del material orgánico (BRADY, N.C.; 1990).

2.4 LA MACROFAUNA DEL SUELO COMO BIOINDICADORES

Estos organismos son indicadores de perturbación o alteración del estado natural en el suelo; que se determina por su a) **diversidad** (unidades taxonómicas), b) **cantidad de individuos** dentro de cada unidad taxonómica, c) **biomasa** (peso), d) **estructura trófica** (preferencia alimenticia) y e) **dinámica** (aumento o disminución) que se produce en el suelo. Al alterarse un suelo, éste se manifiesta con problemas tales como de: 1) compactación, 2) baja fertilidad, 3) disminución de la biodiversidad, etc. Si estos bioindicadores existen en cantidades considerables quiere decir que el suelo no está disturbado, se encuentra en buenas condiciones físicas y químicas y con presencia de diversas plantas; pero, si el suelo está cubierto de una escasa vegetación y no tiene buenos materiales de consumo, entonces la cantidad de macroinvertebrados se manifiesta con una disminución a expresiones mínimas, llegando al caso de no haber ninguna (ANDERSON, J.M.; 1993).

La perturbación principalmente es originada por las distintas actividades que hace el hombre en el suelo (quema, mecanización, aplicación de agroquímicos, etc.) lo que genera una baja en la diversidad vegetal. Cuando esto sucede la disponibilidad de materiales de consumo disminuye; consecuentemente, generan limitaciones para el desarrollo de la fauna del suelo y, que posteriormente, se manifiesta con la pérdida de la fertilidad del suelo (ANDERSON, J.M.; 1993).

2.5 EFECTO DE LAS GRAMINEAS Y LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN LAS PROPIEDADES BIOLÓGICAS DEL SUELO.

Un profuso desarrollo de la biomasa aérea y radicular, excelente cobertura, capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, y alto potencial de reciclaje de nutrientes son características del sistema de pasturas mejoradas gramínea/leguminosa bajo adecuado manejo en la Amazonia. Estas características deben reflejarse en la evolución de las propiedades químicas y biológicas de los suelos con pasturas. Experiencias en la Amazonia peruana han demostrado que éste es el caso (ARA GOMEZ, M.; 1993).

2.5.1 Cambios en la Fertilidad del Suelo con Pasturas. Las pasturas bien manejadas tienden a estabilizar la fertilidad del suelo. En el Cuadro 2, se nota que en una pastura de *Brachiaria decumbens/Desmodium ovalifolium* en Yurimaguas ocurrió un ligero descenso en la saturación de aluminio (Sat Al), un aumento en la disponibilidad de fósforo (P) y de materia orgánica (MO), y cambios variables en los contenidos de Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) cambiables en los cuatro primeros años de pastoreo. En el quinto año la tendencia revirtió algo (ARA GOMEZ, M.;1993). Sin embargo, la tendencia estabilizadora debe acentuarse con el tiempo (TOLEDO Y SERRAO, 1982 citado por ARA GOMEZ, M.;1993). Esta evolución favorable de la fertilidad es un producto de

ventajas de las pasturas en términos de extracción y devolución de nutrientes al suelo.

Cuadro 2. Cambios en la fertilidad en el horizonte Superficial de un Ultisol bajo pastura de *Brachiaria decumbens* / *Desmodium ovalifolium* en Yurimaguas.

| Años | pH | MO % | P ppm | Ca cmol | + Mg L | Sat.Al % |
|------|-----|---------|----------|------------|-----------|-------------|
| 0 | 4,5 | 1,83 | 7,8 | 0,85 | 2,07 | 54 |
| 1 | 4,8 | 2,17 | 9,1 | 2,07 | 2,79 | 57 |
| 4 | 4,9 | | 8,1 | 1,50 | 1,61 | 52 |
| 5 | 4,9 | 2,10 | | 0,89 | 1,90 | |

Fuente: SANCHEZ Y ARA (1991)

2.5.2 Retorno de Nutrientes Vía Residuos. El retorno de nutrientes al suelo por esta vía puede ocurrir en forma de residuos foliares o radiculares. En ambos casos el reciclaje es proporcional a la cantidad de residuos acumulados, tasa de mineralización de éstos y a la acción de la fauna del suelo (que se ocupa de dividir el material en partes cada vez más pequeñas); Según ARA GOMEZ, M. (1993).

2.5.3 Efectos de las Pasturas en las Propiedades Biológicas del Suelo. Los efectos benéficos de las pasturas también están reflejados en las propiedades biológicas del suelo, principalmente en los componentes de la biomasa del suelo. Este efecto es posiblemente debido a un activo crecimiento

radicular y a la gran proporción de reciclaje de la materia orgánica (MO); ARA GOMEZ, M. (1993).

En Yurimaguas se evaluó la biología del suelo bajo una asociación *Brachiaria decumbens/Desmodium ovalifolium* de 6 años de pastoreo, comparada con un bosque primario y con cultivos continuos de 14 años (Cuadro 3). La macrofauna del suelo, especialmente lombrices, triplicó su población bajo pasturas en relación con el bosque. La biomasa microbial, probablemente el asiento de la materia orgánica activa y de la velocidad de reciclaje, se duplicó bajo pasturas en comparación con el bosque. La distribución en el suelo de raíces finas, las más activas en la absorción de nutrientes, es mayor hasta 70cm de profundidad en pasturas que en el bosque y en cultivos. Sin embargo, la tasa de mineralización del nitrógeno (N) y el nivel de infestación con micorrizas fue menor en las pasturas. Bajas tasas de mineralización neta del nitrógeno han sido observadas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria humidicola/Desmodium ovalifolium* también en Yurimaguas (SCHOLES y SANCHEZ; 1990). Es probable que una baja tasa de mineralización debido a la pobre calidad del residuo de *Desmodium ovalifolium*, y la ocurrencia de denitrificación animal puedan explicar estos resultados; ARA GOMEZ, M. (1993).

Cuadro 3. Propiedades biológicas de Ultisoles de Yurimaguas con tres tipos de vegetación.

| Propiedad | Profundidad (cm) | Vegetación | | |
|--------------------------------------|---------------------|------------|---------|---------|
| | | Bosque | Cultivo | Pastura |
| Biomasa (t/ha) | | | | |
| Macrofauna | 0-30 | 413,00 | 24,00 | 1279,00 |
| Microbial | 0-70 | 0,34 | 1,43 | 0,61 |
| Raíces finas | 0-70 | 3,25 | 0,39 | 7,00 |
| Mineraliz. De N en 4 meses (mg/g) | 0-30 | 25,60 | 8,90 | 3,00 |
| Infección por Micorriza (%) | | 70,00 | 40,00 | 30,00 |

Fuente: SANCHEZ Y ARA (1991)

2.6 EFECTO DEL GANADO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO.

En pasturas al pastoreo, el pisoteo es probablemente el único esfuerzo mecánico que recibe el suelo. Los vacunos ejercen una presión en cada pezuña de aproximadamente 1,2 MPa (Toledo y Morales, 1979). El efecto en las propiedades físicas del suelo ha sido simulado usando modelos teóricos (Tollner, 1987). Los principales resultados predicen que el máximo efecto compactante en términos de **densidad aparente** del suelo (DA) ocurre no en la superficie, sino inmediatamente debajo, entre 5 a 15 cm de profundidad, la cual puede fluctuar entre 1,8 a 1,6 de DA. Estas predicciones parecen confirmarse por datos de compactación en términos de **resistencia a la penetración** (RP) de

pasturas naturales (torourco) degradadas en Pucallpa, pero la distribución de la mayor RP se da entre 0 a 12 cm. Sea cual fuere la distribución de esfuerzo compactante, se ha observado, tanto en Yurimaguas como en Pucallpa, que la transformación del bosque a pasturas está acompañada de un rápido cambio en las propiedades físicas del suelo. Estos cambios son en la dirección de una mayor compactación: aumentos en la DA y la RP, y disminución de la velocidad de infiltración. El Cuadro 4 muestra cambios en esta dirección al pasar de un bosque nativo a cuatro torourcales o cinco pasturas mejoradas.

Cuadro 4. Valores de algunos indicadores de los efectos que produce el animal en el suelo en diferentes pasturas comparados a un bosque.

| Lugar | Vegetación | RP (MPa) | DA (g/cm ³) | Sorptividad mm/ \sqrt{s} |
|------------|------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|
| Bosque | Bosque | 0,96 | 1,15 | 3,31 |
| El Arriero | Torourco | 1,53 | 1,35 | |
| Villaflor | Torourco | 1,23 | 1,30 | |
| IVITA | Torourco | 1,08 | 1,32 | |
| UNU | Torourco | 2,44 | 1,46 | |
| ERC1 | Bd/Do | 1,60 | | 0,37 |
| ERC2 | Bd/Cm | 2,24 | | 0,27 |
| ERC3 | Bb/Cm | 2,28 | | 0,29 |
| Boavista1 | Ag/Sg+Cm | 1,93 | | |
| Boavista2 | Bd | 2,73 | | |

Bd = *Brachiaria dictyoneura*; Bb = *Brachiaria brizantha*; Do = *Desmodium ovalifolium*;
 Cm = *Centrosema macrocarpum*; Ag = *Andropogum gayanus*; Sg = *Stylosanthes guianensis*.
 RP = Resistencia a la penetración (o impedancia mecánica); DA = Densidad Aparente
 ARA GOMEZ, M. (1993).

El grado de compactación del suelo por pisoteo animal está influenciado por numerosos factores los cuales pueden

ser agrupados en factores de suelo, factores de planta, y factores de manejo animal. Entre los factores de suelo más importantes están la textura, estructura, y contenido de humedad al momento del pisoteo. Entre los factores de planta están la cantidad de biomasa y sobre todo la cobertura. Entre los factores de manejo animal están el método de pastoreo y la carga animal.

Cabe recalcar que los suelos bajo pasturas muchas veces aumentan su capacidad para recuperarse de la compactación por actividad de la macrofauna de suelo (PASHANASI. 1995).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACION Y FECHA DEL EXPERIMENTO

El presente estudio se ejecutó en cuatro fundos ganaderos ubicados en los márgenes de la carretera Pucallpa-Lima, entre los kms. 65 y 78; perteneciente al distrito de Irazola, provincia de Padre Abad, de el departamento de Ucayali. Geográficamente ubicados a 8° 22' de latitud Sur y 74°34' longitud Oeste, a una altitud de 270 msnm. Ecológicamente el lugar corresponde al ecosistema bosque húmedo tropical (Cochrane, 1984).

La fecha en que se ejecutó el experimento fue en los meses de marzo y abril de 1997 (dentro del periodo lluvioso); en esta época, la obtención de los invertebrados del suelo, es relativamente más fácil.

3.2 CLIMA Y SUELO

El clima se caracteriza por ser tropical con una temperatura promedio anual de 26° C , poca variación entre las temperaturas máximas (36,5° C) a lo largo del año, humedad relativa de 77% (promedio de 25 años) y precipitación promedio de 1700 mm con épocas definidas de mínima (junio a agosto) y máxima (febrero, marzo y Noviembre) precipitación (PNIPAS, 1980).

Los suelos de la región son ácidos (pH=4,5),

deficiente en materia orgánica (MO=1,5%), nitrógeno, fósforo, baja saturación de bases y alta saturación de aluminio (Sat.Al=70%), clasificado como ultisoles (Sánchez, 1981). Los datos de suelo se muestran en el Anexo 7.

3.3 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

El experimento tuvo como objetivo comparar la densidad de individuos y de biomasa de la macrofauna del suelo de tres tipos de pasturas de cada uno de los fundos donde se realizó el ensayo; estos terrenos han sido disturbados por efectos de la actividad forestal, agricultura migratoria y la ganadería extensiva. Los tipos de pasturas evaluadas fueron dos monocultivos (*Paspalum conjugatum* y *Brachiaria decumbens*) y una pastura asociada gramínea-leguminosa; de los dos monocultivos se usó como testigo al pasto natural (*Paspalum conjugatum*).

Para ésto, se seleccionaron cuatro fundos localizados en áreas bajo características similares de clima y suelo, en donde existan estos tres tipos de pasturas. Estos pastizales, en el momento de la evaluación, estuvieron en pleno pastoreo

3.3.1 Tratamientos en estudio. Los tratamientos fueron tres tipos de pasturas, y son:

- T₁ (Test.): Torourco (*Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Homoleptus aturensis*)

- T₂: *Brachiaria decumbens*
- T₃: Pastura asociada gramínea-leguminosa

La pastura asociada, mezcla o cocktail se conformó de las siguientes pasturas: *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura* entre las gramíneas y *Stylosanthes guianensis*, *Desmodium ovalifolium* y *Centrosema macrocarpum* entre las leguminosas.

3.3.2 Variables en estudio. Las variables dependientes fueron:

- 1) Densidad de Individuos. Cantidad de individuos/m² en cada grupo taxonómico de cada tratamiento.
- 2) Densidad de Biomasa. Cantidad de g/m² en cada grupo taxonómico de cada tratamiento.

3.3.2 Otras variables medidas. Se midieron otras variables con el objeto de incluirlas en las discusiones de los resultados, son:

- 1) Cobertura de los forrajes
- 2) Disponibilidad de materia seca
- 3) Algunas propiedades físicas y químicas del suelo

3.4 TECNICA DE MUESTREO.

Para cuantificar la macrofauna de suelo se siguió tres

etapas:

3.4.1 Campo. En cada tratamiento se tomó diez (10) muestras dispuestas en un transecto recto y representativo del área evaluada (1 ha). El transecto, para ser representativo, pudo ubicarse en el terreno en línea diagonal, horizontal (a lo largo del terreno) o vertical. Cada una de las muestras en el transecto estuvieron separadas 5 metros, por lo que éste midió de 45 a 50 metros, tal como se nota en la fig. 1. Cada muestra del transecto se hizo en un volumen de suelo de 25cm x 25cm x 30cm que corresponde a un área de 0,0625 m² (fig. 2). Para marcar el área de cada una de las diez muestras se usaron tablas livianas o triplay de 25cm x 25cm. Luego de marcar y profundizar en el sitio de muestreo, se procedió de la siguiente forma: Para el mantillo, se separó la hojarasca y el material vegetal de la superficie del suelo, depositándose en una bolsa plástica para evitar la fuga de los más veloces (hormigas, cucarachas pequeñas, etc.), de ella (de la bolsa) se vació en fuentes plásticas y se recogió el objeto de estudio (macroinvertebrados) en frascos pequeños también de plástico que contenían formol al 4% para llevarse al laboratorio. Ahora, para las capas de 0-10cm, de 10-20cm y de 20-30cm, se ejecutó previamente un corte en ele (L) al costado del monolito de donde se sacaron las capas (fig. 3); luego, con sable ancho, se procedió a sacar las capas y

se depositó en bandejas de plástico en forma respectiva, posteriormente se procedió igual a lo hecho con el mantillo (se vaceó en fuentes y se recogió con pinzas el objeto de estudio y se puso en los frascos de plástico con formol al 4% en volumen).

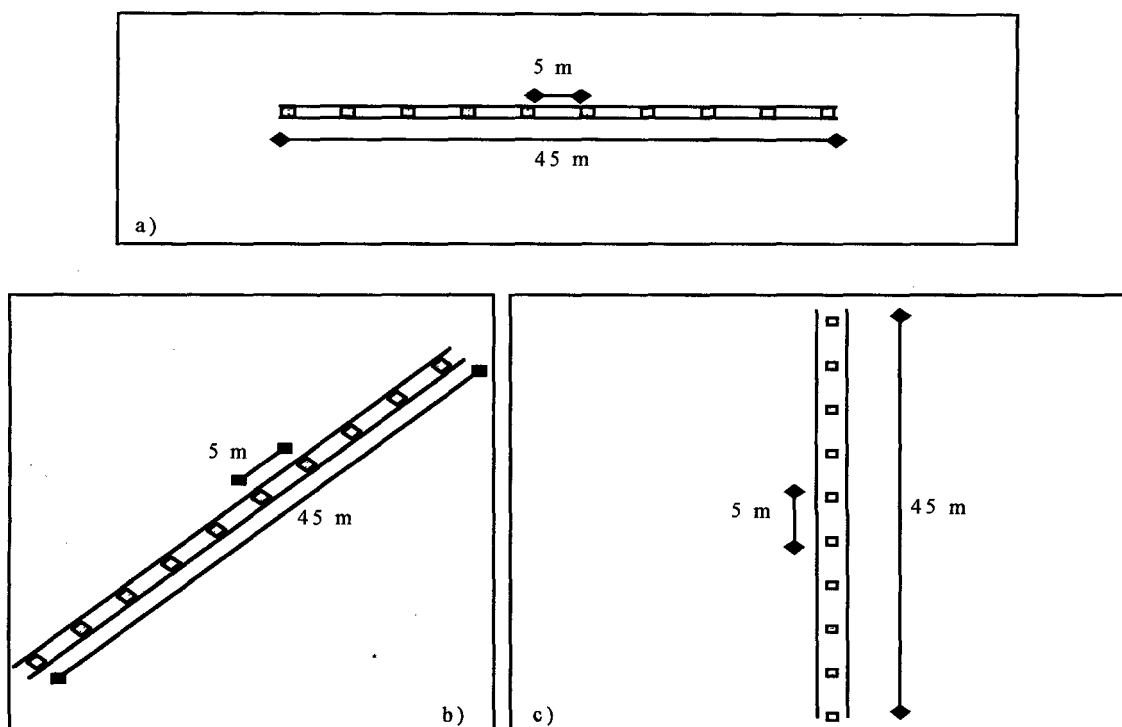


Fig. 1. Formas de trazar un transecto en un potrero:
a)Horizontal, b)Diagonal y c)Vertical.

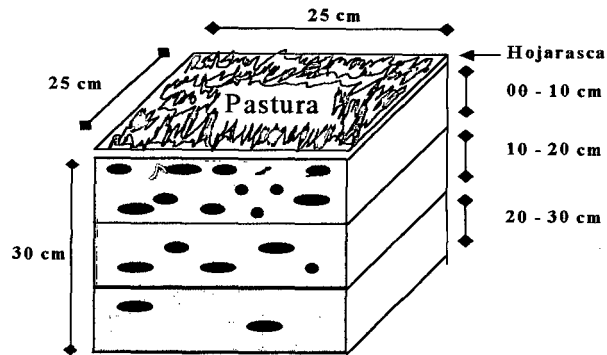


Fig. 2. Monolito de 25cm x 25cm x 30cm

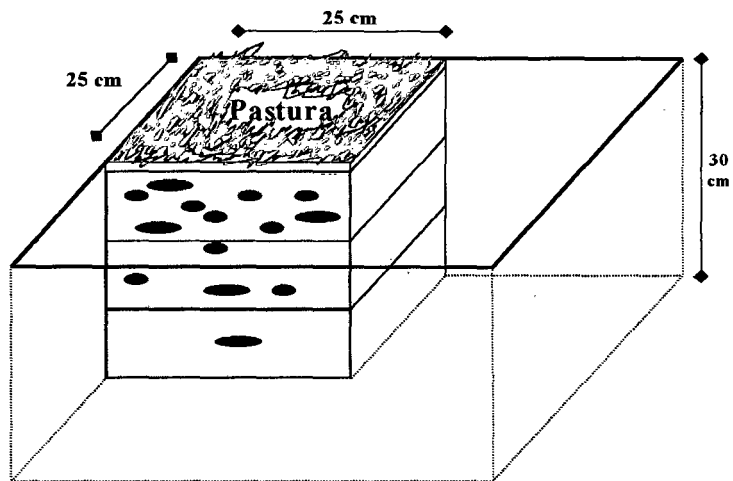


Fig. 3. Forma de obtener el monolito con el corte en ele (L) ó ele invertida (J)

3.4.2 Laboratorio. Aquí se procedió de la siguiente forma:
 (1) lavado de los organismos, (2) separación de estos

organismos en grupos, (3) observación e identificación, (4) pesado de los mismos, finalmente (5) conservación, para esto en lombrices se utilizó formaldehído al 5%; en los otros organismos (coleópteros, lepidópteros, diplópodos, chilópodos, hormigas, termitas, arácnidos) se utilizó alcohol al 70% .

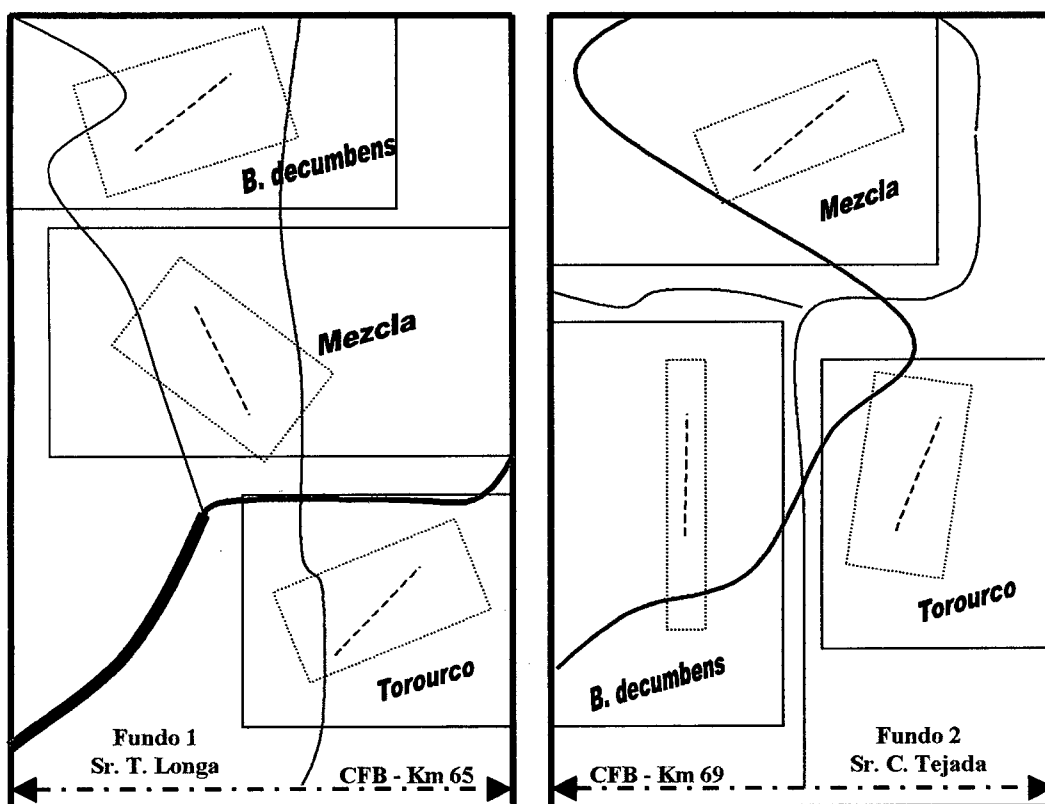
3.4.3 Análisis de la información. Los datos se acomodaron en un cuadro, para lo cual se tuvo en cuenta la unidad taxonómica, de acuerdo con el conocimiento de quien realiza el estudio, se consideró a aquel organismo determinado sistemáticamente **hasta** clase, orden, familia, género o especie. En cada sitio se relacionó la especie o especies de plantas (de cada tratamiento) que afectan el espacio muestreado. Los valores obtenidos para cada nivel del edafón se extrapolaron a 1 m², con lo cual se determinó la capa donde habita el mayor número de organismos, además permitió conocer su distribución espacial (categoría ecológica).

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Este **estudio** no tuvo diseño experimental. Los tres (03) tratamientos fueron distribuidos al azar en cada uno de los cuatro (04) fundos que se consideraron para la evaluación de la macrofauna del suelo (fig. 2). Los resultados

obtenidos en los tratamientos, se exponen en cuadros y figuras, las cuales muestran comparativamente en porcentajes cual de los tratamientos es el que presenta mayor número de individuos/m² y gramos de peso fresco/m² en el suelo.

3.5.1 Esquema de los tratamientos en los fundos. En la presente figura se muestra la distribución de los tratamientos dentro de los fundos; también se notan los caminos (~) y los riachuelos (~). En cada potrero evaluado se buscó un área representativa de una hectárea para hacer el transecto.



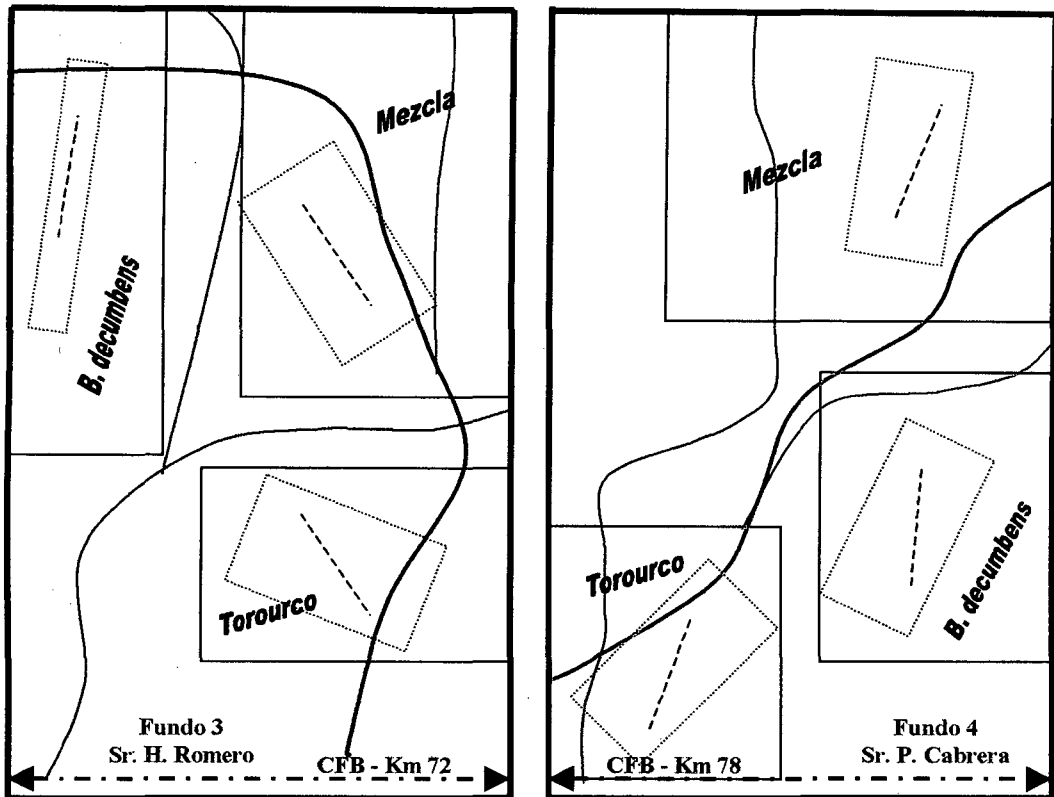


Fig. 4. Ubicación de los tratamientos en los fundos

3.5.2. Conversión de los resultados para su presentación.

Los datos de las muestras se suman, nivel por nivel y grupos taxonómicos por grupos taxonómicos, representativamente:

$$\sum_{i=1}^{10} M_i = M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_9 + M_{10} \quad \dots (1)$$

Luego, como en un transecto hay diez (10) muestras de 25cm x 25cm = 0,0625m² (que forma en total 0,625m²) y en 1m² hay dieciseis (16) muestras de las mismas dimensiones

(Ver Anexo 14), esta sumatoria multiplicaremos por el factor 1,6; así:

$$1,6 \left(\sum_{i=1}^{10} M_i \right) \dots (2)$$

El valor que dé como resultado de la expresión (2), en cada transecto, se interpreta como la cantidad de individuos que existen en $1m^2$. Solamente en el caso de la Biomasa, a este valor es necesario agregarle un 25% (FRAGOSO, C; 1987), porque existen pérdidas de peso desde el momento de obtenerlos del suelo hasta el momento de la identificación, es decir:

$$\text{Individuos}/m^2 = 1,6 \left(\sum_{i=1}^{10} M_i \right) \dots (3)$$

$$\text{Gramos}/m^2 = 1,6 \left(\sum_{i=1}^{10} M_i \right) + 0,25 \left[1,6 \left(\sum_{i=1}^{10} M_i \right) \right] \dots (4)$$

De esta manera los datos quedan listos para ser presentados y comparados en los cuadros.

3.6 DETALLE DEL AREA EXPERIMENTAL

3.6.1 Dimensiones del campo

- Area total = 12 ha
- Area neta del experimento (0.625×12) = 7,50 m^2

3.6.2 Dimensiones de los transectos

| | |
|------------------------------------|---------------------------|
| - Nro transectos por tratamientos | = 04 |
| - Nro transectos por repeticion | = 01 |
| - Largo del transecto | = 45 - 50m. |
| - Ancho del transecto | = 0,25m. |
| - Area del transecto | = 12,5m ² |
| - Area que se uso del transecto | = 0,625m ² |
| - Número de muestras por transecto | = 10 |
| - Largo de la muestra | = 0,25m. |
| - Ancho de la muestra | = 0,25m. |
| - Profundidad de la muestra | = 0,30m. |
| - Area de la muestra | = 0,0625m ² |
| - Volumen de la muestra | = 0,01875m ³ . |

IV. RESULTADOS

4.1 Densidad de Individuos. En el cuadro 5 y en la fig. 5 se pueden ver tres cosas: primero, el tratamiento mezcla destaca en ind/m² (61%); segundo, la mayor cantidad de individuos, en promedio, se concentra en la hojarasca (12%) y en la capa superficial 0-10cm (79,5%), en los otros estratos es aproximadamente 7,0% en la capa 10 - 20cm y 1,5% en la última capa (20 - 30cm); y tercero, los grupos de mayor presencia son lombrices, termitas, hormigas, miriápodos y algunos coleópteros.

Cuadro 5. Evaluación de la Macrofauna del suelo por Tratamientos y niveles de profundidad (individuos/ m²).

| Grupos o Unidades Taxonómicas | Tratamiento | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------|------------|------------|----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|-------------|-------------|-----------|
| | T 1 | | | | T 2 | | | | T 3 | | | |
| | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 |
| Lombrices | 0 | 127 | 6 | 0 | 1 | 219 | 12 | 12 | 1 | 576 | 28 | 9 |
| Termitas | 0 | 50 | 6 | 0 | 0 | 229 | 21 | 1 | 1 | 323 | 58 | 4 |
| Hormigas | 25 | 47 | 6 | 0 | 43 | 25 | 2 | 0 | 137 | 151 | 24 | 5 |
| Miriápodos | 2 | 4 | 1 | 0 | 14 | 18 | 2 | 0 | 19 | 38 | 1 | 1 |
| Arácnidos | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 5 | 3 | 1 | 2 |
| Coleópteros | 2 | 11 | 2 | 0 | 11 | 17 | 3 | 0 | 9 | 33 | 5 | 1 |
| Lepidópteros | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| Hemipteros | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 2 | 1 | 0 |
| Otros | 4 | 2 | 0 | 0 | 6 | 11 | 0 | 0 | 14 | 22 | 2 | 0 |
| SubTotal | 34 | 243 | 21 | 0 | 81 | 519 | 39 | 14 | 192 | 1142 | 119 | 20 |
| Total | | | 297 | | | | 653 | | | | 1472 | |

T1=Torourco; T2=B.decumbens y T3=Mezcla. /Fuente: Pashanasi (1997)

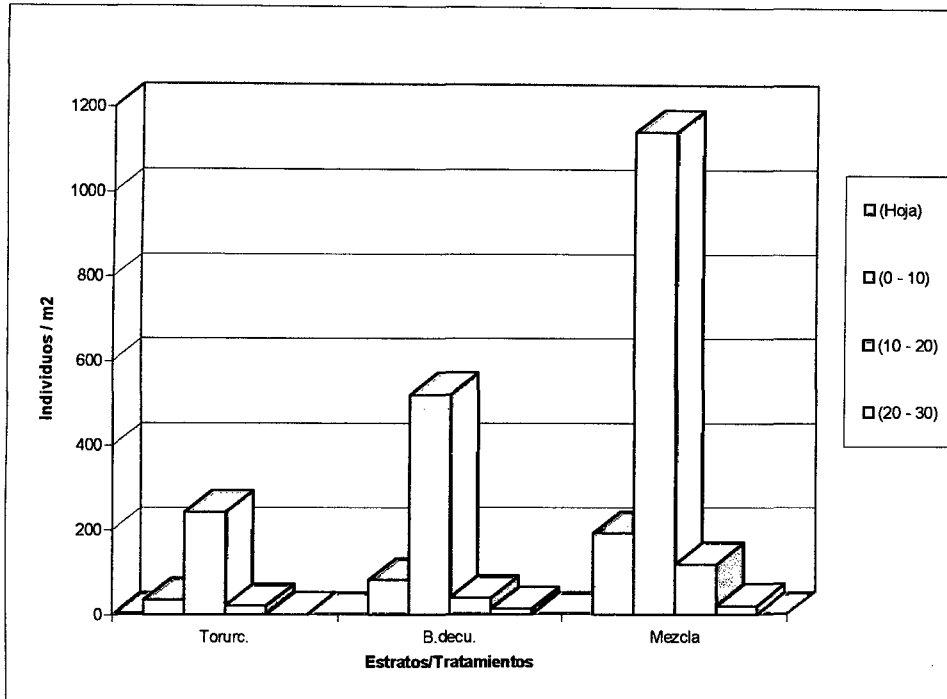


Fig. 5. Macrofauna de suelo por estratos en cada Tratamiento (ind/m²)

4.2 Densidad de Biomasa. Nótese en el cuadro 6 y en la fig. 6 tres cosas: primero, la mayor biomasa de la macrofauna lo encontramos en la Mezcla; segundo, la distribución de la biomasa es proporcional con respecto a los ind/m² en cualesquiera de los tratamientos; y, tercero, las lombrices presentan mayor biomasa frente a los otros individuos.

Cuadro 6. Evaluación de la Macrofauna del suelo por tratamientos y niveles de profundidad (gramos/ m²).

| Grupos o Unidades Taxonómicas | Tratamiento | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| | T 1 | | | | T 2 | | | | T 3 | | | |
| | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | Hoj. | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 |
| Lombrices | 0,00 | 23,50 | 2,38 | 0,00 | 0,00 | 54,33 | 3,35 | 0,25 | 0,68 | 152,05 | 6,83 | 1,08 |
| Termitas | 0,00 | 0,28 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 2,40 | 0,25 | 0,03 |
| Hormigas | 0,08 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,48 | 0,25 | 0,08 | 0,00 |
| Miriápodos | 0,03 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,53 | 0,63 | 0,03 | 0,00 | 1,25 | 1,33 | 0,03 | 0,00 |
| Arácnidos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,08 |
| Coleópteros | 0,00 | 0,65 | 0,20 | 0,00 | 0,23 | 0,45 | 0,80 | 0,00 | 0,23 | 1,80 | 0,18 | 0,03 |
| Lepidópteros | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,05 | 0,00 | 0,00 |
| Hemípteros | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,23 | 0,03 | 0,00 | 0,00 |
| Otros | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,28 | 1,53 | 0,00 | 0,00 | 0,93 | 1,15 | 0,15 | 0,00 |
| SubTotal | 0,13 | 24,70 | 2,63 | 0,00 | 1,40 | 57,73 | 4,23 | 0,25 | 3,90 | 159,15 | 7,48 | 1,20 |
| Total | 27,45 | | | | 63,58 | | | | 171,73 | | | |

T1=Torourco; T2=B.decumbens y T3=Mezcla. /Fuente: Pashanasi (1997)

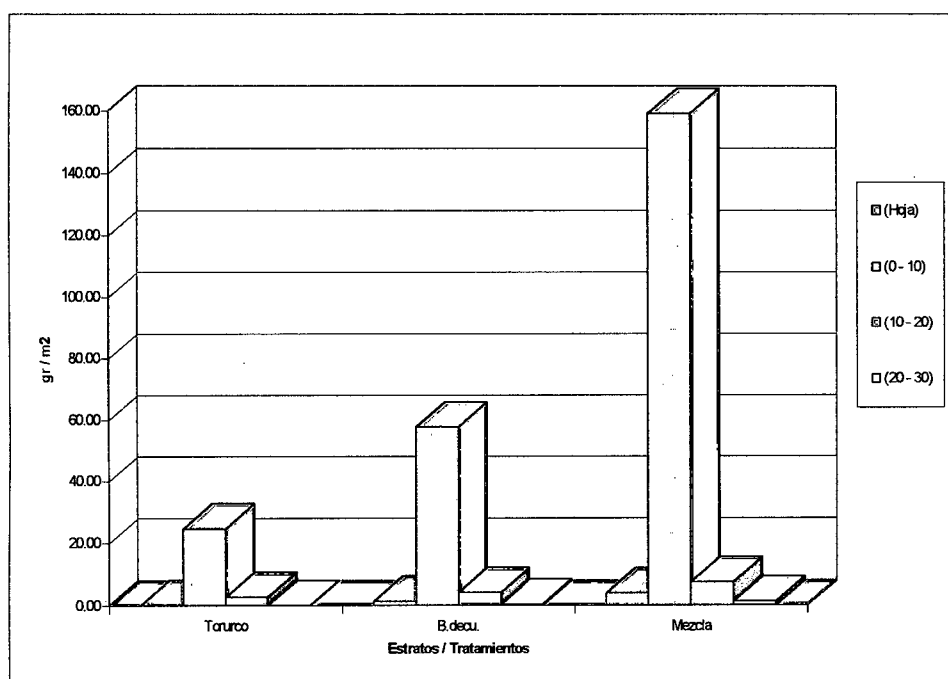


Fig. 6. Macrofauna de suelo por estratos en cada Tratamiento (gramos/m²)

V. DISCUSIONES

5.1 Densidad de individuos.

De acuerdo a los resultados obtenidos notamos que el tratamiento mezcla (gramínea/leguminosa) fue el que más sobresalió en cuanto a la Macrofauna del suelo, obteniéndose 1472 ind/m² y 171,73 g/m²; frente a los demás, donde se obtuvieron: 297 ind/m² y 27,45 g/m² para Torourco y, 653 ind/m² y 63,58 g/m² para *Brachiaria decumbens*. La ventaja, de la Mezcla, frente a los otros tratamientos podría deberse a la mayor cantidad de especies vegetales que en ella existen y por su buena cobertura de 99,75% con una biomasa aérea de 1665,50 kg materia seca/ha (Anexo 6) de esta forma la calidad de la materiales a ingerir (residuos vegetales, suelo) también fue mejor. Esta afirmación se sustenta con los resultados similares que fueron encontrados por PASHANASI, B. y LAVELLE, P. (1992); ARA GOMEZ, M. (1993); ALEGRE, J. (1995).

Aparentemente la mayor cantidad de macrofauna del suelo en la Mezcla, especialmente de lombrices, determina que la mayoría de las características del suelo sean mejores, tanto físicas (densidad aparente, resistencia a la penetración, sorptividad, porosidad) y químicas (pH, % de materia orgánica, % de saturación de aluminio) como se puede apreciar en el Anexo 7. Porque hace suponer que generan en su conjunto una mayor actividad en el suelo. Estos resultados son similares a los reportados por ALEGRE,

J. (1995) y PASHANÁSI, B. (1996).

Igualmente, los resultados revelan que en los dos primeros estratos (Hojarasca y capa 0-10cm) se concentra la mayor cantidad de individuos, no importando cual fuere el tratamiento (Ver cuadro 5 y Anexo 13). Esto se debería a que la mayor diversidad alimenticia (residuos vegetales y organismos pequeños que sirven de alimento a otros más grandes, etc.) está siempre en la capa superficial. Se sustenta con ANDERSON , J. M. (1993).

Las unidades taxonómicas de la macrofauna del suelo en pasturas (asociadas o nó) son pobres relativamente. Probablemente debido a que la diversidad vegetal también es pobre (cinco especies en la mezcla y una en los otros tratamientos), frente a un bosque en donde la diversidad de especies es mucho mayor (PASHANASI, B. y LAVELLE, P., 1992).

5.2 Densidad de biomasa.

En el tratamiento Mezcla encontramos la mayor biomasa de la macrofauna del suelo frente a los demás tratamientos, como consecuencia de que en ella se encuentra el mayor número de ind/m² y éstos disponen de mayor cantidad de materiales que ingerir para poder nutrirse ganando mayor peso. Esta afirmación se encuentra sustentado por PASHANASI (1993), quien encontró resultados similares de donde concluyó de dicha forma.

Igualmente, la distribución proporcional de la biomasa

en el suelo con respecto al número de ind/m² en cualquier tratamiento podría deberse a que las especies que existen en cada tratamiento tienen una relación estrecha con su peso, en su conjunto. Siendo sustentada esta afirmación por Lavelle (1992).

En cada tratamiento la mayor biomasa lo dan las lombrices y los miriápodos debido a su mayor tamaño frente a las otras especies y esto es importante ya que al terminar sus ciclo de vida forman parte de la materia orgánica del suelo. Esta afirmación la sustenta ANDERSON en 1993.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En base a las discusiones realizadas se concluye lo siguiente:

1. El tratamiento Mezcla (gramíneas/leguminosas) es el que más favoreció el desarrollo de la macrofauna del suelo, con 1472 individuos/m² y 171,73 gramos/m².
2. La mayor concentración de la Macrofauna del suelo está en los dos primeros estratos: hojarasca (12%) y capa 0-10cm (79,5%).
3. En pasturas los grupos taxonómicos de la macrofauna del suelo son pobres con respecto a un bosque primario; obteniéndose mayormente lombrices, termitas, hormigas, miriápodos y algunos coleópteros.
4. En conjunto los individuos muestran relación estrecha con su peso en cualesquiera de los tratamientos.

6.2 Recomendaciones

Según las conclusiones, se recomienda:

- 1) Establecer pasturas asociadas, del tipo gramínea/leguminosa.
- 2) En la metodología de muestreo, en cada transecto, se podría incluir seis (06) muestras más y tener los dieciseis (16) que hay en un metro cuadrado, en vez de

sólo diez (10).

- 3) Podría hacerse otra evaluación en la época seca de junio - agosto con el fin de ver la influencia de la humedad en general sobre la población de la macrofauna del suelo.

VII. RESUMEN

El presente estudio se ejecutó en suelos Ultisoles de la Región Ucayali, los cuales fueron disturbados por la actividad forestal, agricultura migratoria y ganadería extensiva, entre los meses de marzo a junio de 1997, en fundos ganaderos, ubicados en los márgenes de la carretera Pucallpa - Lima, con el objetivo de determinar en que tipo de pasturas se favorece el desarrollo de la **macrofauna del suelo**. Los tratamientos en estudio fueron pasturas de **T1:Torourco** (*Paspalum conjugatum* o *Axonopus compressus*), pasturas de **T2:Brachiaria decumbens** y pasturas de una **T3:Mezcla** de especies forrajeras (*Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura* entre las gramíneas y *Stilosanthes guianensis*, *Desmodium ovalifolium* y *Centrosema macrocarpum* entre las leguminosas). La variable evaluada en cada tratamiento fue la macrofauna del suelo en términos de densidad de individuos/m² y densidad de biomasa/m². No se utilizó un diseño experimental.

Los resultados obtenidos fueron: 297 ind/m² y 27,45 g/m² para Torourco; 653 ind/m² y 63,58 g/m² para *Brachiaria decumbens*; y, 1472 ind/m² y 171,73 g/m² en la Mezcla. Su distribución en el suelo fue de 12% en hojarasca, 79,5% en la capa 0-10cm, 7,0% en 10-20cm y 1,5% en la capa 20-30cm, lo cual está relacionado estrechamente con la distribución de su biomasa. Los grupos de mayor presencia son las lombrices, termitas, hormigas, miriápodos y algunos coleópteros.

Con los resultados llegamos a las siguientes conclusiones: 1)El tratamiento Mezcla (gramínea/leguminosa) es el que más favorece al desarrollo de la macrofauna de suelo; 2)La mayor concentración de la macrofauna del suelo

está en los dos primeros estratos: hojarasca (12%) y capa 0-10cm (79,5%); 3)En pasturas los grupos taxonómicos de la macrofauna del suelo son pobres; 4)En conjunto los individuos muestran relación estrecha con su peso en cualesquiera de los tratamientos.

Finalmente, se recomienda: 1)Sembrar pasturas asociadas (gramínea/leguminosa); 2)Aumentar a dieciseis (16) el número de muestras en el transecto; 3)Realizar otra evaluación en la época seca.

está en los dos primeros estratos: hojarasca (12%) y capa 0-10cm (79,5%); 3)En pasturas los grupos taxonómicos de la macrofauna del suelo son pobres; 4)En conjunto los individuos muestran relación estrecha con su peso en cualesquiera de los tratamientos.

Finalmente, se recomienda: 1)Sembrar pasturas asociadas (gramínea/leguminosa); 2)Aumentar a dieciseis (16) el número de muestras en el transecto; 3)Realizar otra evaluación en la época seca.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. AHN, P.M. 1993. Tropical Soils and Fertiliser Use.
Malasia, edit. Longman Scientific and Technical.
2. ALEGRE, J. 1995. Suelos tropicales. Kenia, ICRAF.
3. ANDERSON, JM. 1993. Tropical Soil Biology and
Fertility. A H
4. ANDERSON, JM. 1995. Tropical Soil Biology and
Fertility. A H
5. ARA GOMEZ, M. 1993. Relaciones Suelo - Planta - Animal
en el Ecosistema Amazónico. Inf. Téc. No ST-04.
Pucallpa, INIA.
6. BENEMAN, J.R. 1987. Nitrogen fixation in termites.
s.c., Science. Handbook of Methods. U.K., C.A.B.
Internacional.
7. BRADY, N.C. 1990. The Nature and Properties of Soils.
10 ed. New York, edit Macmillan Publishing
Company. Pag.253-277.
8. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985.

Insectos asociados con especies forrajeras en
América Tropical. Cali, CIAT.

9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985.

Pasturas Tropicales. Vol 15. Cali, CIAT.

10. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1985.

Pasturas Tropicales. Vol 18. Cali, CIAT.

11. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1995.

CIAT. Hillside Program. Annual Report 1994 -
1995. Cali, CIAT.

12. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1995.

Tropical Lowlands. Program, Annual Report 1994.
Cali, CIAT.

13. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1996.

Tropical Lowlands. Program, Annual Report 1995.
Cali, CIAT.

14. FITZPATRICK, E.A. 1985. Soils: Their formation,

classification and distribution. Hong Kong, edit.
Longman Scientific and Technical. pag 43-45.

15. HESSE, P.R. 1988. The soils of termite mounds. s.c.,

Agric Forest.

- 16.LASCANO, C.E and SPAIN, J.M 1991. Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Sexta reunión del comité asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, CIAT (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL).
- 17.LEE, K.E. 1985. Earthworms, Their Ecology and Relationships with Soils and Land Use. New York, Academic Press.
- 18.LEE, K.E. and WOOD, T.G. 1989. Termites and soils. London and New York, Academic Press.
- 19.MACFADYEN, A. et al. 1986. Soils Organisms. Amsterdam (Holland), Public Co.
- 20.MONGI, H.O. and HUXLEY, P.A. 1989. Soils Research in Agroforestry. Nairobi-Kenia, se. Pag. 271-295.
- 21.OCEANO. 1997. SMART, DICCIONARIO ESPAÑOL-INGLES ENGLISH-SPANISH. España, OCEANO (grupo editorial).
- 22.REY, L. 1982. Animales útiles. Madrid, ed. Cultural

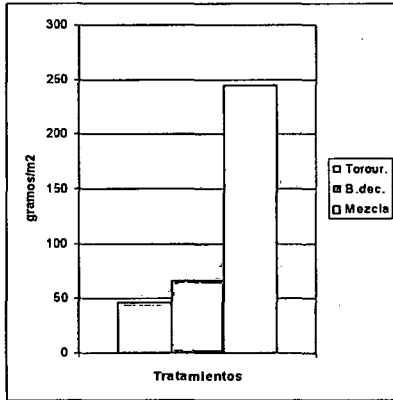
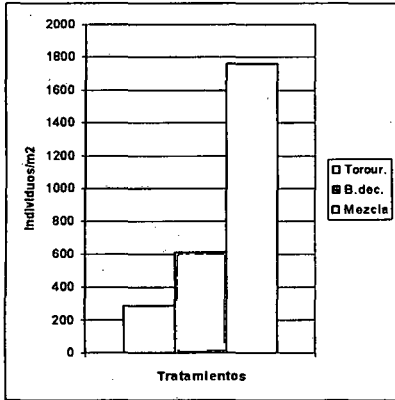
Centroamericana S.A.

23.RIGHI, G. 1993. Entomología Práctica. España, edit.

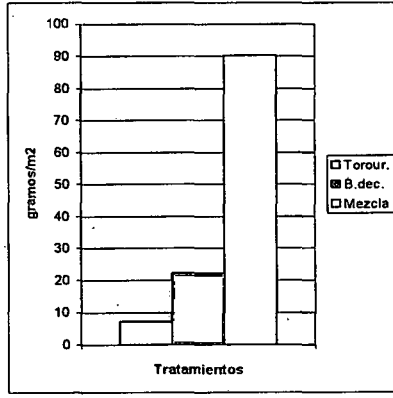
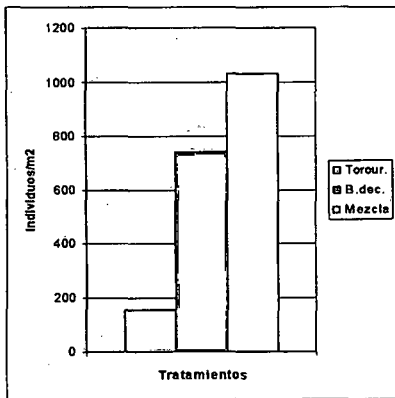
ALHAMBRA.

24.WOOMER, P. L and SWIFT, M. J. 1994. The Biological
Management of Tropical Soil Fertility. Hong Kong,
edit. Colorcraft Ltd.

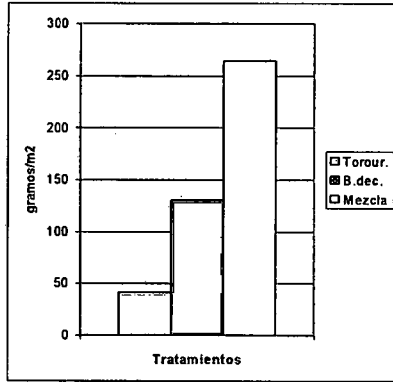
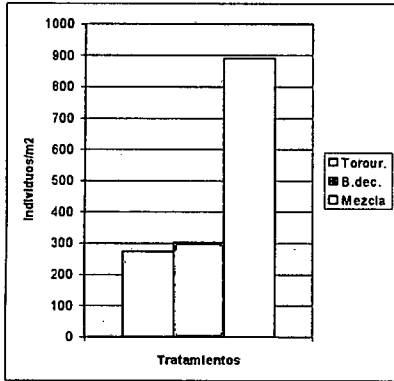
A N E X O S



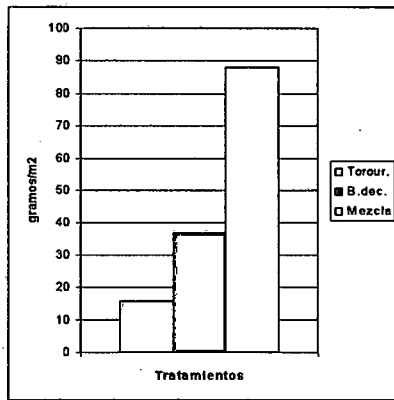
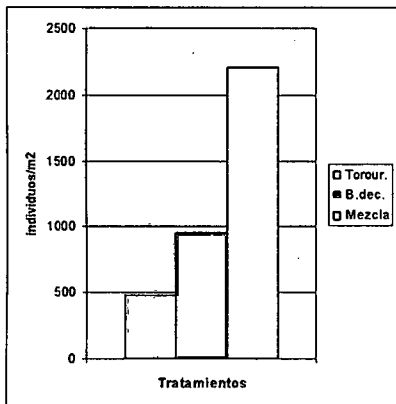
Anexo 1. Macrofauna de suelo en el Fundo 1



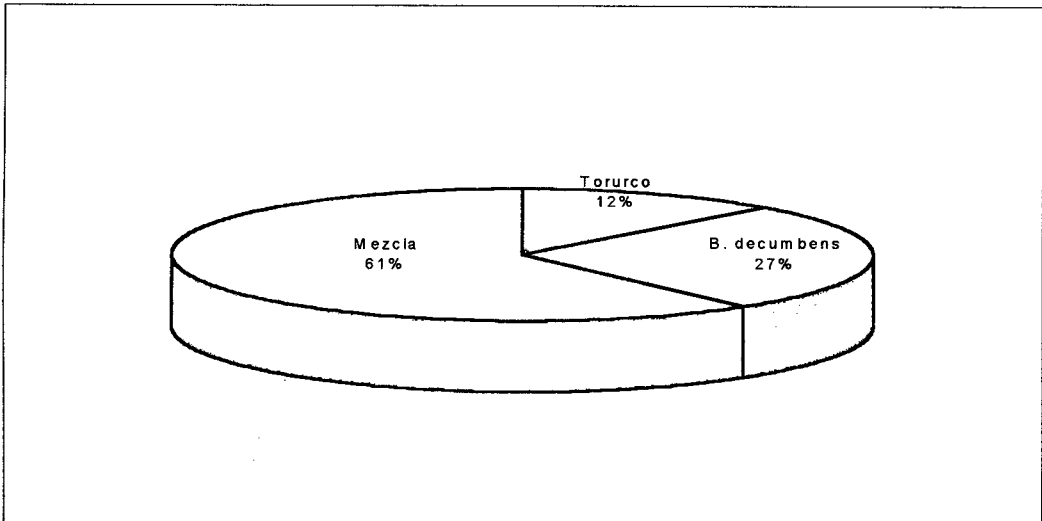
Anexo 2. Macrofauna de suelo en el Fundo 2



Anexo 3. Macrofauna de suelo en en Fundo 3



Anexo 4. Macrofauna de suelo en el Fundo 4



Anexo 5. Macrofauna de suelo por tratamientos (ind/m²)

Anexo 6. Evaluación botánica de los tratamientos.

| Parámetro / Indicador | Tratamientos | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|
| | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | |
| Altura promedio (cm) | 24,25 | 34,50 | 35,25 | |
| Materia seca (kg/ha) | 1262,75 | 1497,25 | 1965,50 | |
| Cobertura total (%) | 100,00 | 98,25 | 99,75 | |
| Cobertura de gramíneas (%) | N1 | 89,00 | 0,00 | 0,00 |
| | A1 | 0,00 | 87,25 | 23,75 |
| | A2 | 0,00 | 0,00 | 11,50 |
| Cobertura de Leguminosas (%) | B | 0,00 | 0,00 | 16,00 |
| | C | 0,00 | 0,00 | 12,75 |
| | D | 0,00 | 0,00 | 13,50 |
| | P | 0,00 | 1,25 | 0,50 |
| Cobertura de Otras Leguminosas (%) | K | 0,00 | 2,50 | 7,00 |
| | Ca | 1,00 | 0,00 | 0,00 |
| Cobertura de Malezas (%) | H | 6,50 | 4,00 | 8,50 |
| | I | 3,50 | 3,25 | 6,25 |
| | Tot | 10,00 | 7,25 | 14,75 |
| Tipo de Malezas (0=No; 1=Si) | a | 1 | 1 | 1 |
| | b | 1 | 1 | 0 |
| | c | 1 | 1 | 0 |
| | d | 1 | 0 | 0 |
| | e | 0 | 0 | 0 |
| | f | 1 | 1 | 0 |
| | g | 1 | 0 | 0 |

Descripción:

N1: Torourco (*Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Homoleptus aturensis*)

A1: Braquiaria (*Brachiaria decumbens*)

A2: Braquiaria (*Brachiaria dictyoneura*)

B: Stylo (*Stylosanthes guianensis*)

C: Centrosema (*Centrosema macrocarpum*)

D: Desmodio (*Desmodium ovalifolium*)

P: Araquis (*Arachis pintoii*)

K: Kudzu (*Pueraria phaseoloides*)

Ca: Calopogonio (*Calopogonium muscioides*)

H: Maleza de hoja ancha

I: Maleza de hoja angosta

a) Arrocillo (*Rottboellia exaltata*)

b) Remolino (*Paspalum virgatum*)

c) Matapasto (*Pseudoelephantopus spicatus*)

d) Sensitiva (*Mimosa pudica*)

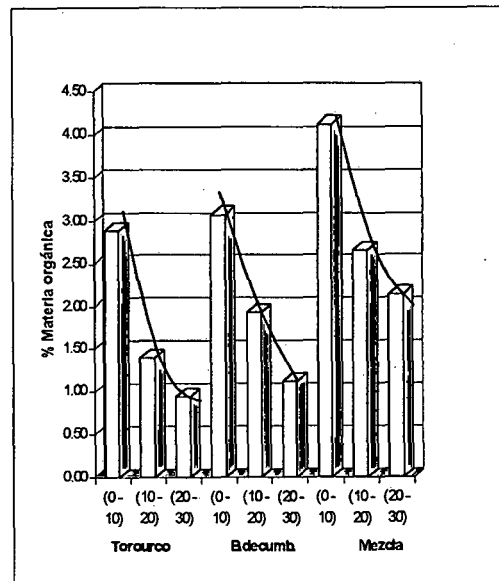
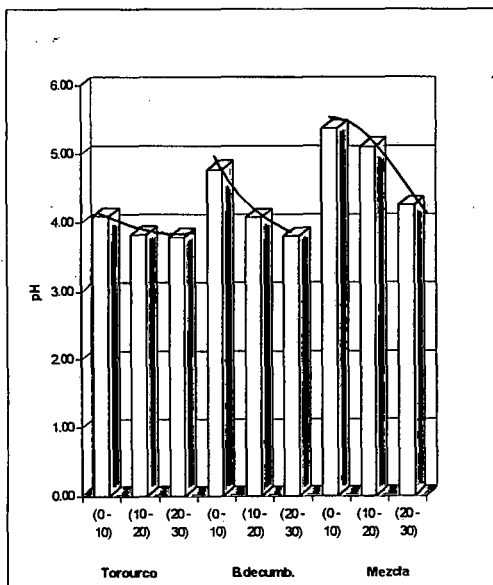
e) Sachahuaca (*Baccharis floribunda*)

f) Sachayute (*Urena lobata*)

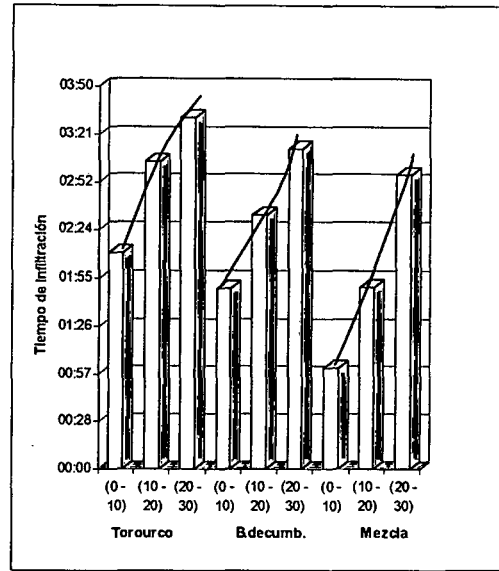
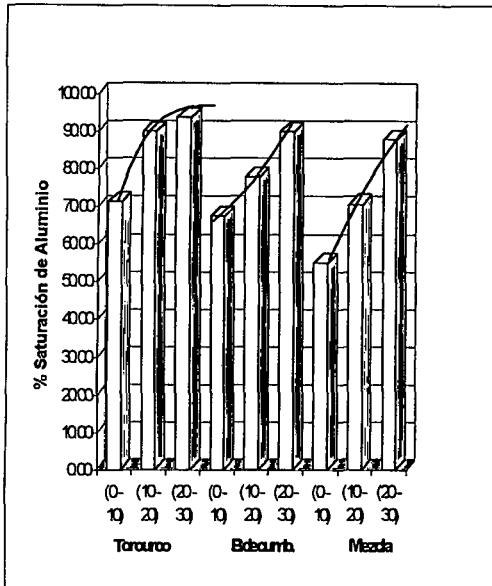
g) Sinchipichana (*Sida acuta*)

Anexo 7. Evaluación de algunas propiedades químicas y físicas de los tres niveles del suelo de cada tratamiento.

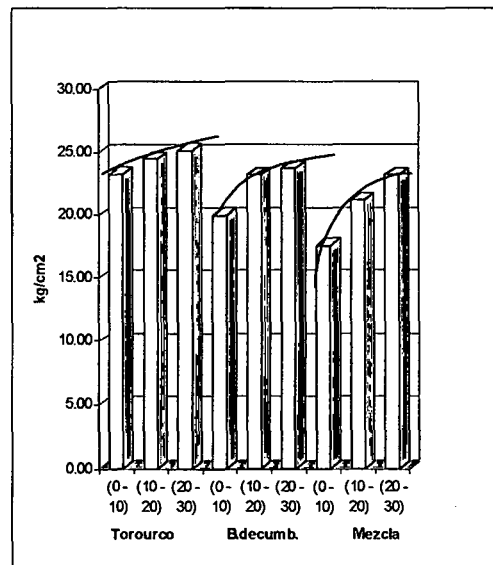
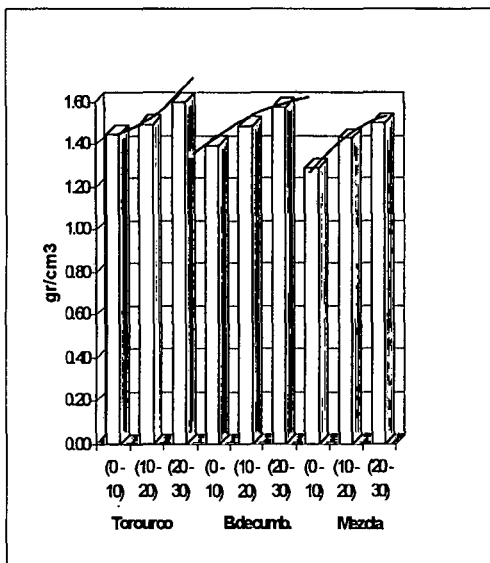
| Parámetro / Indicador | Tratamientos | | | | | | | | |
|---|--------------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | Torour. | | | Bdec. | | | Mezcla | | |
| | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 | 0 - 10 | 10 - 20 | 20 - 30 |
| Acidez de suelo (pH) | 4,09 | 3,83 | 3,79 | 4,78 | 4,08 | 3,81 | 5,38 | 5,12 | 4,25 |
| Materia Orgánica (%) | 2,88 | 1,39 | 0,94 | 3,07 | 1,93 | 1,11 | 4,12 | 2,65 | 2,14 |
| Saturación de aluminio (%) | 71,03 | 89,84 | 93,58 | 67,38 | 77,78 | 89,73 | 54,93 | 70,58 | 87,76 |
| Sorptividad (min : seg) | 2:09 | 3:05 | 3:31 | 1:49 | 2:32 | 3:13 | 1:01 | 1:49 | 2:57 |
| Densidad aparente (gr/cm ³) | 1,45 | 1,50 | 1,60 | 1,40 | 1,49 | 1,58 | 1,29 | 1,43 | 1,50 |
| Impedancia mecánica (kg/cm ²) | 23,20 | 24,40 | 25,09 | 19,96 | 23,14 | 23,65 | 17,54 | 21,13 | 23,15 |
| Porosidad (%) | 14,88 | 7,55 | 4,81 | 21,65 | 10,01 | 8,01 | 34,60 | 18,43 | 12,49 |



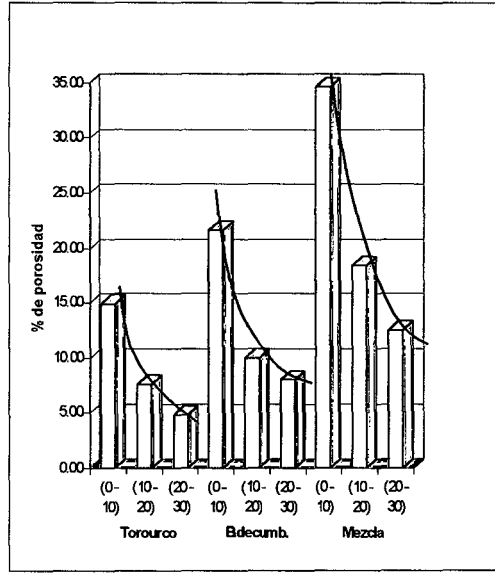
Anexo 8. Acidez de suelo y materia orgánica (promedio de los cuatro fundos evaluados)



Anexo 9. Saturación de aluminio y sorptividad (promedio de los cuatro fondos evaluados)



Anexo 10. Densidad aparente y resistencia a la penetración (promedio de los cuatro fondos evaluados)



Anexo 11. Porosidad (promedio de los cuatro fondos evaluados)

**Anexo 12. Unidades taxonómicas de la Macrofauna del suelo
que se pueden obtener en las pasturas**

1. Lombrices:
 - a. Glossoscolecidae (gen: *Martiodrilus*; *Glossodrilus*; *Onoreodrilus*; *Periscolex*; *Thamnodrilus*; *Pontoscolex*)
 - b. Megascolecidae (gen: *Amyntas*)
 - c. Octochaetidae (gen: *Dichogaster*)
 - d. Lumbricidae (gen: *Dendrobaena*)

2. Myriápodos:
 - a. Chilopoda (fam: Geophyllidae; Scolopendridae)
 - b. Diplopoda (fam: Glomeridae; Iulidae; Polydesmidae; Sporobolidae)

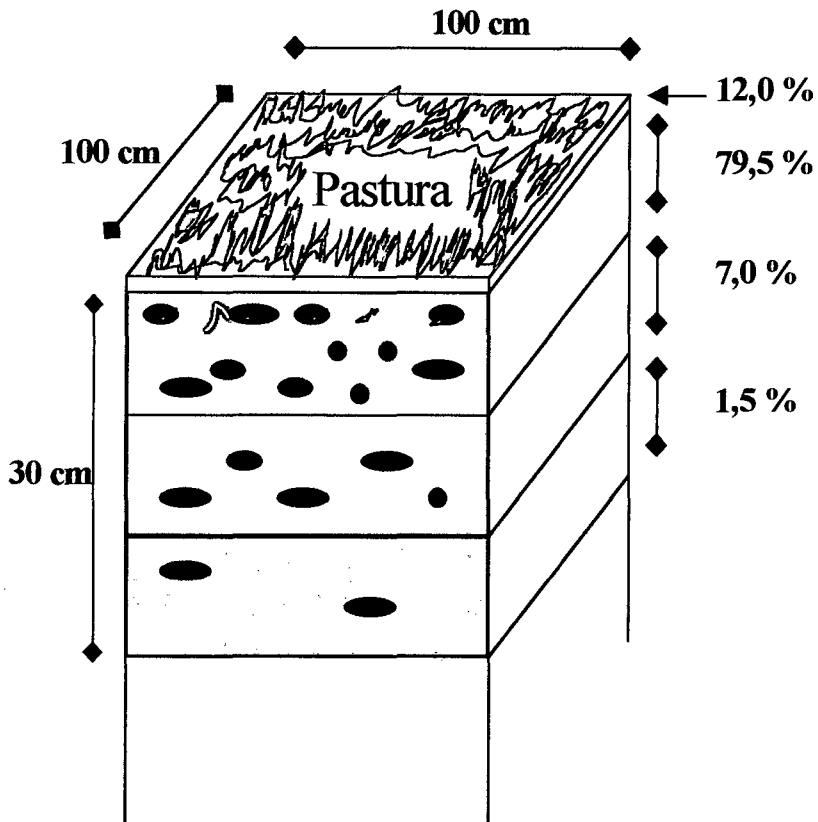
3. Arácnidos:
 - a. Araneidae (gen: *Mygale*)
 - b. Apilionidae
 - c. Palpigrada
 - d. Pseudoescorpionida
 - e. Escorpionida

4. Orthópteros:
 - a. Gryllotalpidae
 - b. Gryllidae

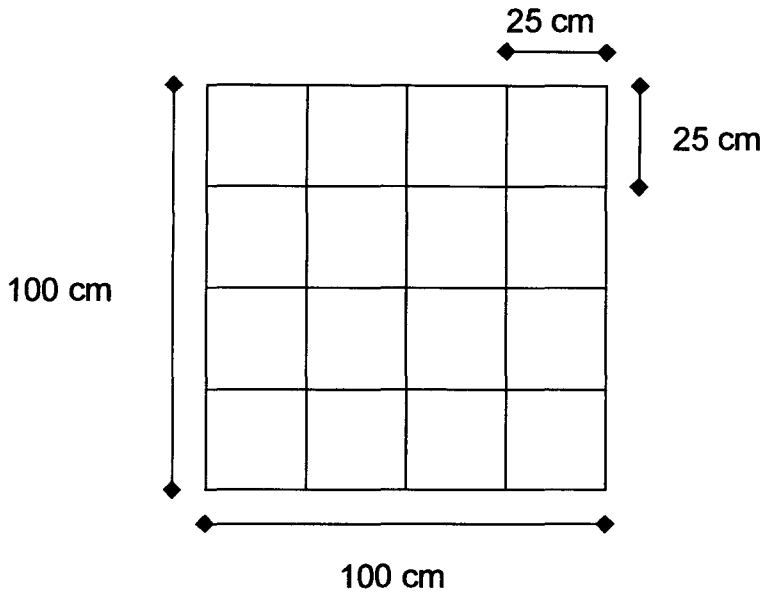
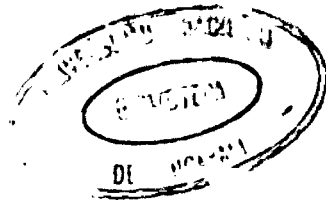
5. Coleópteros:
 - a. Staphylinidae
 - b. Elateridae
 - c. Tenebrenidae
 - d. Scarabaeidae (gen: *Cyclocephala*; *Phyllophaga*; *Eutheola*; *Oxisternom*)
 - e. Carabidae (gen: *Celleida*; *Celenophorus*)
 - f. Chrisomelidae (gen: *Diabrotica*; *Glyptoscelis*; *Chaectonema*)
 - g. Pselaphidae
 - h. Coccinellidae (gen: *Hyperaspis*)
 - i. Phalacridae (gen: *Stilbus*)
 - j. Melolonthidae (gen: *Dichotomius*; *Veturius*; *Heterogomphus*)
 - k. Lampyridae
 - l. Scaphidiidae
 - m. Curculionidae
 - n. Ptilodactylidae
 - o. Nitidulidae

6. Lepidópteros:
 - a. Noctuidae (gen: *Mocis*; *Spodoptera*)

- b. Pyralidae (gen: *Diatraea*; *Elasmopalpus*)
 - c. HesperIIDae (gen: *Urbanus*)
7. Hormigas (Hymenópteros)
- a. Formicidae (gen: *Atta*; *Acromyrmex*; *Componotus*; *Ectatomma*)
 - b. Bethylidae
8. Chinchas (Hemípteros)
- a. Reduviidae (gen: *Daldina*; *Oebalus*)
 - b. Pentatomidae (gen: *Euschistus*; *Oebalus*; *Banasa*; *Edessa*; *Mormidea*; *Nezara*; *Thyanta*)
9. Termitas (Isópteros)
10. Cucarachas (Dictyópteras)
- Blattaria (gen: *Blatta*)
11. Cigarras (Homópteros)
- a) Cicadellidae (gen: *Acinopterus*; *Agallia*; *Draeculacephala*; *Empoasca*; *Graminella*; *Hortensia*)
 - b) Margarodidae (gen: *Icerya*)
 - c) Membracidae (gen: *Umbonia*)
12. Caracoles (Gasterópodos)
13. Isópodos



Anexo 13. Distribución espacial de la Macrofauna del suelo que se pueden obtener en 1 m² en pasturas



Anexo 14. Número de muestras de 25cm x 25cm que existen en 1 m²