



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO  
DE LA EDOFAUNA EN LA ESTACION  
MARIO AVILA, CHAPINGO, MEXICO

T E S I S

Que para obtener el titulo de

B I O L O G O

P r e s e n t a

*Brigida Evangelina Bautista*

**FALLA DE ORIGEN**

México, D. F.

Agosto 1990



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	PÁGINA
LISTA DE CUADROS . . . . .	iii
LISTA DE GRAFICAS . . . . .	iv
RESUMEN . . . . .	v
I. INTRODUCCION. . . . .	1
1. Definición de suelo . . . . .	1
2. Factores que intervienen en la formación del suelo . . . . .	2
2.1 Clima . . . . .	2
2.2 Topografía. . . . .	2
2.3 Material parental . . . . .	3
2.4 Tiempo. . . . .	3
2.5 Organismos. . . . .	3
3. Características del suelo. . . . .	4
3.1 Características físicas . . . . .	4
3.2 Características químicas. . . . .	5
3.3 Características biológicas. . . . .	6
II. OBJETIVOS . . . . .	22

	PÁGINA
III, HIPOTESIS . . . . .	23
IV. JUSTIFICACION DEL TRABAJO . . . . .	24
V. MATERIALES Y METODOS. . . . .	26
1. Definición de la zona de estudio . . . . .	26
1.1 Orografía . . . . .	27
1.2 Hidrografía . . . . .	27
1.3 Suelos . . . . .	28
1.4 Clima . . . . .	29
1.5 Vegetación. . . . .	30
1.6 Ubicación de las zonas de muestreo . . . . .	31
1.7 Análisis físico-químicos realizados en las muestras . . . . .	32
VI. RESULTADOS . . . . .	34
1. Primer muestreo . . . . .	34
2. Segundo muestreo . . . . .	36
3. Tercer muestreo . . . . .	38
4. Cuarto muestreo . . . . .	39
VII. DISCUSION . . . . .	54
VIII. CONCLUSION . . . . .	64
IX. BIBLIOGRAFIA . . . . .	66

## LISTA DE CUADROS

NUMERO		PAGINA
1	Primer muestreo (inicio temporada lluvias) 1-VI-87. . . . .	41
2	Segundo muestreo (mitad temporada lluvias) 20-VIII-87. . . . .	42
3	Tercer muestreo (final temporada lluvias) 12-XI-87 . . . . .	43
4	Cuarto muestreo (estiaje: 20-V-88. . . . .	44

## LISTA DE GRAFICAS

NUMERO		PAGINA
1	Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	46
2	Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	47
3	Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	48
4	Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	49
5	Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	50
6	Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	51
7	Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	52
8	Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos . . . . .	53

## RESUMEN

En nuestro país, uno de los principales problemas en la agricultura son las zonas tepetatosas, que son características de regiones áridas y semiáridas, así como también producto de la desertificación de áreas con un inadecuado manejo agrícola.

La capa o extracto duro e impermeable formado por el tepetate impide la penetración de raíces de árboles y cultivos. En zonas donde aflora el tepetate escasamente prosperan algunas especies silvestres de gramíneas, y sólo el pirú (*Schinus molle*) y el eucalipto (*Eucalyptus* sp) constituyen unas de las pocas especies arbóreas que han logrado desarrollarse sin aparente limitación (Valdez, 1970).

Actualmente se están desarrollando diferentes prácticas culturales para la incorporación de estas zonas a la agricultura (Valdez, 1970), entre las que han tenido más posibilidades se reportan:

- a) Reforestación con especies arbóreas como *Eucalyptus* sp que ha dado buenos resultados para las zonas muy erosionadas y con pendiente muy pronunciada.

- b) La meteorización de tepetates mediante el aumento de humedad del suelo, siempre que esto sea posible.
- c) Labranzas profundas que ayudan a la fragmentación del tepetate.
- d) Incrementar el aporte e incorporación de materia orgánica que favorezcan las condiciones de una mayor actividad microbiológica.

Debe lograrse una optimización entre las técnicas antes mencionadas por medio de un estudio integral de los componentes del suelo y las características físicas, químicas y biológicas para entender el papel que juegan la vegetación y la fauna con el fin de ayudar al enriquecimiento de un suelo.

Los organismos del suelo desempeñan un papel muy importante pero pocas veces estudiado, aparte de las raíces de las plantas superiores, el suelo está habitado por una amplia variedad de vida animal y vegetal. Sin embargo, a excepción de algunos hongos y bacterias casi no existen estudios de los demás tipos de organismos que habitan en un suelo (Burgess, 1971), a pesar de que existe una gran variedad de ellos que pueden influir directamente sobre las características físico-químicas del suelo ya sea por su hábito excavador como las lombrices de tierra, hormigas, etc., por su tipo de alimentación como escarabajos, babosas, etc., o por la contribución de sus cadáveres y excrementos, se puede encontrar una amplia gama de grupos taxonómicos en la fauna del suelo, que incluye desde protozoarios hasta algunos cordados.



Por lo antes descrito se eligió para este trabajo la Estación Experimental de Chapingo "Mario Avila", siendo una zona que presenta áreas con diferentes estados de recuperación.

Tomando en cuenta la temporada de lluvias y la duración del estiaje se realizaron cuatro muestreos para establecer si existe relación entre las características físico-químicas y los organismos que ahí se desarrollan, ya que la acción de la fauna puede ayudar a la recuperación de zonas degradadas como son las tepetatosas, ya que su diversidad de hábitos puede ayudar a las técnicas de labranza que en esos sitios son realizados por el hombre.

Por lo expuesto anteriormente se considera que es de gran utilidad poder realizar este tipo de trabajos.



## I. INTRODUCCION

### 1. Definición del Suelo

Es la parte superficial de la corteza terrestre que ha estado sujeta a intemperismo, cuyos límites laterales son las nieves eternas, los océanos y lagos, cuyo límite inferior son los materiales no intemperizados y que soportan plantas (Jenny, 1941), quien propuso los cinco factores que controlan el desarrollo de los suelos con la siguiente fórmula:

$$S = f(\text{cl, r, m, t, o})$$

Donde:

cl = clima.

r = topografía

m = material madre o parental

t = tiempo

o = organismos o biota

Todos estos factores actúan en un período de tiempo originando el producto suelo; cuya naturaleza puede cambiar de acuerdo al material del

cual fue derivado en muchas propiedades y características físicas, químicas, biológicas y morfológicas.

## 2. Factores Que Intervienen en la Formación del Suelo

### 2.1 Clima (cl)

Este factor depende a su vez de dos componentes que son lluvia y temperatura de los cuales están directamente relacionados con la intemperización del suelo y la naturaleza de la vegetación. La temperatura se ve afectada por el color del suelo absorbiendo más calor los suelos de color oscuro. Los cambios de temperatura son más fuertes en la superficie y se incrementa cuando el suelo se encuentra al descubierto.

### 2.2 Topografía o relieve (r)

Las propiedades del suelo más relacionadas con el relieve son:

Profundidad del suelo.

Grosor y contenido de materia orgánica.

Régimen de humedad del perfil.

Grado de diferenciación de los horizontes.

Reacción (pH del suelo).

Clases y grados de desarrollo del suelo.

Temperatura.

Carácter del material parental.

### 2.3 Material madre o parental (m)

Es el material original de donde se desarrolla el suelo y puede ser de naturaleza mineral u orgánico.

No se puede especificar que los factores en la formación del suelo, unos sean más importantes que otros; sin embargo en determinados lugares el material madre puede ser predominante.

En general un suelo se desarrolla como entidades definidas donde han intervenido procesos destructivos y constructivos del material madre. Algunas características del material madre son impartidas a los suelos en desarrollo, las cuales se pueden reflejar en la rapidez con que se desarrollan, textura, contenido de nutrientes o niveles de fertilidad

### 2.4 Tiempo (t)

Se refiere al tiempo que se necesita para que se forme un suelo de este período de tiempo van a depender los otros factores.

### 2.5 Organismos o biota (o)

La materia orgánica del suelo deriva de las raíces, residuos de plantas y organismos vivos y muertos. En este concepto se incluyen a las plantas y animales tanto macro como microscópicos que influyen en la formación del suelo. La descomposición de raíces dejan huecos que

permiten el paso del agua y gases del suelo; los residuos orgánicos reducen también la pérdida del suelo por erosión eólica, bajan la temperatura del suelo en verano y lo conservan caliente en invierno, las pérdidas de agua por evaporaciones son menores cuando existen cubiertas de residuos orgánicos.

### 3. Características del Suelo

Dentro de la dinámica de los componentes del suelo podemos considerar a las características físicas, químicas o biológicas como las de mayor importancia para la agricultura.

#### 3.1 Características físicas

El conocimiento de las propiedades físicas del suelo permiten un mejor manejo de las principales prácticas agrícolas, como el laboreo, fertilización, irrigación, el drenaje, la conservación del agua y el suelo, etc., desarrollándose con esto un ambiente físico favorable para el crecimiento del cultivo.

El suelo como sistema físico puede ser descrito en términos de propiedades tales como el tamaño de partículas, densidad aparente, porosidad, contenido de humedad, temperatura y resistencia a la penetración radical.

Es bien conocido que las propiedades físicas en el crecimiento de las plantas a través de sus efectos en la humedad, aireación,

temperatura y penetración de raíces (González y Cavande, 1969). La presencia de arcillas es de gran importancia para las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

La textura de un suelo se refiere al % relativo de los diámetros de arena, limo y arcilla presentes en él, su importancia radica en la relación tan estrecha que existe entre el área superficial, la cual a su vez está considerada con el intercambio iónico, capacidad de retención de humedad de tal forma que los suelos arenosos poseen buen drenaje y aireación, aunque poca retención de humedad, por lo tanto son suelos de fácil manejo en la labranza.

Se considera que las porciones más activas del suelo son las que están en estado coloidal y éstos pueden ser inorgánicos como las arcillas y orgánicos como el humus. De lo anterior se deduce que las propiedades del suelo van a estar controladas por la arcilla y el humus (Buckman H. O., 1974).

### 3.2 Características químicas

Las características del suelo cambian con la clase y proporción de iones intercambiables presentes. En suelos normales los cationes intercambiables exceden en su mayoría a los cationes solubles.

Los suelos difieren de la cantidad de cationes absorbidos que ellos contienen por unidad de peso, así entre más alto sea el contenido de arcilla y humus mayor será la capacidad de intercambio.

El agua es uno de los componentes más variables del suelo, ésta constituye la fase líquida indispensable para que se lleven a cabo los fenómenos de desintegración y descomposición química; los diferentes suelos presentan diferentes capacidades para la retención del agua.

En un suelo también hay necesidad de oxígeno que circule de la atmósfera al suelo, el cual es indispensable para la respiración de las raíces así como de los microbios que viven en la rizosfera. El requerimiento es entonces un rápido intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera dicho requerimiento se realiza cuando el suelo posee poros abiertos de tamaño grande por los cuales los gases circulen libremente.

Todo suelo tiene la capacidad de reaccionar dependiendo de su carácter ácido, básico o neutro que según las condiciones de formación y evolución presentan. Este carácter puede ser evaluado con la medición del pH o sea determinando la actividad iónica del ion H en una suspensión del suelo en agua o en electrolitos débiles (Fassbender H. W., 1975). De tal forma que las características físicas, químicas y biológicas están directamente influenciadas por esta reacción del suelo.

### 3.3 Características biológicas, organismos del suelo

Protozoarios. El estudio de este grupo de organismos se ha efectuado determinando la naturaleza y su relación con las diferentes condiciones edáficas. La fauna protozoológica del suelo puede compararse

considerando el número total de especies presentes, las especies dominantes o más numerosas o la distribución de las especies de presencia muy limitada. Los protozoos frecuentemente tienen una distribución limitada en el perfil del suelo. La distribución parece estar relacionada con los poros y la película de agua, resistencia del organismo a la desecación, en el caso de los Testáceos están restringidos a niveles orgánicos.

Los protozoos flagelados y maboides son las poblaciones que se obtienen con mayor facilidad y las más abundantes en la mayoría de los suelos, ya que una gran cantidad de individuos de una población puede estar enquistada.

Biología de los Protozoarios Edíficos. Este grupo tiene como característica principal la formación de quistes, lo que les da resistencia a la desecación, estos quistes van a variar de espesor y estructura dependiendo del grupo al que se hace referencia.

Con respecto a la fisiología de los protozoarios, se reporta que la actividad del organismo depende de la estructura física del suelo. La actividad respiratoria va a estar sujeta a la cantidad de alimento disponible (Rich, 1948). El grado de humedad es posiblemente el factor más selectivo del medio edáfico al que los protozoos deben de estar adaptados; sin embargo existen pocas pruebas del efecto de los cambios del contenido de humedad del suelo sobre los protozoos.

El metabolismo de los protozoos se describe a los 10°C, 100



temperaturas mayores a éstas son nocivas causando en algunos casos la muerte de los organismos. Los quistes pueden soportar mayores temperaturas (Stout, 1955). Con respecto a la variación del pH entre los diferentes tipos de suelo; los pocos datos existentes al respecto reportan que los protozoos tienen una tolerancia limitada a las variaciones del pH (Kuhnelt, 1963) reporta que la distribución de los Testáceos en hojas muertas estaba relacionada con el pH.

Relación de los protozoos con la micro y macrofauna. Tanto Rotíferos, Nemátodos, Copepodos, Oligoquetos, etc., se cree que incluyen a los protozoarios en su dieta (Miles, 1963) observó que la población del gusano de tierra *Eisenia fetida* es mínima en el suelo esterilizado de protozoos, sin embargo dicha población aumenta cuando se añaden protozoarios al suelo, de lo anterior se dedujo que los protozoarios constituyen una parte esencial de la dieta de estos organismos.

Nemátodos. El estudio de los animales pertenecientes a este grupo que viven en el suelo y en los vegetales se ha desarrollado ampliamente en los últimos 20 años, así como el incremento de especialistas dedicados al estudio de las formas parásitas de los vegetales. Se han descrito especies nuevas en todo el mundo, se han llegado a conocer numerosos ciclos biológicos, así como detalles de los nemátodos edáficos, marinos, zooparásitos. Los nemátodos han poblado con éxito casi todos los hábitats, hay aproximadamente 10,000 especies, sin embargo, de este número unas 2,000 son edáficas.

El microhábitat de los nemátodos del suelo consiste principalmente

de el sistema de canales y poros del suelo y de las películas de agua presentes en el mismo; los nemátodos son por lo tanto miembros típicos de la fauna intersticial del suelo.

La observación directa de los nemátodos es casi imposible. Indudablemente la humedad del suelo influye en la supervivencia y distribución de estos animales aunque ha sido poco estudiada.

La actividad de los nemátodos afecta a los demás organismos del suelo, ya que su alimentación depende de la microflora, microfauna y plantas superiores. Dentro de los nemátodos parásitos están considerados como los más importantes los que se alimentan de las plantas superiores en aquellos hábitats con vegetación densa. Su importancia ecológica de aquéllos que se alimentan de microbios está relacionada con la actividad microbiana por la acción depredadora que ejerce sobre la microflora. Los nemátodos no pueden participar directamente en la descomposición de la materia que procede de las plantas muertas ni puede afectar en forma significativa las propiedades mecánicas o físicas del suelo. Burges y Raw (1971) reportan que existe poca información sobre la ecología de los nemátodos.

Anélidos. Este grupo de organismos comprende a los gusanos segmentados e incluye a las bien conocidas sanguijuelas y la lombriz de tierra, además de un gran número de especies marinas y de agua dulce.

El film se divide en las tres partes siguientes:

Poliquetos. Incluye a los Anélidos marinos actuales que junto con los anélidos pertenecientes a la clase Hirudinea no tienen importancia agronómica.

La clase Oligoqueta incluye organismos que viven en el agua dulce y terrestre, estos últimos presentan hábitos excavadores y se localizan en todo tipo de clima, excepto en los desiertos.

Los suelos ricos en materia orgánica o que poseen cuando menos una capa de humus, se observan mayores volúmenes de esta fauna. Otros factores edáficos como grado de humedad, acidez, cantidad de oxígeno, textura, son limitantes en la distribución de las especies. Dentro de esta clase mencionaremos las familias más importantes:

Enquitreidos. Se localizan con mayor frecuencia en lugares templados, viven en hábitats terrestres, litorales y acuáticos. A la fecha no se ha realizado un estudio detallado de su ecología; cuando se obtengan datos precisos de la distribución de las especies en el perfil espacial y verticalmente, será posible establecer una relación entre la distribución de las especies y los factores del suelo.

Es poco lo que se conoce sobre este grupo en cualquier aspecto, sobre su alimentación se supone que ingieren restos de plantas y partículas de sílice, al excavar el suelo contribuyen a la subdivisión de las plantas y a su mezcla con el suelo mineral.

En ningún caso es sostenible de que los enquitreidos que viven en

el suelo sean agentes de la descomposición primaria de los restos de las plantas, sin embargo, por procesos mecánicos de alimentación parecen tener un importante efecto sobre el desarrollo de las formas de humus del suelo.

Lumbricidos. Comprenden 220 especies; en los suelos donde aparecen dominan la masa de invertebrados.

En las lombrices el contenido de agua comprende aproximadamente el 80-90% de su peso (Grant, 1955) y la capacidad de resistencia a la desecación es una de sus características, algunas especies pueden sobrevivir varios meses de sequía en estado latente, a pesar de ser organismos terrestres poseen una organización acuática.

Estos gusanos han perdido sus órganos respiratorios especializados por lo que deben mantener húmeda la superficie de su cuerpo con el fin de realizar el intercambio gaseoso.

La locomoción y penetración del animal en el suelo depende de la presión hidrotática del líquido celomático y no pueden desarrollarse normalmente si el porcentaje de agua disminuye más del 18% (Wolf, 1940).

Por lo que la tolerancia a la desecación es un factor limitante en su ecología.

La competencia entre los lumbricidos es intensa por el agua y alimento en hábitats adversos o muy rigurosos.

La humedad y temperatura del suelo son factores también limitantes para la población de lombrices.

Entre los numerosos métodos empleados para la extracción de muestras de lombrices de tierra, no todos son adecuados para todas las especies y todos los hábitats. Evans y Guild, 1947, durante los primeros muestreos que realizaron en suelos agrícolas de Inglaterra emplearon una solución de permanganato potásico con el fin de hacer salir a las lombrices del suelo, pero éste, es un método limitado por la penetración de la solución y la respuesta variable de las lombrices.

La extracción de muestras a mano es el procedimiento más eficaz en suelos fácilmente perforables (Svendsen, 1955) para la obtención de especies menores; Raw (1960) empleó el método de flotación en solución de sulfato magnésico. El descubrimiento de la solución de formaldehído y el desarrollo de un método de cálculo de su biomasa que valora el efecto de la temperatura del suelo sobre la proporción de la población (Satchell, 1963) han facilitado el estudio de este grupo de gran importancia en la biología del suelo.

Se han dado muchas explicaciones sobre la formación de agregados estables al agua, Meyer (1943) consideró que las partículas del suelo son cimentadas en el interior del intestino de la lombriz por el calcio formado a partir de la descomposición de la materia orgánica y el carbonato cálcico excretado por las glándulas especializadas.

A excepción de los suelos salinos o muy pobres en materia orgánica,

son pocos los suelos de zonas templadas que sean incapaces de contener varias especies de lombrices, sin embargo, hay varios factores que afectan su distribución; las características físicas, químicas del suelo, el tipo de vegetación y las labores del campo son las de mayor importancia.

Artrópodos. El suelo contiene una rica y variada fauna representada por este grupo, muchos de ellos se encuentran raramente en número suficiente para tener influencia sobre sus hábitats, otros más importantes ya por el número de individuos presentes o por la forma en que se encuentran distribuidos o por que la forma en que se encuentran distribuidos o porque sus actividades tengan mayor efecto sobre el suelo, la vegetación o sobre los demás componentes del suelo.

La presencia de estos organismos está estrechamente relacionada con el tipo de hábitat, siendo más frecuentes en bosques, selvas, praderas permanentes, sitios en los cuales el clima, vegetación y el tipo de suelo presenta humedad, temperatura y alimentos adecuados.

Es importante mencionar que la gran diversidad que presenta este grupo, nos permite encontrarlos en el suelo dentro del cual realizan diferentes funciones dependiendo la especie a la que se haga referencia. Por ejemplo, existen artrópodos que construyen sus madrigueras en el suelo como las hormigas o sobre éste como las termitas, otros sólo forman pasajes protectores por los cuales se desplazan, algunas especies viven en galerías excavadas en leños de árboles caídos.

Con respecto a sus hábitos alimenticios, las especies vegetarianas

se alimentan de madera o de residuos vegetales en diferentes estados de descomposición y al ser excretados los desechos son depositados en el suelo.

Hay grupos como los Dípteros, Colembolos, Coleópteros y Acaros que parte de su ciclo biológico viven en el suelo ya sea en estado de huevo o de larva.

A continuación se mencionarán grupo de mayor importancia: Los Quilópodos o cienpiés son más frecuentes en bosques, pero también son comunes en praderas, tierra arable; están comúnmente asociados con suelos mull.

La distribución y actividad de los cienpiés está determinada en gran medida por la forma del cuerpo y humedad, su musculatura los capacita para hacer agujeros en el suelo, a este grupo de organismos que viven en la superficie del suelo a los que se les conoce con el nombre de litobiomorfos por no tener la capacidad de hacer dichas excavaciones. Así pues, los cienpiés geofilomorfos forman una verdadera fauna hipógea, mientras que los litobiomorfos están restringidos a nichos resguardados en la superficie del suelo.

Sífilos. Dentro de los Miriápodos (mil pies) los más abundantes en regiones templadas y tropicales, encontrándose en suelos cultivados como en los no cultivados, están ampliamente distribuidos en suelos cálidos orgánicos y húmedos. Edwards (1958) reporta que los sífilos tienen preferencia por los suelos de textura abierta con buena capacidad

de retención de agua y alto contenido de materia orgánica. Muchos de estos organismos realizan migraciones verticales estacionales en el suelo como respuesta a cambios de humedad y temperatura del mismo y a los ciclos alimenticios, de muda y puesta de huevos.

Las especies fitófagas (*Scutigera immaculata*) se alimenta de raíces jóvenes próximas a la superficie del suelo causando grandes problemas a cultivos hortícolas, particularmente en invernaderos. Los Sínfilos son voraces, alimentándose principalmente de materiales vegetales o de micro-organismos del suelo, indudablemente contribuyen a la descomposición de materia orgánica del suelo, aunque su participación en esta desintegración puede verse limitada debido a que forman una parte relativamente pequeña de la biomasa total de la fauna edáfica.

Isópodos (cochinillas). Son especies predominantes en bosques también comunes en praderas y tierras cultivables, tienden a estar limitados en suelos calcáreos. En general, parece que muchos de los representantes de este grupo comen grandes cantidades de hojas de poco valor nutritivo y excretan la mayoría de ellas relativamente sin ningún cambio químico pero muy fragmentadas y, por ello, fácilmente aprovechables por los microorganismos.

Isópteros (las termitas). La mayoría de las especies pertenecientes a este orden las encontramos en zonas tropicales y subtropicales. Estos organismos presentan una gran variedad de formas y organización social y se diferencian por sus costumbres alimenticias y el tipo de madrigueras que construyen.



La importancia sobre la biología del suelo radica en la extensión en que se mueven y mezclan el suelo con la materia orgánica de diferentes horizontes y en la medida en que ayudan a descomponer grandes cantidades de materia orgánica, en particular celulosa. La contribución más importante que los termitas constructores de montículos hacen sobre los cambios del suelo es la producción gradual de un suelo superficial de grava.

También pueden ser importantes en la aceleración del movimiento del suelo donde el suelo superficial es rebajado y los alimentos aprisionados en el subsuelo son más accesibles para la vegetación.

Debido a que usan con gran efectividad los residuos orgánicos, las termitas pueden disminuir el contenido de carbono orgánico acelerando la descomposición de materia orgánica de los niveles superiores, donde la vegetación es abundante, probablemente no causen un déficit de la materia del suelo, sin embargo, esto puede suceder en regiones áridas donde la flora es escasa y los termitas abundantes.

Coleópteros (escarabajos). Debido a su adaptabilidad y diferentes estructuras este grupo vive en hábitats extremadamente diferentes, predominan sobre o en el suelo como depredadores o asociados con la materia animal y vegetal en descomposición. En cuanto a sus hábitos alimenticios, los coleópteros son importantes porque desempeñan un papel básico en la descomposición de la carroña y es posible distinguir una sucesión de especies asociadas a los diferentes estados de descomposición. Las especies del género *Necrophorus* son atraídas fácilmente por el olor

de la carroña y a veces la entierran al excavar en el suelo, las hembras ponen sus huevos en los orificios de la carroña, las larvas que salen de ahí dependen en principio de los adultos para alimentarse, pero luego se alimentan de la carroña.

Un gran número de Coleópteros se alimenta de material fresco o descompuesto que se encuentre sobre o en el suelo. Existen escarabajos que están asociados al estiércol, ya sea para hacer sus madrigueras debajo de él en donde depositan sus huevos o para su alimentación, estos escarabajos saprófilos son importantes en la incorporación del estiércol en el suelo promoviendo su descomposición.

Otra función de los Coleópteros son los estados larvarios de algunas especies, las cuales se encuentran generalmente en los desechos vegetales y son principalmente saprófitas.

Dípteros (moscos). La gran variedad de Dípteros en estado larvario están asociados con el suelo, Morris (1932) descubrió a *Biblio marci* donde las hembras excavan el suelo con sus patas traseras para construir un túnel donde efectúan la ovoposición. Otros géneros que viven en el suelo son por lo general depredadores.

Otros grupos están relacionados con el suelo ya sea para la obtención de su alimento como lo hacen las especies que son saprófitas como los Calífíridos, otras larvas se alimentan de heces de animales.

Colémbolos. Este grupo forma parte de la fauna del suelo.

su distribución es muy amplia ya que son transportados por el aire, corriente de agua, en las patas de las aves, etc. Los colémbolos se pueden emplear como indicadores de humedad del suelo. Murphy (1955) y Hale (1963), han mostrado que los cambios de las poblaciones de estos organismos parecen estar determinadas por factores físicos que producen cambios en el contenido de agua de hábitat. Son importantes también ya que al morir la descomposición de su cuerpo por otros microorganismos del suelo contribuyen a la renovación general del mismo. En estado vivo los colémbolos contribuyen a la formación del suelo en dos formas:

- a) Extraen materiales que son ingeridos hasta su intestino.
- b) Producen heces fecales que son añadidas al suelo.

Sé ha observado que los colémbolos contienen en su intestino una variedad de materiales y su descomposición parcial puede ser un factor importante que los haga accesibles a otros agentes descompositores, también ayudan a la diseminación de los hongos y en la descomposición de sus heces por otros artrópodos, por lo que pueden desempeñar un papel importante haciendo que ingieran material quitinoso en forma de restos de artrópodos, por lo que pueden desempeñar un papel importante haciendo que el material quitinoso esté disponible otra vez en el suelo.

Acaros (o garrapatas). La distribución vertical de los ácaros varía con la profundidad del suelo, la porosidad del mismo es sin duda el único factor limitante de la distribución de los ácaros en el suelo. Los diferentes grupos de ácaros edáficos intervienen en los procesos de descomposición del suelo lo cual va a estar sujeto a las características

morfológicas y tipo de alimentación que presentan.

Los ácaros también tienen un papel importante en la diseminación de esporas fúngicas. La pulverización del material orgánico por sus órganos bucales pueda ser importante en la descomposición física de los restos exponiendo entonces una área mayor a la actividad microbiana y a la lixiviación (Crossley y Mitkamp, 1964).

Existen ácaros que intervienen en el transporte de materia orgánica en avanzados procesos de descomposición a niveles más profundos del perfil del suelo.

Moluscos. Boycott (1934) en su publicación sobre las costumbres de los moluscos terrestres británicos considero que el tiempo y la humedad son factores ecológicos que determinan su distribución.

Earlier, Atkins y Lebour (1923) observaron que en suelos de pH elevado con mucho calcio disponible existen más especies de individuos que en los suelos ácidos. Otra observación es en base a la constitución de su concha, ésto es que los caracoles de concha hialina concurren en hábitats con una amplia variación del pH, mientras que los que tienen conchas calcáreas están restringidos a hábitats con elevado pH del suelo, por lo arriba citado, se deduce que la acidez o alcalinidad del suelo probablemente tiene un escaso efecto directo sobre la distribución de caracoles y babosas.

Carrick (1942), demostró que la densidad de población de.

*Agricolinus reticulatus*, medida por el daño causado en las plantaciones de patatas, está más estrechamente relacionada con el contenido de humedad que con el pH del suelo. La humedad es particularmente importante durante el período de puesta de huevos ya que el contenido de agua de los mismos depende de la humedad del suelo.

La alimentación de los Gasterópodos terrestres parece incluir todo tipo de material comestible.

La distribución de los moluscos parece estar determinada principalmente por la presencia o ausencia de humedad, calcio, protección y alimento.

La distribución de los moluscos en un hábitat a veces se ve afectada por la presencia de sus depredadores como ciertos ratones.

Se considera que los animales del suelo (edofauna) son importantes en la descomposición de restos vegetales y afectan a la estructura al pasar tierra al través de sus intestinos; lo cual, a su vez, influye en la aireación y capacidad de retención de agua del suelo. Tomando en consideración que los caracoles y babosas también ingieren este tipo de alimentación y producen material vegetal parcialmente digerido y mucus también deben tener una función similar.

Los elevados números de moluscos terrestres de algunos suelos pueden modificar el suelo edáfico. Igual que las lombrices de tierra producen mucoproteínas tanto en sus heces como al desplazarse, lo que

puede influir a las partículas para su uso. Shillcock (1963) consideró el papel de los invertebrados del suelo en la descomposición de los restos vegetales afirmando que tal descomposición es de 2-5 veces mayor cuando están presentes estos organismos.

Estos materiales pueden ser fuentes importantes de agregados mucoides en los hábitats con un elevado número de Gasterópodos y además directa o indirectamente construyen hábitats apropiados para la multiplicación de bacterias y actinomicetes.

## II. OBJETIVOS

1. Determinar las características de la edofauna presente en la estación Mario Avila.
  - a) Encontrar si existe una relación entre la edofauna presente y las características del suelo en la zona.
  - b) Encontrar el factor determinante del comportamiento de la fauna en la Estación Mario Avila.

### III. HIPOTESIS

La presencia de edofauna puede ser influida por las características del suelo.

1. La región de la Siberia ha desarrollado una edofauna adaptada a las características del suelo.
2. La presencia de edofauna es influida de diferente manera por algunas características del suelo.



#### IV. JUSTIFICACION DEL TRABAJO

De acuerdo con la información reportada, la acción que tiene la edofauna sobre las características de la fertilidad es tan importante como los otros componentes edáficos, como por ejemplo las termitas, hormigas y lombriz de tierra entre otros, para construir sus madrigueras perforan el suelo formando un sistema de canales por donde circula el aire y agua permitiendo a su vez que la parte más profunda del suelo pase a ocupar estratos más cercanos a la superficie, lo cual lo hace fácilmente aprovechable por las plantas.

Los organismos son parte activa en la degradación del material orgánico con lo que se permite la reincorporación al suelo de sustancias inorgánicas previamente utilizadas por otro tiempo de organismos. La fauna juega un papel importante en el reciclaje de sustancias minerales y en la perpetuidad y productividad del suelo (Kuhnelt, 1970).

Aunque los vegetales pueden completar normalmente su desarrollo en un medio estéril conteniendo sólo sales orgánicas, para el crecimiento adecuado de una planta en condiciones naturales, es indispensable la participación de una gran gama de organismos en el suelo que

las proporciones óptimas condiciones de fertilidad (Nulder *et al.*, 1969) de hecho un suelo no está completamente bien desarrollado hasta que su componente inorgánico se encuentra invadido por varios tipos de organismos (Janick *et al.*, 1970).

Sin embargo, a excepción de algunas bacterias y hongos, casi no existen estudios de los demás tipos de organismos que habitan en un suelo. En nuestro país existen algunos reportes sobre la edofauna por lo que se necesita desarrollar este tipo de estudios tendientes a establecer una relación entre las técnicas agronómicas actuales y la utili zación adecuada del sistema edáfico.

## V. MATERIALES Y METODOLOGIA

### 1. Descripción de la Zona de Estudio

Para este trabajo se eligió la Zona Experimental de Chapingo "Marrío Avila" conocida como la Siberia.

Esta zona cuenta con pequeñas lomitas en las que gracias a los trabajos que ahí se han realizado, presentan sitios con diferentes estados de recuperación.

La estación está ubicada dentro del Municipio de Texcoco, Estado de México, aproximadamente a 3 km al Este del poblado de San Luis Huexotla, enclavado igualmente dentro del Municipio de Texcoco; la vía de acceso a dicho Campo Experimental la constituye un camino viejo de terracería que parte de San Luis Huexotla, quien a su vez está comunicado por un ramal de carreteras México-Texcoco, que se inicia en el km 37.6 de dicha carretera.

Geográficamente, la Siberia queda comprendida entre los  $19^{\circ}17'55''$  y  $19^{\circ}19'27''$  de latitud norte, así como entre los  $98^{\circ}51'14''$  y  $98^{\circ}51'45''$  de

longitud oeste; la altura promedio es de 2,320 msnm, cubre una superficie aproximada de 43.93 ha.

### 1.1 Orografía

La estación está enclavada en las estribaciones occidentales de la Sierra Nevada o Sierra de Río Frío, en el límite oriental de la Cuenca de México. Las elevaciones importantes de este sistema orográfico son los cerros conocidos como Tetapón, Tláloc, Tecorral, Caída del Diablo, El Huato, La Mesa y Copell. La Sierra Nevada a su vez, forma parte del Eje Neovolcánico transversal. La Siberia se ubica en la zona de lombríos que corresponde a el área transicional entre las zonas plana y montañosa de la Cuenca de México (Ramírez M., R., 1977; Reyes P., J. J., 1971).

### 1.2 Hidrografía

El área experimental tiene como principales corrientes fluviales al Río San Bernardino en el límite sur, y al norte el arroyo Cuipetitlán que se une al primero a 1.5 km al oeste de la plantación. Hacia en las laderas de los cerros Tecorral, Caída del Diablo, El Huato y La Mesa, a una altura aproximada de 3,100 metros. Ésta, que es la parte más alta, es constituida por andesitas, por lo tanto es bastante impermeable; la parte media en la cual se encuentra la Siberia, correspondiente a la Formación Tenzaco inferior y posee una permeabilidad media; la parte más baja (San Bernardino), está formada por material fino, principalmente arcillas con permeabilidad reducida (Reyes P., J. J., 1971).

Los terrenos de la Siberia poseen una pendiente general de 6° hacia el norte y oeste.

### 1.3 Suelos

Los suelos de la estación experimental fueron clasificados por Cachón A., L. E. et al. (1976). Se incluyen dentro de la Serie Coatlichán arena migajosa somera (COS).

Son suelos con un estrato superficial que varía de 10-30 cm de espesor, color gris muy oscuro, textura arena migajosa; por debajo de esta capa se encuentra un estrato fijo cimentado de color pálido con costuras blancas de 2 mm de espesor que reaccionan fuertemente al ácido clorhídrico. Poseen una baja retención de humedad, son medianamente ricos en materia orgánica y de reacción ligeramente alcalina.

En estos suelos se esperarían bajas respuestas a los fertilizantes y/o materia orgánica. Su uso está limitado por la baja capacidad de retención de humedad, el poco espesor del suelo y el gran peligro a la erosión. Por su capacidad de uso se clasifica como V e /. Avila R.M. (1963) y Reyes R., J. J. (1972) reportan profundidades del suelo inferiores a 20 cm en el 75% de la superficie de La Siberia y en algunas partes aflora el tepetate.

Reyes R., J. J. reporta una profundidad en promedio de 16.13 cm y afirma que ninguna de las especies vegetales hasta esa fecha (1972) había ejercido un efecto en la formación del suelo diferente a las otras.

#### 1.4 Clima

Royes R., J. J. (1972) reporta un clima (W<sub>h</sub>)(W<sub>b</sub>)(i)g, es un clima subhúmedo, el más seco de los subhúmedos con régimen de lluvias en verano, verano fresco y largo, con poca oscilación de temperatura.

La temperatura media máxima es de 17.9 c y la media mínima de 11.5 c.

Las temperaturas absolutas son, máxima de 45 c en abril y la mínima de 13 c en enero (a la intemperie).

La precipitación media mínima es de 2.6 mm, se presenta en el mes de febrero. La época de lluvias comprende de fines de mayo a principios de septiembre y el resto del año se presentan lluvias esporádicas. La precipitación media anual es de 659.6 mm.

Se presentan vientos dominantes del N.E. y S.W. alternándose durante el año con velocidades de 3.6 y 5.3 m/s en promedio, registrándose en ocasiones vientos con velocidades máxima de 94 km/h en febrero y marzo.

La presencia de heladas es de octubre a febrero aunque esto es variable, pero puede considerarse un período libre de heladas desde marzo hasta septiembre.

### 1.5 Vegetación

Según Reyes R., J. J. (1972) considera que las asociaciones primarias eran encino, encino-pino y zacatorial. La altura era de 20 a 30 m, de hojas coriáceas (en pino) y raíces profundas.

Existe la presencia aunque escasa de: *Opuntia streptacantha* (nopal cardón) y *Opuntia stenopetala* (nopal serrano). En las partes donde hay suelo profundo se encuentran: *Schinus molle* y *Acacia farnesiana*.

Dentro de las plantas herbáceas anuales, se encuentran pastos como: *Aristida adnencionis*, *Bouteloa courtipendula*, *Muhlenbergia* spp. y otros. Entre las herbáceas predominantes encontramos las familias de las compuestas, Euforbiáceas, Crucíferas y Convolvuláceas. Actualmente podemos encontrar las siguientes especies. Árboles y arbustos; mezquite (*Prosopis juliflora*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Cedro blanco (*Cupressus Lindleye*), Pinos (*Pinus patula*), (*Pinus radiata*), (*Pinus montezumae*), (*Pinus michoacana*) y (*Pinus pseudostrobus*), Eucaliptos (*E. resinifera*, *rostrata*, *globulus*, *camaldulensis*, *tereticornes*), Casuarina (*Casuarina equisetifolia*), Pirul (*Schinus molle*), Uña de gato (*Mimosa biuncifera*), Maguey (*Agave* spp.).

Vegetación herbácea: pápalo (*Porophyllum tagetoides*), xocol (*Oxalis* spp.), nubecilla (*Compositae*), limoncillo (*Valia citriodora*), golondrina (*Euphorbia thymifolia*), cola de conejo, jaramao, anisillo, romeritos (*Asclepias*), *Bouteloa courtipendula*, *B. gracilis*, navajita *B. hirsuta*, *Avena fatua*, etc.

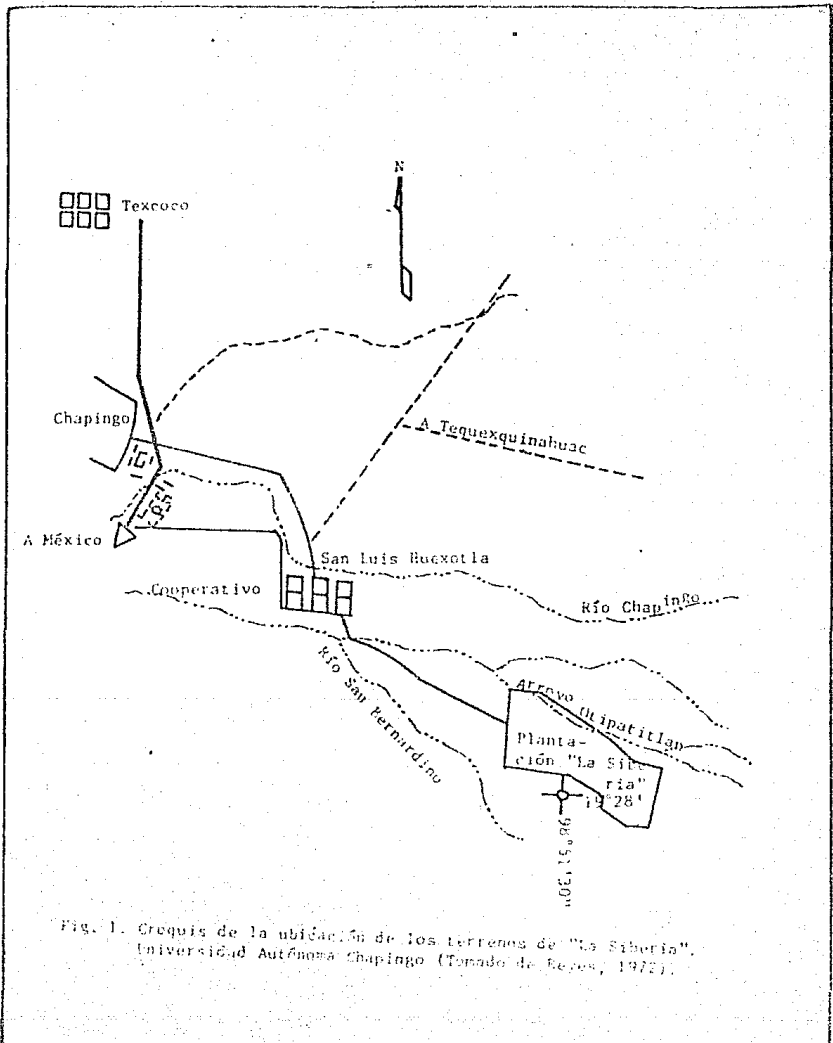


Fig. 1. Croquis de la ubicación de los terrenos de "La Siberia" Universidad Autónoma Chapingo (Tomado de Reyes, 1972).



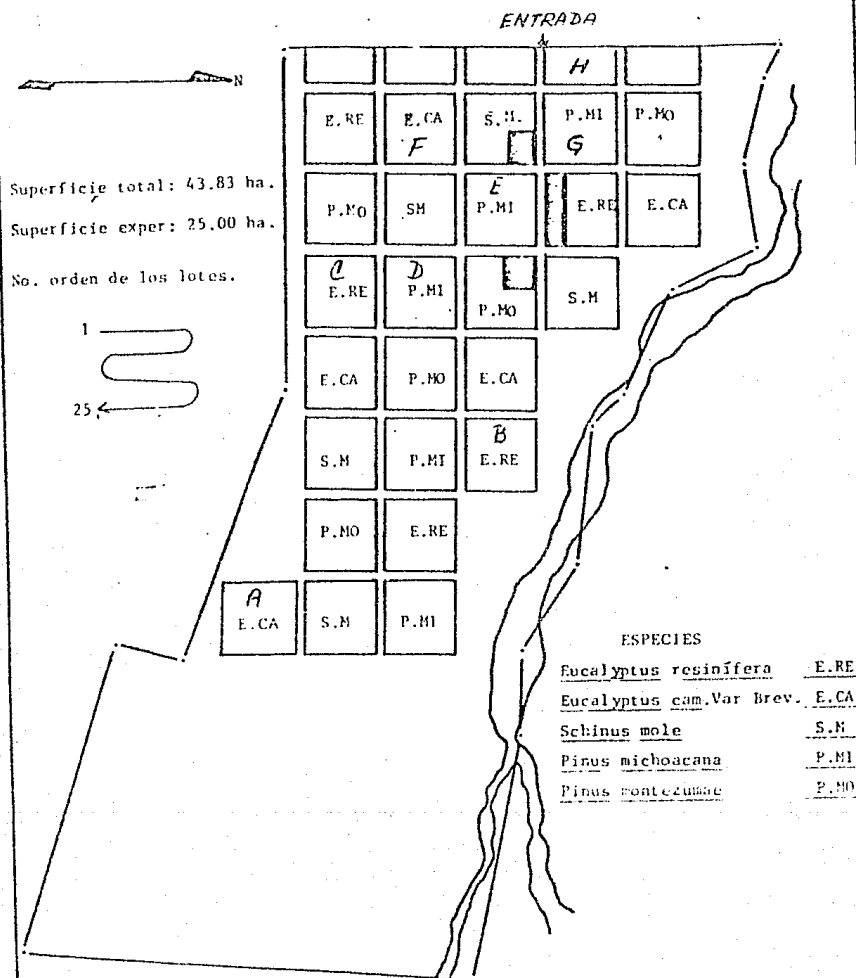


Fig. 2. Ubicación de las parcelas experimentales dentro de la plantación forestal "La Siberia".

## 1.6 Ubicación de las zonas de muestreo

En base a un recorrido preliminar se pudieron determinar 8 zonas con diferentes estadios de recuperación que presentaron las siguientes características generales:

- ZONA A. Situada en los límites de la estación experimental colindando con campos de cultivo, se encuentra ubicada al S.W. sin pendiente aparente, reforestada con eucaliptos de aproximadamente 5 años con presencia de zacate en la parte baja.
- ZONA B. Area reforestada con eucaliptos de aproximadamente 10 años, pendiente pronunciada, limitada en uno de sus lados por el Arroyo San Bernardino, ubicada al S.E.
- ZONA C. Con presencia de eucaliptos de aproximadamente 5 años gran cantidad de huizache, sin pendiente aparente y una pequeña capa de mantillo.
- ZONA D. Area reforestada con pino de 10 años, sin pendiente aparente, presencia de abundante mantillo derivado de los pirules.
- ZONA E. En esta área la vegetación dominante es de zacate con algunos pinos, tepetate aflorado de color blanquecino, sin pendiente aparente.
- ZONA F. Se caracteriza por la presencia de eucaliptos, sin

pendiente aparente, tepetate de color gris aflorado en algunas partes, mantillo escaso.

ZONA G. Area con cepas en gran número, reforestado con pinos de aproximadamente 1 m de altura, poco mantillo y afloramiento de tepetate de color blanquecino.

ZONA H. Area localizada a la entrada de la estación colindando con el camino de acceso al campo experimental, con gran cantidad de nopales introducidos, en la zona donde se han realizado mayor número de trabajos de recuperación.

#### 1.7 Análisis Físico-Químico Realizados en las Muestras

Para la ubicación de la toma de muestras se eligieron al azar 3 sitios diferentes para cada temporada de muestreo. En cada sitio se determinó:

Profundidad del suelo

Velocidad de filtración

Se colectó el mantillo abarcado en  $1 \text{ m}^2$ , la cantidad de suelo colectado fue variable en cada zona debido a que la profundidad del suelo va a estar determinada por la presencia del tepetate, por lo tanto se fue muestreando cada zona en una área de  $30 \text{ cm}^2$  hasta encontrar el tepetate, cada una de las muestras tomadas se depositaron en bolsas de plástico debidamente etiquetadas para ser llevadas al laboratorio en donde se procedió de la siguiente manera:

En 500 g de suelo se realizaron los siguientes análisis físico-químicos:

- Contenido de humedad
- Materia orgánica
- Capacidad de intercambio catiónico
- Conductividad eléctrica
- pH
- Densidad real y aparente
- t de porosidad
- N.P.K.

Según la metodología establecida en el Laboratorio de Servicio del Depto. de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo.

Ochenta gramos de suelo fueron colocados en el embudo húmedo para la extracción de organismos según el método del embudo de Baermann.

El resto de suelo y mantillo fue revisado por separado en forma manual y bajo el microscopio estereoscópico.

Los muestreos se realizaron al inicio, mitad y final de la temporada de lluvias y mitad del estiaje, pues se considera que es en estas etapas cuando se manifiestan las principales características como humedad del suelo, temperatura ambiental, las que pueden influir en el desarrollo de los organismos.

## VI. RESULTADOS

La bibliografía según Reyes R. J. J. (1972) reporta que la temporada de lluvias comprende de fines de mayo a principios de septiembre.

En 1987, año de nuestro trabajo la primera lluvia cayó el 28 de junio, realizándose el primer muestreo tres días después.

### 1. Primer Muestreo

El primer muestreo se realizó el primero de julio de 1987, obteniéndose los siguientes datos:

ZONA A. Promedio de: porcentaje de humedad 4.5%, profundidad del suelo 27.3 cm, velocidad de filtración 26.3 seg. Con un índice de diversidad de 1.96 determinado por los grupos taxonómicos indicados en la Tabla 1 con la dominancia de ácaros y nemátodos.

ZONA B. Porcentaje de humedad 11.3%, profundidad del suelo 24.6 cm, velocidad de filtración 46.6 seg, el índice de diversidad

fue de 2.46 determinado por los grupos taxonómicos señalados en la Tabla 1 con dominancia de los nemátodos y himenópteros.

ZONA C. Porcentaje de humedad 13.1%, profundidad del suelo 20.6 cm, velocidad de filtración 39 seg, índice de diversidad de 1.72 como se marca en la Tabla 1, la dominancia de himenópteros (hormigas) y arácnidos (arañas).

ZONA D. Porcentaje de humedad de 8.5%, profundidad del suelo 20.6 cm, velocidad de filtración 28.6 seg, índice de diversidad de 2.21 como se señala en la Tabla 1, con predominancia de Orthópteros (saltamontes) y Arácnidos (arañas).

ZONA E. Porcentaje de humedad 11.0%, profundidad del suelo 32 cm, velocidad de filtración 26.3 seg, índice de diversidad de 0.55 como se muestra en la Tabla 1, predominancia de Hymenópteros y Arácnidos (arañas).

ZONA F. Porcentaje de humedad 15.6%, profundidad del suelo 14.5 cm, velocidad de filtración 38 seg, índice de diversidad 0.52 con los grupos marcados en la Tabla 1 y dominancia de Hymenópteros (hormigas) ya que se encontraron 4 hormigueros y Arácnidos (arañas); es importante señalar que en esta zona se encontró en algunas áreas de tepalcates aflorado.

ZONA G. Porcentaje de humedad de 7.8%, profundidad del suelo 16.6

cm, velocidad de filtración 32 seg, índice de diversidad 1.97, los grupos taxonómicos encontrados se marcan en la Tabla 1 con dominancia de nemátodos y arácnidos.

ZONA H. Porcentaje de humedad 4.9%, profundidad del suelo 18.3 cm, velocidad de filtración 35 seg, índice de diversidad 1.91 con los grupos taxonómicos que se señalan en la Tabla 1 con dominancia de Isópodos (cochinillas) y ácaros.

## 2. Datos Obtenidos en el Segundo Muestreo Realizado el 20 de Agosto

ZONA A. Promedio de porcentaje de humedad 16.4%, profundidad del suelo 16 cm, velocidad de filtración 2.07 min, el índice de diversidad de 1.50 predominando el grupo de los nemátodos como se muestra en la Tabla 2.

ZONA B. Su porcentaje de humedad fue de 17.3%, profundidad del suelo 15.6 cm, velocidad de filtración de 3.9 min con un índice de diversidad de 1.58 con dominancia de nemátodos y hormigas (hymenópteros), como se indica en la Tabla 2.

ZONA C. En esta zona el porcentaje de humedad fue de 14.6%, profundidad del suelo 18.8 cm, velocidad de filtración 2.5 min el índice de diversidad 1.33 con una dominancia de hormigas (hymenópteros) como se muestra en la Tabla 2.

ZONA D. Porcentaje de humedad 11.0%, profundidad de suelo 21.6 cm,

velocidad de filtración 37 min, índice de diversidad de 2.14 con dominancia de los ácaros como se indica en la Tabla 2.

ZONA E. Su porcentaje de humedad fue 12.3%, profundidad del suelo 24.6 cm, velocidad de filtración no se tomó por encontrar se el tepetate aflorado, índice de diversidad de 0.41, en la Tabla 2 se puede observar la dominancia de himenópteros (hormigas).

ZONA F. Porcentaje de humedad (15.91, profundidad del suelo 3 cm, velocidad de filtración no se tomó por ser una área con tepetate aflorado, índice de diversidad de 0.64, al igual que la zona E presentó una marcada dominancia de himenópteros (hormigas) como se indica en la Tabla 2.

ZONA G. Porcentaje de humedad 5.6%, profundidad del suelo 34 cm, velocidad de filtración 2.7 min, índice de diversidad de 1.28 en la Tabla 2 se observa la dominancia de los himenópteros (hormigas).

ZONA H. Porcentaje de humedad 7.6%, profundidad del suelo 39 cm, velocidad de filtración 3.1 min, el índice de diversidad fue de 1.33 con abundancia de hormigas como se muestra en la Tabla 2.



3. Datos Obtenidos en el Tercer Muestreo Realizado el 12 de Noviembre

ZONA A. Promedio de porcentaje de humedad (10 0%, profundidad del suelo 20.6 cm, velocidad de filtración 4.9 seg, índice de diversidad 1.24 predominando los Orthópteros como se aprecia en la Tabla 3.

ZONA B. Promedio de porcentaje de humedad 13.31, profundidad del suelo 15.5 cm, velocidad de filtración 22.3 seg, índice de diversidad 1.97 con dominancia de Orthópteros como se muestra en la Tabla 3.

ZONA C. Promedio de porcentaje de humedad 4.83, profundidad del suelo 18.6 cm, velocidad de filtración 17.3 seg, índice de diversidad 1.66 con dominancia de Hymenópteros como se muestra en la Tabla 3.

ZONA D. Promedio de porcentaje de humedad 1.54, profundidad del suelo 12.0 cm, velocidad de filtración 45.0 seg, índice de diversidad 1.7 con dominancia de Orthópteros como se muestra en la Tabla 3.

ZONA E. Promedio de porcentaje de humedad 0.54, profundidad del suelo 2.1 cm, velocidad de filtración no se determinó por ser una zona con el tepetate aflorado, el índice de diversidad fue de 1.12 con dominancia de Orthópteros como se muestra en la Tabla 3.

- ZONA F. Promedio de porcentaje de humedad 1.1%, profundidad del suelo 2.0 cm, la velocidad de filtración no se determinó por ser una zona con tepetate aflorado, índice de diversidad de 1.37 con marcada dominancia de Hymenópteros como se muestra en la Tabla 3.
- ZONA G. Promedio de porcentaje de humedad 3.6%, profundidad del suelo 23 cm, velocidad de filtración 7.3 seg, no se determinó por no encontrarse organismos vivos, sólo se encontraron fragmentos de saltamontes.
- ZONA H. Promedio de porcentaje de humedad 6.0%, profundidad del suelo 25 cm, velocidad de filtración 24.0 seg, no se determinó el índice de diversidad por no encontrarse organismos.

#### 4. Datos Obtenidos en el Cuarto Muestreo Realizado el 20 de Mayo, 1968

Durante este último muestreo realizado en la etapa de estiaje no se determinaron los datos de profundidad del suelo e índice de diversidad ya que durante esta época las condiciones ambientales son muy extremas lo cual no permitió que se realizaran tales pruebas, en el caso del índice de diversidad no se encontraron organismos y en aquellas zonas en las cuales se localizaron algunos el número presente no es representativo como se puede observar en la Tabla 4. Para el caso de la velocidad de filtración se tomaron los datos en las zonas donde se pudo efectuar el muestreo, los valores obtenidos se dan en la Tabla 4. Con respecto al % de humedad, se determinó en todas las zonas obteniéndose

los siguientes valores:

- ZONA A. 2.9% de humedad, velocidad de filtración 10 seg no se encontró fauna.
- ZONA B. 0.06% de humedad, velocidad de filtración 18 seg se encontraron 2 arañas.
- ZONA C. 3.2% de humedad, velocidad de filtración 8 seg, se encontró una araña.
- ZONA D. 6.5% de humedad, velocidad de filtración 7.5 seg, no se reportaron organismos.
- ZONA E. 1.5% de humedad, no se determinó ningún otro dato.
- ZONA F. 1.8% de humedad, no se determinó ningún otro dato.
- ZONA G. 3.4% de humedad, no se determinó ningún otro dato.
- ZONA H. 2.0% de humedad, no se determinó ningún otro dato.

Primer muestreo (inicio de temporada lluvias) 1-VI-87.

/kg tierra/m<sup>2</sup>

ZONA	OT % F.R.M.	PROF. SUELO CM	VEL. FILTRA- CION/ min	INDICE DIVER- SIDAD	GRUPOS TAXONOMICOS									ISO
					Ne	Ar	Ac	Or	Le	Q	Hy	Co	He	
A	4.5	27.3	0.43	1.96	16	0	18	12	2	5	15	5	0	
B	11.3	24.6	0.77	2.46	20	15	0	8	0	14	18	0	7	
C	13.1	20.6	0.65	1.72	4	17	7	9	00	14	44	0	10	
D	8.5	20.6	0.47	2.21	8	13	0	15	0	7	4	0	0	
E	11.8	32.0	0.43	0.85	2	35	7	-	1	4	420	-	2	29
F	16.6	14.5	0.63	0.52	5	28	2	7	-	-	575	-	-	10
G	7.8	16.6	0.53	1.97	12	39	9	7	-	11	3	-	-	10
H	4.9	18.3	0.6	1.91	13	23	73	-	4	12	36	-	-	137

TABLA 1

Ne = Nematodos  
 Ar = Arácnidos  
 Ac = Acaros  
 Or = Ortópteros  
 Le = Lepidópteros  
 Q = Quietéodos  
 Hy = Hymenópteros  
 Co = Coleópteros  
 He = Hemípteros  
 ISO = Isópodos

Segundo muestreo (mitad temporada lluvias) 20-VIII-87.

1 kg tierra/m<sup>2</sup>

ZONA	% HUMEDAD	PROF. SUELO CM	VEL. FILTRACION/MIN	INDICE DIVERSIDAD	GRUPOS TAXONOMICOS									
					Ne	Ane	Ar	Ac	Co	Hy	Q	He	Or	Iso
A	16.4	16	2.03	1.50	55	10	9	25	25	35	27	-	-	-
B	17.3	16.6	3.9	1.58	1.0	18	7	30		43	24	22	-	-
C	14.6	18.8	2.5	1.31	18	-	-	38	32	450	36	10	-	-
D	11.0	21.6	3.7	2.14	32	8	-	55	3	20	18	1	10	-
E	12.3	24.6	*	0.41	-	-	-	-	15	600	2	-	25	-
F	15.9	3.0	*	0.64	-	-	78	-	-	800	-	32	20	-
G	5.6	34	2.7	1.28	12	-	7	29	-	112	9	-	18	17
H	7.6	39	3.1	1.33	28	-	23	53	-	77	5	15	-	12

TABLA 7

Ne = Nemátodos  
 Ane = Anélidos  
 Ar = Arácnidos  
 Ac = Acaros  
 Co = Coleópteros  
 Hy = Himenópteros  
 Q = Quilópodos  
 He = Hemípteros  
 Or = Ortópteros  
 Iso = Isópodos

\* No se tomó el dato por ser una zona con tepetate aflorado.

Tercer muestreo (final temporada lluvia) 12-xi-87.

1 kg tierra/m<sup>2</sup>

ZONA	% HUME- DAD	PROF. SUELO CM	VEL. FILTRA- CION/ MIN	INDICE DIVER- SIDAD	GRUPOS TAXONOMICOS								
					Ne	Ane	Ar	Ac	Co	Hy	Q	Or	Iso
A	10	20.6	0.98	2.24	2	-	-	12	7	-	-	-	-
B	18.3	15.5	0.37	1.97	5	-	2	9	6	2	-	-	-
C	4.8	18.6	0.28	1.66	-	8	-	15	7	-	19	-	-
D	1.5	12	0.75	1.7	7	-	5	14	-	-	8	-	-
E	0.5	2.1	*	1.12	-	-	-	13	-	-	10	1	-
F	1.1	2.0	*	1.37	-	-	-	3	-	-	22	1	1
G	3.6	23	0.12	+									
H	6.0	25	0.4	+									

TABLA 3

Ne = Nemátodos  
 Ar = Arácnidos  
 Ac = Acaros  
 Or = Ortópteros  
 Iso = Isópodos  
 Q = Quirópodos  
 Hy = Hymenópteros  
 Le = Lepidópteros  
 He = Hemípteros

\* No se determinó por ser una zona con tepetate aflorado.

+ No se encontraron animales.

Cuarto muestreo (estiaje) 20-V-88.

1 kg de tierra/m<sup>2</sup>

ZONA	% HU- MEDAD	PROF. SUELO	VEL. FILT.	INDICE DIVER- SIDAD	GRUPOS TAXONOMICOS
A	2.9	No se determ.	0.16	No se determ.	No se encontraron organismos
B	0.06	No se determ.	0.3	No se determ.	2 arácnidos
C	3.2	No se determ.	0.13	No se determ.	1 arácnido
D	6.5	No se determ.	0.12	No se determ.	No se encontraron arácnidos
E	1.5	No se determ.	No se determ.	No se determ.	No se encontraron arácnidos
F	1.8	No se determ.	No se determ.	No se determ.	No se encontraron arácnidos
G	3.4	No se determ.	No se determ.	No se determ.	No se encontraron arácnidos
H	2.0	No se determ.	No se determ.	No se determ.	No se encontraron arácnidos

TABLA 4

## Resultados de análisis de Laboratorio (tomados final tem. de lluvias)

ZONA	pH. H <sub>2</sub> O	CE ds/m	% MO	% NT	P ppm	K ppm	CIC mg/100g
A	7.2	0.6	3.1	0.14	1	135	13.0
B	5.3	2.5	7.1	0.40	16	346	14.6
C	6.3	0.3	4.8	0.16	6	294	15.2
D	6.0	0.2	2.4	0.12	3	135	11.2
E	6.2	0.2	1.2	0.08	*	151	9.4
F	8.1	0.3	1.8	0.09	2	188	21.0
G	6.2	0.4	2.3	0.12	4	166	8.6
H	6.1	0.1	2.3	0.14	20	114	10.6

\* No detectado por el método empleado

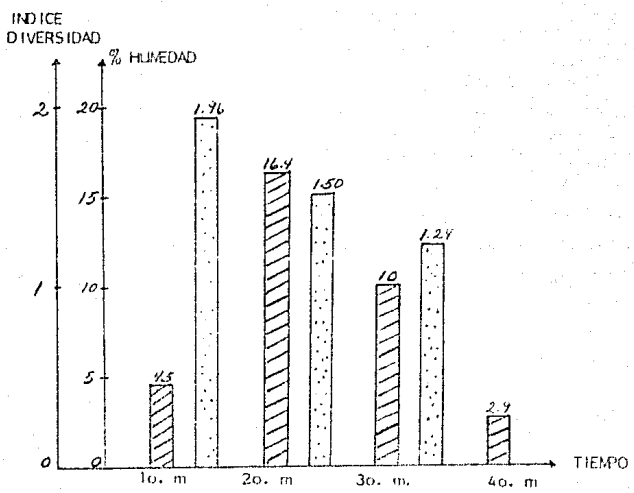
TABLA # 5

ZONA	% Hum. a C.C. 0.3 atm	% Hum. a F.M.P. 15atm	Dens. real g/cm <sup>3</sup>	Dens. aparen- te g/cm <sup>3</sup>	%Porosidad
A	17.61	9.00	2.56	1.28	50.00
B	21.26	11.90	2.41	1.13	53.11
C	19.87	9.83	2.54	1.28	49.61
D	17.59	7.14	2.63	1.31	50.19
E	12.50	6.32	2.60	1.35	48.08
F	33.10	19.15	2.44	1.21	50.41
G	12.79	5.83	2.60	1.39	46.54
H	14.04	7.24	2.60	1.43	45.00

TABLA # 6



ZONA A. REFORESTADA CON EUCALIPTOS



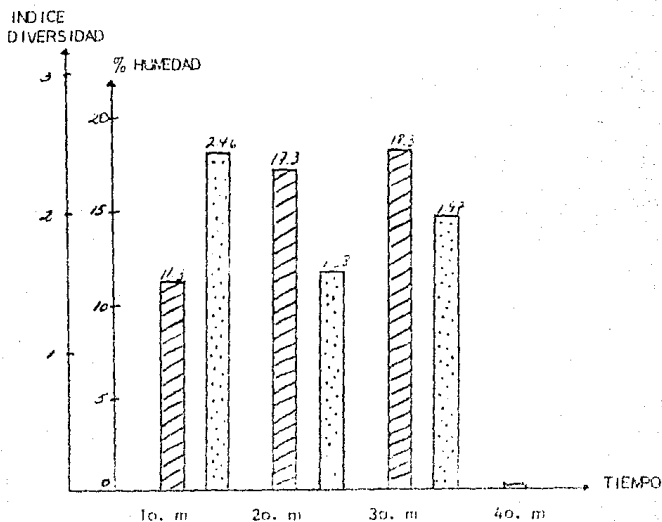
GRAFICA 1. Indice de diversidad,  $\frac{ID}{\% \text{ hum}}$  durante los cuatro muestreos.

$\frac{\% \text{ de humedad}}{\text{Indice de diversidad}}$       R:  $\frac{ID}{\% \text{ hum}} = 0.6729$

- Primer muestreo = Inicio temporada de lluvias
- Segundo muestreo = Mitad temporada de lluvias
- Tercer muestreo = Final temporada de lluvias
- Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Durante el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no haberse encontrado fauna.

## ZONA B. REFORESTADA CON EUCALIPTOS PENDIENTE PRONUNCIADA.



GRAFICA 2. Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos.

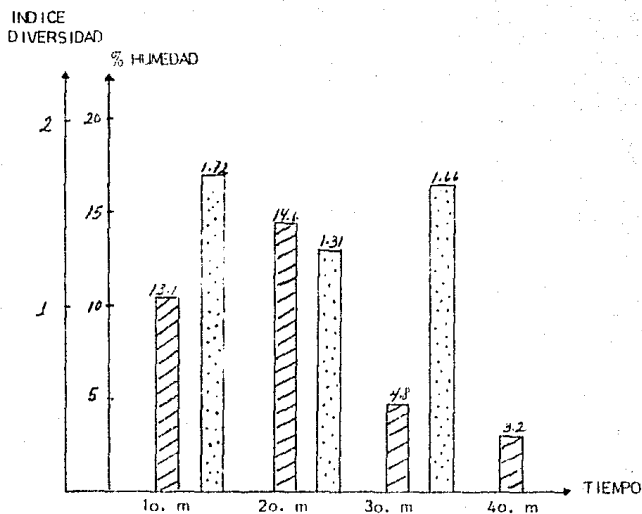
$r$  de humedad  
Indice diversidad

$$R \text{ de } \% \text{ hum.} = -0.83$$

- Primer muestreo = Inicio temporada lluvias  
 Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias  
 Tercer muestreo = Final temporada lluvias  
 Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Durante el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no haberse encontrado fauna.

## ZONA C. REFORESTADA CON EUCALIPTOS Y HUIZACHE.



GRAFICA 3. Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos.

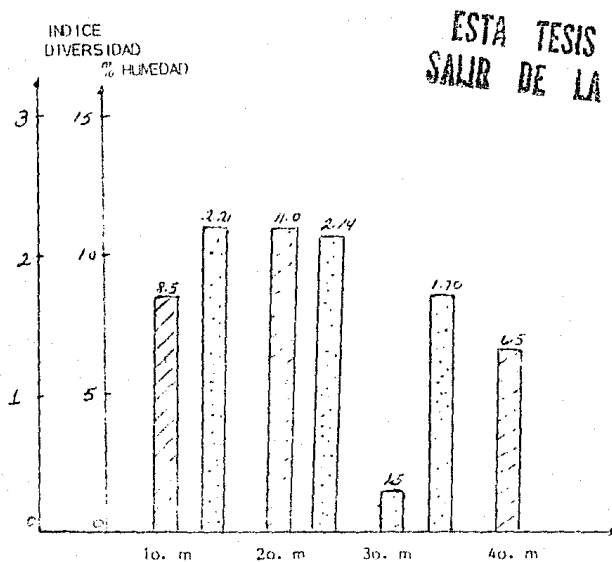
$\frac{\% \text{ humedad}}{\text{Indice de diversidad}}$

$$R_{\% \text{ hum}}^{\text{I.D.}} = -0.51$$

- Primer muestreo = Inicio temporada lluvias  
 Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias  
 Tercer muestreo = Final temporada lluvias  
 Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Durante el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no haberse encontrado fauna.

## ZONA D. REFORESTADA CON PINOS



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

GRAFICA 4. Índice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos.

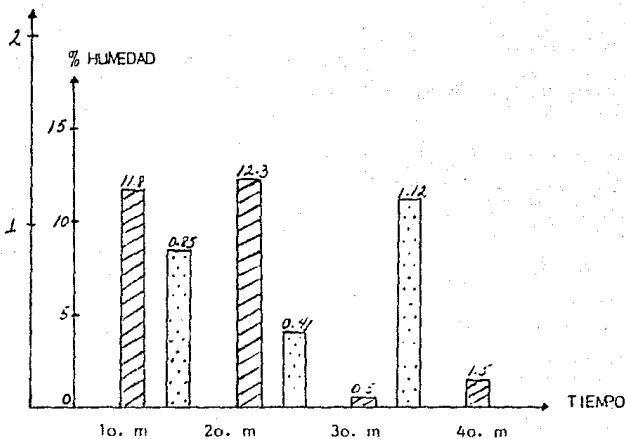
% humedad  
Indice de diversidad

$$R^{ID/\% \text{ hum}} = 0.93$$

- Primer muestreo = Inicio temporada lluvias  
 Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias  
 Tercer muestreo = Final temporada lluvias  
 Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: En el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no encontrarse fauna.

## ZONA E. REFORESTADA CON PINOS Y ZACATE, TEPETATE AFLORADO.

INDICE  
DIVERSIDAD

GRAFICA 5. Índice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos.

% humedad  
Índice de diversidad

$$R^{ID/hum} = -0.82$$

Primer muestreo = Inicio temporada lluvias

Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias

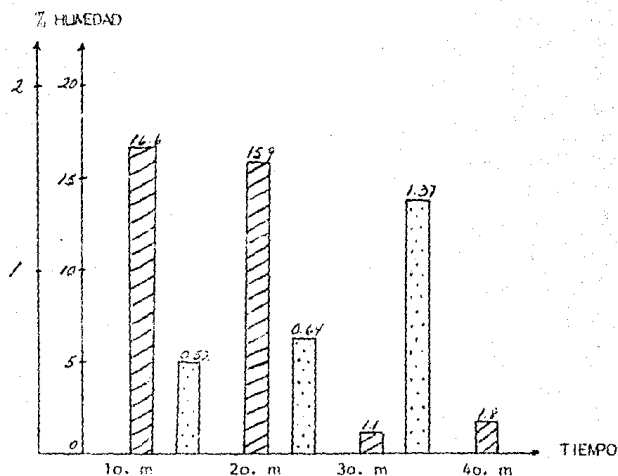
Tercer muestreo = Final temporada lluvias

Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Al no encontrarse fauna durante el cuarto muestreo no se determinó el I.D.

## ZONA F. REFORESTADA CON EUCALIPTOS, TEPETATE AFLORADO.

## INDICE DIVERSIDAD



GRAFICA 6. Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos.

$\frac{\% \text{ humedad}}{\text{Indice de diversidad}}$

$$R^{\frac{\text{I.D.}}{\% \text{ hum}}} = -0.91$$

Primer muestreo = Inicio temporada lluvias

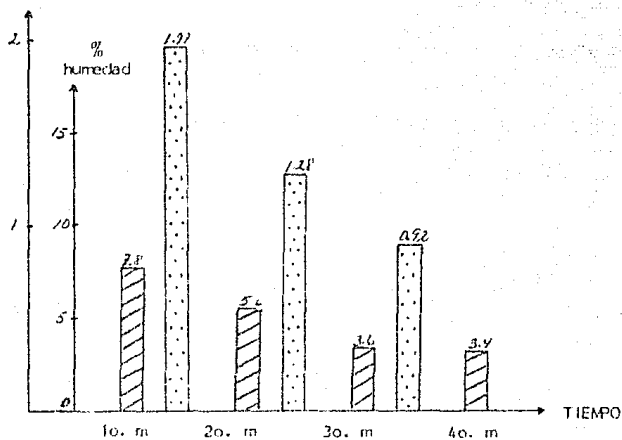
Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias

Tercer muestreo = Final temporada lluvias

Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Durante el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no encontrarse fauna.

## ZONA G. RENOVACION DE PINOS

Indice  
diversidad

GRAFICA 7. Indice de diversidad, % de humedad durante los cuatro muestreos.

% humedad

Indice de diversidad

$$R^{ID/\% \text{ hum}} = 0.988$$

Primer muestreo = Inicio temporada lluvias

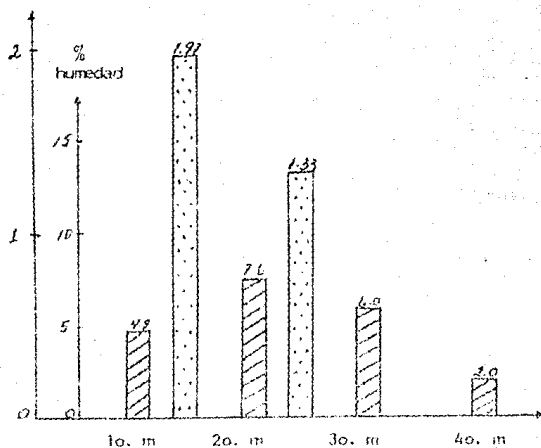
Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias

Tercer muestreo = Final temporada lluvias

Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: En el cuarto muestreo no se determinó el I.D. por no encontrar se fauna.

## ZONA H. NOPALES INTRODUCIDOS

Indice  
diversidad

GRAFICA B. Indice de diversidad, % humedad durante los cuatro muestreos.

% humedad

 $R^{ID} / \% \text{ Hum} = -1$ 

Indice de diversidad

Primer muestreo = Inicio de temporada lluvias.

Segundo muestreo = Mitad temporada lluvias

Tercer muestreo = Final temporada lluvias

Cuarto muestreo = Estiaje

NOTA: Durante el tercer y cuarto muestreo no se determinó el I.D., por no encontrarse fauna.



## VII. DISCUSION

La diversidad es una expresión de la fauna que resulta de las formas de interacción entre los elementos del sistema, es un interesante parámetro del conjunto del ecosistema, se reporta como número simple, sin dimensiones, cualquiera que sea la unidad de evolución de las distintas especies que se utilicen. La información que aporta permite dos generalizaciones que pueden ser definitivas:

- a) Si el valor es bajo se piensa en comunidades transitorias explotadas o bajo condiciones muy fluctuantes.
- b) El valor más alto raras veces excede las 5 unidades (bits) (Margalef, 1980).

El índice de diversidad es una herramienta utilizada para medir las características de un ambiente y el efecto producido sobre la estructura de una comunidad de macroinvertebrados. Ese ambiente soporta comunidades que tienen un amplio número de especies sin muchos individuos de las especies dominantes. Las especies en tal comunidad están colocadas en base a su abundancia numérica, ahí estarían relativamente pocas

especies con gran número de individuos y un gran número de especies representadas solamente por pocos individuos. Se puede provocar la reducción en la diversidad si el ambiente es inapropiado para algunas especies, proporcionándoles a otras una ventaja competitiva.

El investigador tiene que conocer los extremos ambientes de la naturaleza en donde la diversidad de comunidades de macroinvertebrados es baja. Además porque la colonización es al azar, la diversidad es muy variable en una comunidad sucesional, por esta razón, el índice de diversidad calculado para la fauna de un sustrato artificial debe de ser evaluado con precaución.

Los componentes de la diversidad de especies son:

- Abundancia de especies.
- Distribución particular entre las especies.

El índice de diversidad basado en información teórica como originalmente lo propone Margalef comprende solamente los dos parámetros antes mencionados, sin necesidad de una identificación taxonómica.

Para calcular el índice de diversidad se tiene la siguiente fórmula presnetada por Lloyd, Zar y Karr.

$$\bar{d} = \frac{C}{N} (N \log_{10} N - \sum n_i \log_{10} n_i)$$

En donde:

$C = 3.321928$

$N =$  Número total de individuos

$n_i =$  Número total de individuos de cada grupo

Los valores en el índice de diversidad nos dan información sobre las condiciones de la mesofauna del suelo, líquenes, musgos y hojarasca, así como los diferentes factores ambientales que pueden influir sobre ellos.

Dentro de los factores ambientales que influyen sobre la población y en consecuencia en los valores del índice de diversidad están:

Características del suelo como:

a) Contenido de agua

En tierra, el agua y los organismos determinan procesos de distribución vertical por lo tanto el suelo es importante para los organismos y no sólo como soporte sino por contener la reserva de agua y elementos nutritivos solubles. Dentro del suelo el agua es sometida a evaporación y la pérdida de agua afecta a los organismos provocando que éstos escapen profundizándose o emigrando a otros sitios. Las variaciones de la fauna, con respecto a la distribución de la humedad en el suelo provocan migraciones verticales (Marqalef, 1980).

#### b) Cationes presentes

La mayoría de los animales del suelo viven en suelos con relativamente bajo contenido de electrolitos. La influencia de otras sustancias sobre los animales del suelo, es generalmente pequeña.

Ciertos Isópodos y Diplópodos necesitan calcio para la fabricación de sus exoesqueletos, pero la cantidad necesaria por lo general está presente en la mayoría de los suelos que se desarrollan a partir de piedra caliza. Las restricciones de ciertos animales a suelos calizos ha sido explicado como fenómeno microclimático pero no como químico (Kühnelt, 1976).

#### c) Materia orgánica

Todo sedimento y en especial en el suelo, contiene una parte de materia orgánica, en suelos desérticos encontramos el 1% de su peso total, en la turba es del 100%, el promedio de materia orgánica en el suelo es de 5%. El humus deriva de restos de organismos de sus excreciones y secreciones con todos los productos de su transformación de modo que su composición de origen es muy variada.

Con respecto a la estructura del suelo, son los organismos terrestres los que están sometidos periódicamente a la desecación, dando lugar a estructuras poligonales de muy diversas dimensiones. Pero son éstos los que contribuyen más intensamente a la estructura. Las raíces vegetales, las hifas de los hongos y las galerías de los animales, abren vías de circulación para el agua y el aire. La atmósfera del suelo se halla en comunicación con la atmósfera libre, excepto en suelos ricos en

agua (Margalef, 1980).

El efecto de estos valores se va a ver reflejado en el valor del índice de diversidad como lo menciona Margalef (1980).

Todo lo antes mencionado concuerda con nuestros resultados, en los que podemos apreciar que la humedad del suelo tiene influencia determinante sobre los valores del Índice de diversidad de la fauna, aunque es influida también por otros aspectos como es la temperatura, profundidad del tepetate, tipo de vegetación existente, manejo del suelo y material parental. A excepción de las zonas E y F donde el tepetate está aflorado, el primer muestreo realizado en el inicio de la temporada de lluvias presentó un incremento en el valor del índice de diversidad en correlación con el cuarto muestreo que corresponde al estiaje (ver gráfica). Sin embargo, al aumentar el contenido del agua en el suelo como resultado del avance de la temporada de lluvias en las zonas A, B y C (Gráficas 1, 2 y 3), en donde se encontraron los grupos himenópteros, quilópodos y ácaros como dominantes. Estas zonas se encuentran reforestadas con eucaliptos. No se presenta un incremento paralelo en los valores del índice de diversidad, este incremento sí se presenta en las zonas D, G, H y C las que se encuentran reforestadas con pinos o para el caso de la zona H que presenta una zona con nopales y que fue de las primeras áreas sometidas a reforestación en donde anteriormente se encontraban pinos. En estas zonas los grupos dominantes fueron los ácaros, himenópteros y nemátodos.

La diferencia en los valores del índice de diversidad puede ser

explicada en base al diferente efecto que sobre el suelo va a tener la población de eucalipto o pino. Las zonas con pino presentan una acumulación de mantillo que va a originar mayor cantidad de materia orgánica ya que se encuentran troncos y acículas que favorecen la formación de madrigueras o nichos para una mayor cantidad de individuos, las zonas con eucalipto producen una menor cantidad de mantillo, además de que sus hojas pueden presentar cierta resistencia al desarrollo de la actividad microbiana, lo que puede restringir su utilización por la fauna e incluso, provocan su disminución. Esto concuerda con los datos obtenidos en el tercer muestreo en el que se observa un incremento en el índice de diversidad manteniéndose alto.

Durante el cuarto muestreo que corresponde al estiaje, la humedad relativa disminuye en estos casos, presentándose también una disminución drástica en el índice de diversidad que incluso no pudo ser determinada por no encontrarse individuos, lo cual está de acuerdo con lo descrito anteriormente como son las migraciones hacia otras zonas o hacia sitios más profundos cuando las condiciones lo permiten o tal vez porque algunos organismos como los caracoles y diplópodos sólo son activos en estos lugares durante la temporada de lluvias. Algunos otros animales se ocultan dentro de las ranuras de las piedras que son un hábitat perfecto para protegerse de la desecación, varios de estos animales depositan en estas ranuras sus excrementos y acumulan materia orgánica, lo que les permite una mayor capacidad de retención de agua, provocando condiciones más estables. Otros animales poseen estados que les permiten resistir la temporada de sequía, como por ejemplo, algunos nemátodos y tardígrados, sin embargo, los oligoquetos y enquitreidos pueden desplazarse

a otros sitios gracias a su capacidad de movimiento (Kühnelt, 1976).

Los resultados encontrados en la zona D y G reforestada con pinos en la que no se encuentra el tepetate aflorado, el inicio de la temporada de lluvias (primer muestreo), provoca un alto valor en el índice de diversidad con dominancia de Orthópteros, Arácnidos y Nemátodos, estos valores disminuyen en la zona G durante el segundo y tercer muestreo, sin embargo, se mantienen altos en la zona D, lo cual podría deberse probablemente a que en esta zona los pinos presentes son de mayor edad que en la zona G, permitiendo un mayor número de madrigueras, así como tallos y hojas a un mayor tiempo de descomposición, dando como resultado un suelo más desarrollado en comparación al que se tiene en la zona E en la que se encuentran pinos más jóvenes, durante el estiaje de manera similar a las zonas reforestadas con eucaliptos también aquí se presenta una caída drástica en el índice de diversidades aunque en estos casos se presenta cierta cantidad de humedad en el suelo; lo anterior podría deberse porque en la zona G los individuos se comportan de igual manera que en las zonas de eucalipto emigrando hacia otros sitios más favorables como lo antes descrito y citado por Kühnelt (1976), y por lo que respecta a la zona D, ésta sufrió un serio incendio que acabó casi por completo con los pinos presentes alterando en una forma inesperada los parámetros considerados.

En la zona H, que actualmente se encuentra con nepalera, pero que inicialmente fue reforestada con pinos, el índice de diversidad es bajo, al igual que el porcentaje de humedad en comparación con las zonas D y G, el índice de diversidad va disminuyendo en el segundo muestreo y

desaparece a partir del tercero a pesar de que se encuentra humedad en el suelo, lo cual puede ser explicado por Margalef (1980), en donde dice que las labores culturales provocan disminución drástica en este valor, y ésta es una zona que es sometida constantemente a este tipo de actividades, las zonas E y F reforestadas con pino, zacate y eucalipto, respectivamente, los valores del índice de diversidad son muy bajos en los dos primeros muestreos a pesar de que el contenido de aguas es elevado, esto podría explicarse porque la cantidad de suelo que sirve para soporte de la fauna es muy escaso e incluso en ocasiones no se encuentra, tal vez se deba a que en estas zonas se encuentra el tepetate aflorado. En el tercer muestreo el índice de diversidad aumenta considerablemente en ambos casos aunque se presenta una disminución en el porcentaje de humedad, por lo que puede pensarse que a este sitio es a donde emigran algunos de los organismos de las otras zonas estudiadas en donde se observa disminución en los valores del índice de diversidad como se puede apreciar en las zonas D y G que son las cercanas a estas zonas con tepetate aflorado, aunque también debe considerarse la dinámica en el ciclo de vida de los organismos encontrados como son los Orthópteros (saltamontes) e Hymenópteros (hormigas). Durante el cuarto muestreo al igual que en todos los casos se presenta una desaparición de la fauna, la cual puede ser explicada por las mismas condiciones de las zonas anteriores o porque la mayoría de los animales que se encuentran sobre la superficie de las piedras son visitantes ocasionales como lo reporta Kühnelt (1974).

En cuanto a los resultados de los análisis químicos, en lo que respecta a la materia orgánica, y a la excepción de las zonas E y F su



contenido se encuentra en una cantidad adecuada para tolerar las actividades de la fauna y buena disposición para el desarrollo de la vegetación, los valores más bajos encontrados en las zonas E y F están de acuerdo con las condiciones presentes en esos sitios, ya que allí se encuentra el tepetate aflorado, lo que indica una poca retención del suelo y un sustrato desfavorable para la flora y la fauna, lo cual está de acuerdo con los primeros valores obtenidos en su índice de diversidad y apoya la idea de que la elevación de estos valores en los últimos muestreos es representada por fauna que emigra hacia estos sitios y que probablemente sólo sea temporal según sus características migratorias propias de saltamontes (orthópteros) y hormigas (hymenópteros) encontrados en estas áreas. El alto valor obtenido de materia orgánica en la zona B (eucaliptos en pendiente) probablemente fue debido a un error de muestreo realizado en un sitio que debido a la topografía del terreno presentó una alta acumulación de materia orgánica lo cual concuerda con el valor más bajo de pH obtenido (5.3), ya que los pH ácidos están relacionados con un alto contenido de materia orgánica, todos los demás valores en pH a excepción de la zona A y F presentaron los valores de pH similares dentro del rango que permite también la supervivencia de flora y fauna, el valor de pH (7.2) obtenido en la zona A puede ser debido a que esta zona corresponde a la parte más alta que pudo presentar lavado de protones hacia las zonas más bajas. El pH de 8.1 de la zona F también puede ser debido al afloramiento del tepetate y material calizo en esa parte.

El contenido de sales (conductividad eléctrica), a excepción de la zona B se encuentra también en rangos que no provocan daños sobre la

flora y fauna. El valor de 2.5 encontrados en la zona H apoya también la idea de que se presenta una zona de acumulación de materiales, por lo que no fue un lugar adecuado de muestreo.

En los datos de nitrógeno total, de nuevo a excepción de la zona E, se encuentra en cantidades más o menos similares en suelos que no tienen problemas de tepetate alforado como son los sitios E y F, en que los bajos valores obtenidos demuestran poca capacidad de retención de materia orgánica única fuente de nitrógeno en este tipo de suelos.

Los resultados variables en fósforo, potasio, capacidad de intercambio catiónico y características físicas son atribuidos a que las técnicas desarrolladas para análisis de suelos del Laboratorio de Servicios del Departamento de Suelos no son adecuadas para material derivado del tepetate siendo necesario desarrollar técnicas especiales para este tipo de análisis (Tabla 5).

## VIII. CONCLUSION

Las características del suelo de la Estación Mario Avila "Siberia" influyen sobre el comportamiento de las poblaciones de la fauna presente.

La cantidad de humedad parece ser el factor determinante pero no exclusivo sobre la dinámica de la fauna.

De acuerdo al tipo de reforestación a que ha sido sometida la zona, son las condiciones que se desarrollan en el suelo y que van a influir determinadamente sobre las poblaciones de la edofauna. En base a lo anterior se pueden distinguir los siguientes hábitats:

Zona reforestada con eucaliptos en que las condiciones del suelo desarrollado por este tipo de vegetación son capaces de apoyar una buena diversidad de especies siempre y cuando se encuentre humedad adecuada.

Zona reforestada con pinos, el suelo originado en este tipo de vegetación parece ser más favorable para la diversidad de especies en relación a la reforestada con eucaliptos, ya que en la de pinos fue en

donde se encontraron los valores más altos en el índice de diversidad, aunque es afectada por las técnicas de renovación.

Zona con tepetate aflorado, estas son áreas en las que recientemente se ha iniciado su recuperación y en las que aún no se logra una integración adecuada del suelo, no encontrándose un sustrato adecuado para sostener una alta diversidad de especies, aunque ésta puede ser zona de inmigración de especies provenientes de áreas en mejores condiciones.

Zona de actividades de cultivo, que corresponde a la de nopales introducidos en el cual las condiciones del suelo aparentemente son favorables para una buena diversidad de especies, sin embargo ésta no es muy alta debido a que las labores de cultivo desarrolladas por el hombre provocan la destrucción de las condiciones favorables para la misma.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Alexander, M. 1986. Introducción a la microbiología del suelo. Libros y Editoriales, México.
- Alizai, H. V. and et al. 1970. Effects of soil texture on evaporative loss and available water in semi-arid climates. Soil Science, 110(5): 328-332.
- Avila, H. M. 1963. Recuperación de suelos erosionados de Chapingo, México, con plantaciones forestales. Tesis M.C. Agrícolas. Colegio de Postgraduados. ENA, Chapingo, México.
- Bouché, B. M. 1984. Faune et flore telluriques: leur contribution à la fertilité du sol. Faune et flore auxiliares en agriculture. París; 4-5 mai-act. pp. 105-117.
- Brady, C. N. 1974. The nature and properties of soils. 8a. ed. Macmillan Publishing Co., Inc. pp. 111-325.
- Burges, A. y F. Raw. 1971. Biología del suelo. 1a. ed. Editorial Omega.
- Chamorro, B. E. C. 1986. La fauna en el suelo del Neusa (Cundinamarca) bajo diferentes cultivos. Inst. de Geografía Agustín Cidazzi. Univ. Nal. de Colombia, Bogotá, D. E. pp. 1-31.
- Chamorro, B. E. C. y Soto, H. L. Cambios en la comunidad macrofaunística en suelos de Vichada (quartzipsammentic Haplustroz) afectadas por las quemaz. Acta Biológica Colombiana. Vol. 1, No. 3. pp. 11-23.
- Chamorro, B. E. C. Efecto del uso del suelo sobre la composición edofaunística de los páramos que circundan la Ciudad de Bogotá. Univ. Nal. de Colombia. pp. 1-35.
- Fassbender, H. W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Ed. IICA. Turrialba, Costa Rica.

- Forsythe, W. 1980. Física de suelos. Manual de Laboratorio. Ed. IICA. San José, Costa Rica.
- Fritz, M. E. 1964. La vida animal en el suelo, un mundo oculto bajo nuestros pies. Barcelona, España.
- Geeseking, J. E. 1970. Soil components. primera edición. New York, Springer-Verlag. Vol. 1 y 2.
- Janick, J. and et al. 1974. Plant science an introduction to world crops. 2a. ed. Editorial Freeman. pp. 189-254.
- Krebs, J. CH. 1972. Ecology the experimental analysis of distribution and abundance. 2a. ed. Harper and Row. pp. 17-110.
- Küanelt, W. 1976. Soil biology. 1a. ed. Michigan.
- Lloyd, M. and et al. 1966. On the calculation of information - theoretical measures of diversity. The American Midland Naturalist. pp. 257-272.
- Lohm, U. and Persson, T. 1976. Soil organisms as components of ecosystems. 1a. ed. Ecological Bulletins.
- Margalef, R. 1960. Ecología. 3a. reimpresión. Editorial Omega. pp. 359-381.
- Martínez, M. 1983. Perspectivas técnicas sobre la conservación y productividad de suelos en México. Terra No. 1. pp. 24-30.
- Millar, C. E. and et al. 1965. Fundamentals of soil science. 4a. ed. Toppan Company. LTD. Tokyo, Japan.
- Murphy, W. P. 1962. Progress in soil zoology. 1a. ed. Brittan Press. Great Britain.
- Ortiz, V. B. y Ortiz S., C. A. 1987. Edafología. 7a. ed. Depto. de Suelos. Univ. Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Richards, R. 1974. Introduction to the soil ecosystem. 1a. ed. Longman, London.
- Rivera, H. A. E. 1989. Producción agroforestal de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus resinifera* Sm.) y pino (*Pinus montezumae* Lamb) sobre suelos parcialmente recuperados de la erosión. Tesis del Depto. de Suelos, Univ. Autónoma Chapingo.
- Szegi, J. 1977. Soil biology and conservation of the biosphere. 1a. ed. Akadémiai Kiadó, Budapest. pp. 117-117.

- Vázquez, P. F. J. 1983. El papel de los diferentes grupos de organismos sobre el suelo. Tesis. Univ. Autónoma de Nuevo León.
- Walter, R. E. 1973. Soil conditions and plant growth. 10a. edición. Editorial Longman. pp. 185-213.
- Weber, I. and et al. 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents, office of research and development. U.S. E.P.A. Cincinnati, Ohio. U.S.A. pp. 14-19.