

37
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

EFFECTO DEL LIRIO ACUÁTICO EN LA FAUNA DE
MICROARTROPODOS EDÁFICOS EN UNA ZONA DE
XOCHIMILCO, D. F.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A :

Gabriela Carlos Hernández



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.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	11
III. OBJETIVOS	14
IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	15
A. <u>Datos Geológicos y Edafológicos.</u>	15
B. <u>Datos de localización.</u>	18
C. <u>Clima.</u>	23
V. MATERIAL Y METODOS	29
A. <u>Selección y Acondicionamiento de la Parcela Experimental</u>	29
B. <u>Muestreo y Análisis Edafológico.</u>	31
C. <u>Obtención del Abono Verde.</u>	32
D. <u>Aplicación de Herbicidas y Plaguicidas.</u>	33
E. <u>Muestreo y Procesamiento de la Fauna Edáfica.</u>	34
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	37
A. <u>Distribución Porcentual de los Microartrópodos.</u>	39
B. <u>Fauna Asociada al Lirio y al Estiércol.</u>	40
C. <u>Muestreo Preliminar del Suelo.</u>	41

D. <u>Abundancia Relativa de los Microartrópodos</u>	42
E. <u>Porcentaje de Permanencia (PP)</u>	51
F. <u>Coefficiente de Frecuencia (CF)</u>	53
G. <u>Similitud Faunística</u>	56
H. <u>Abundancia</u>	58
I. <u>Variación Mensual</u>	64
J. <u>Diversidad</u>	82
K. <u>Barbecho, Plaguicidas y Fuego</u>	84
L. <u>Análisis Edafológico</u>	87

VII. CONCLUSIONES	97
-----------------------------	----

VIII. BIBLIOGRAFIA	101
------------------------------	-----

I. INTRODUCCION

La capa de suelo, compuesta aproximadamente de unos cuantos centímetros hasta dos o tres metros de profundidad, podría parecer insignificante ante los ojos de cualquiera; sin embargo en ella se encuentran poblaciones vegetales y animales microscópicas que establecen una relación directa con el medio externo y los nutrientes de los cuales depende su vida, ya que estas poblaciones se encargan de descomponer e incorporar los residuos vegetales y animales que retornan al suelo, en forma de materia orgánica.

Una de las funciones de la materia orgánica es poner a disposición de las plantas los elementos necesarios para su buen desarrollo; por ejemplo, el nitrógeno normalmente es aportado por la materia orgánica, pero en áreas de cultivo es proporcionado por el hombre a través de fertilizantes. Otra de sus funciones consiste en unir las partículas minerales formando agregados que facilitan una estructura abierta, con un volumen adecuado de poros para una buena aereación, que es muy importante en suelos con contenido moderado o fuerte de arcillas (Thompson y Troeh, 1980).

Ya que los suelos se desgastan por los cultivos y sufren erosión eólica e hídrica, se ha optado por fertilizantes e incorporarles materia orgánica a través de químicos, estiércol y abonos verdes.

En la adición de materia orgánica a través de estiércoles, se incluyen los guanos, tanto de aves terrestres como marinas, murciélagos, ganado ovinocaprino, bovino, equino y porcino. La incorporación de estiércol al terreno facilita la aereación y aumenta la capacidad de retención de humedad, e incrementa la fertilidad del suelo. La descomposición de los estiércoles es lenta, por lo tanto su efecto es prolongado, pudiendo ser mayor si periódicamente se repiten las adiciones (SAG, 1975).

Por otro lado, se entiende como abono verde, cualquier planta que cumpla con el requisito de agregar materia orgánica al ser incorporada al terreno; y que su composición sea acuosa (suculenta) y no tenga consistencia leñosa, para que los tejidos rápidamente se descompongan y pasen a formar parte del suelo (SAG, *op. cit.*); las algas verdes y el lirio acuático son plantas que han sido utilizadas para esa finalidad.

Entre los estudios realizados con algas verdes se conoce el de Rapoport & Selika (1964), "Ensayo sobre la aplicación de algas como fertilizantes y su efecto sobre la micro y mesofauna del suelo" donde los autores observaron que la aplicación de algas como fertilizante provoca leves incrementos en las poblaciones de artrópodos del suelo, después de tres meses y medio de aplicadas.

El lirio acuático (Richhornia crassipes) se ha considerado en México y en otros países como una maleza, debido a que crece en grandes proporciones y en lugares donde no se desea, que presentan las condiciones favorables para su reproducción y crecimiento acelerado, lo cual provoca problemas ecológicos, económicos y de salud pública (Contreras, et. al.: 1982).

Entre los problemas que causa esta planta se encuentran el evitar el paso de la luz, provocando que no haya producción de fotosíntesis y causando así la anaerobiosis, acelera la eutroficación de lagos y embalses, devalúa las condiciones recreativas del lugar, obstruye los canales de riego y navegación, entorpece a la maquinaria de las presas hidroeléctricas, causa pérdidas de un 50% del volumen de agua a través de la transpiración en plantas de tratamiento para aguas residuales (Rexford, 1982); además de que las malezas son un sitio favorable para el desarrollo de diversos vectores relacionados con enfermedades.

Debido a lo anterior, se ha tratado de dar solución al problema de la proliferación de malezas acuáticas, utilizando para ello diferentes tipos de control, entre los que se encuentran:

El control físico, que consiste en extraer las malezas acuáticas en forma manual, con bieldos, o en forma mecánica con máquinas especiales (motocosechadora).

El control biológico implica la introducción de agentes bióticos dentro de un área con vegetación indeseable, para una vez establecido el organismo proporcione un control permanente.

El control químico, utiliza compuestos llamados herbicidas, que sirven para controlar o combatir las malezas. Esta es una de las técnicas más discutidas, ya que proporciona buena eficiencia de control al cuerpo de agua donde se aplica, pero su efecto ecológico no ha sido del todo evaluado; ya que algunos técnicos e investigadores están de acuerdo en que cuando los productos químicos son rociados en dosis adecuadas y con cierta periodicidad, ofrecen un control rápido y prolongado, a diferencia del control biológico y mecánico, ya que el primero es lento y el segundo involucra mayor cantidad de mano de obra o de inversión inicial (Carlos H., 1984).

En México, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), realiza estudios de control biológico en el Centro de Estudios Limnológicos de Guadalajara, Jal., en la Presa Valle de Bravo, Presa Valsequillo y el Lago de Xochimilco se practica el control mecánico a través de diferentes instituciones.

Al lirio acuático, se le ha dado un uso diverso, por ejemplo, Rexford (1982) señala que puede utilizarse como indicador de contaminación, ya que a través de los análisis de

los tejidos de las plantas es posible determinar la presencia de sustancias tóxicas tales como plaguicidas, metales pesados, etc, que absorben por la raíz y pueden llegar, según sea la contaminación y edad de la planta, hasta las hojas.

En México se han realizado estudios del lirio acuático para aprovecharlo en la elaboración de pulpa y papel (Mayen, 1984), carbón activado (Carrillo et. al., 1979), obtención de biogas y composta (Rebollar, 1983), pero principalmente como forraje (Rodríguez, 1980) y como abono verde para abastecer al suelo de materia orgánica y minerales (Bastidas, et. al. 1980).

En Hidalgo, al lirio acuático se le ha utilizado como forraje en la Presa Requena, Estado de Hidalgo, y como abono verde en la reestructuración de suelos en el mismo estado. Esta aplicación se debe a la capacidad del lirio de absorber nutrientes del agua, por ello actualmente se le ha empleado en zonas de cultivo para proporcionarles materia orgánica y mejorarles la textura. Se ha observado, que en la desintegración del lirio acuático así como en la del estiércol, influye el factor humedad. Por ejemplo, la descomposición total del lirio en zonas de cultivo del Estado de Hidalgo tarda aproximadamente tres meses, mientras que en zonas muy húmedas como son las chinampas de Xochimilco, en 15 días se lleva a cabo.

Por otra parte, en la descomposición e incorporación de la materia orgánica al suelo intervienen diversos grupos florísticos y faunísticos (Najt, 1976), entre los mejor representados se encuentran las bacterias, hongos, algas, protozoarios, nemátodos, enquitreidos, lumbrícidos y artrópodos; ya que se alimentan de ella en diferentes estados de descomposición, influyendo en la estructura y humificación del suelo.

Los artrópodos de mayor abundancia encontrados comunmente en el suelo son: los ácaros, colémbolos, coleópteros, tisanópteros, dípteros, dipluros, muchas larvas de insectos, paurópodos, diplópodos, quilópodos y sínfilos.

Por la amplitud y complejidad de tales grupos, sólo se mencionan algunos aspectos de interés de los artrópodos. Por ejemplo, Grill (1969) describe que ha habido numerosos intentos por correlacionar la abundancia estacional de los microartrópodos con parámetros específicos del ambiente, así como también relacionar la abundancia en diferentes localidades y ambientes.

Los resultados de algunos de estos estudios mencionan la importancia de los factores físicos en la determinación de la abundancia de los microartrópodos del suelo, mientras los resultados de otros indican que la cantidad de hojarasca o suelo orgánico presente es el factor más importante para determinar la abundancia de cada grupo.

Rapoport (1988) cita que los suelos húmedos albergan una fauna más numerosa y variada que los desérticos. Los inundables por el contrario, tienen mayor abundancia en las estaciones más secas, ya que la fauna geotmobionte se muere o es barrida por el agua siendo después reemplazada por la geohidrobionte. De lo anterior se concluye que la temperatura, humedad, altitud, textura y materia orgánica son factores que más influyen en la densidad y presencia de las poblaciones de microartrópodos.

Por ejemplo, el tamaño de los poros corresponde con frecuencia al de los microartrópodos, siendo así, un factor limitante. Los animales del suelo directa o indirectamente dependen de la materia orgánica y puede decirse que con frecuencia existe una correlación positiva, salvo que existan factores limitantes como antibiosis, sequía y exceso de humedad (Rapoport, *op. cit.*).

Rapoport, en 1964, señala que los suelos tratados con fertilizantes orgánicos contienen fauna más numerosa que los tratados con fertilizantes inorgánicos y éstos son más ricos en fauna que los no fertilizados. Sin embargo, la diversidad de especies puede disminuir y el número poblacional aumentar, esta diversidad de especies y número de individuos depende de factores tales como los grupos de animales, fertilizantes y clima presentes en el área.

El hombre, además de agregar al suelo fertilizantes químicos y abonos verdes, para obtener un mayor rendimiento y menor pérdida de su cosecha, utiliza plaguicidas y herbicidas sin importarle los efectos que éstos tienen sobre las plantas, el ambiente o el suelo, ya que a éste van a dar todos ellos cuando se aplican antes de una lluvia, o por accidente al estar rociando las plantas. Una vez que llegan los químicos al suelo, pueden ocasionar daños a algunos organismos, a otros los pueden matar o bien alterar su ciclo de vida y patrones reproductivos, así como también modificar su comportamiento y éstos dependen del tipo y dosis de herbicida o plaguicida aplicado (Butcher W., y Snider M., 1975).

Por ejemplo Wibo (1982) menciona que el Aldrin y DDT no ocasionan daños significativos a las poblaciones de Onychiuridae, sin embargo, el Aldrin causa la muerte a los Isotomidae y Entomobryidae; y ciertas especies de ácaros y Collembola son resistentes al Parathion y aprovechan la ausencia de sus depredadores exterminados para multiplicarse. Edwards (1978) escribe que los insecticidas organoclorados tienen mayor influencia sobre la microfauna del suelo que los organofosforados; y que en general todos los insecticidas excepto el Aldrin son muy tóxicos para ácaros depredadores. La mayoría de los insecticidas decrece la diversidad de especies de microartrópodos; los nematicidas tienden a ser muy tóxicos a microartrópodos de suelo, mientras que los fungicidas, herbicidas y molusquicidas producen pocos efectos directos sobre la

microfauna del suelo. Este autor también menciona que otro de los efectos indirectos, se da en el cambio del número de la población debido a que el alimento disponible es alterado.

En México, se utilizan abonos verdes, fertilizantes y plaguicidas, sin conocer los daños o beneficios que ellos pueden ocasionar a los organismos que lo habitan, por ello, es importante estudiar los organismos que existen en el suelo, sus hábitos alimenticios, reproductivos y ciclo de vida, así como sus relaciones con el ambiente.

El presente trabajo se realizó en forma colateral con el proyecto de "Aprovechamiento del Lirio Acuático en las Zonas Agrícolas de Temporal en Xochimilco, D. F." que efectuó la Subdirección de Investigación y Entrenamiento (SARH) en 1983, con el objetivo de determinar la factibilidad técnica económica de aprovechamiento del lirio acuático al ser incorporado en tierras de temporal y evaluar las características del suelo, sin estudiarle el efecto que ocasiona a la fauna de éste. Desafortunadamente, no existe reporte alguno sobre tal proyecto. Ello fué lo que nos indujo a complementar este estudio, con la evaluación del suelo a partir de los resultados obtenidos por la SARH.

Por otro lado, en México se desconoce por completo la fauna de microartrópodos de áreas de cultivo, lo cual, hace aún más interesante este estudio.

La parcela de San Mateo Xalpa, Xochimilco, se dividió en lotes, donde a unos se aplicó lirio acuático, a otros lirio acuático-estiércol y en otros se dejó solo el suelo para utilizarlo como testigo, ésto permitió poder hacer una comparación de población de artrópodos con diferentes variables en el área de trabajo.

II. ANTECEDENTES

Como se ha mencionado en forma breve en la parte anterior, actualmente muchas de las investigaciones modernas sobre fauna del suelo, enfocan sus objetivos a aspectos ecológicos; en México, estas investigaciones son escasas y muy recientes, entre las que se encuentran:

Para zonas áridas la de Estrada y Sánchez (1986) que contribuyen al conocimiento de los ácaros y al papel que ellos desempeñan, como parte de la fauna edáfica de dos zonas semiáridas del Valle de Tehuacán, Puebla.

En cuanto a regiones boscosas, Palacios-Vargas (1985) realizó el estudio de los microartrópodos del Popocatepetl, en donde describe algunos aspectos ecológicos de los ácaros oribátidos e insectos colémbolos; además discute en forma preliminar la biogeografía de estos grupos. De dicho proyecto han derivado otras investigaciones principalmente taxonómicas, morfológicas y ontogenéticas.

Moreno (1985), también en la zona boscosa del Popocatepetl, determinó la diversidad de la comunidad de ácaros de un suelo. Por su parte, Riverón (1985) efectuó el estudio de la artropodofauna asociada a musgos en una región altimontana del

poblado de Coajumulco, Morelos, logrando conocer algunos aspectos ecológicos e interacciones de los artrópodos con los musgos y entre ellos mismos.

También se han llevado a cabo trabajos que incluyen la recopilación de la fauna encontrada dentro y fuera de cuevas de los estados de Morelos y Guerrero (Hoffmann, Palacios-Vargas y Morales-Malacara, 1986), que ha sido utilizada para diversos estudios como: de biocenosis (Palacios-Vargas y Morales-Malacara, 1983), ecológicos (Palacios-Vargas, Vázquez y Morales-Malacara, 1985), bioecológicos (Hoffmann, Palacios-Vargas y Morales, 1980), y para la descripción de nuevas especies de fauna edáfica de cuevas y de su exterior.

Otros estudios son el de Mejía (1986), que discute algunos aspectos biológicos y ecológicos del grupo Bdellidae (Prostigmata); y el de Lavelle, Maury y Serrano (1981), quienes llevaron a cabo el estudio cuantitativo de la fauna del suelo de la región de Laguna Verde, Veracruz, que forma parte del estudio sobre seguridad ecológica de la planta nucleoeléctrica que la Comisión Federal de Electricidad se encuentra instalando en esa zona.

Por otro lado, en la zona de Xochimilco, se tiene conocimiento del "Estudio Geográfico de la Delegación de Xochimilco" (Mendoza, 1961), en el cual se hace un análisis del suelo de toda la delegación incluyendo una estación a dos

kilómetros al sureste del pueblo de San Mateo Xalpa, donde se cultiva maíz, frijol y haba, también se describe que el suelo de ésta estación es de tipo limo-arenoso.

En 1953, la SARH, a través de su Dirección de Usos del Agua, observó en la zona de San Mateo Xalpa el rendimiento de la cosecha de cultivos de papa, avena y frijol, en lotes donde se aplicó lirio acuático y lirio-estiércol; de estos resultados no se conserva ningún informe.

Por último, en 1986, Najt y Palacios-Vargas, en su publicación sobre los Brachystomellinae de México (Collembola), describieron la especie Brachystomella gabrielae, colectada en 1983 en la parcela experimental de San Mateo Xalpa, durante la realización de este proyecto.

III. OBJETIVOS

- Estimar los efectos sobre los microartrópodos edáficos, que se provocan al incorporar lirio acuático y lirio acuático-estiércol como materia orgánica.

- Determinar y cuantificar, a nivel familia, los microartrópodos de los dos tratamientos (lirio acuático, lirio acuático-estiércol) y un testigo.

- Obtener la abundancia relativa de los principales grupos de artrópodos.

- Observar la variación de frecuencia y densidad, de los artrópodos más representativos con los dos diferentes abonos (lirio acuático y estiércol).

- Aplicar algunos índices ecológicos para detectar el comportamiento de las poblaciones de microartrópodos.

- Detectar algunos cambios edafológicos que se provocan a través de la incorporación de abono.

IV. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

A. Datos Geológicos y Edafológicos.

La Cuenca de México, emergió del mar al final del Cretácico Tardío y por sus diferentes acumulaciones de depósitos piroclásticos que van desde el Terciario Medio (Paleógeno) al Holoceno y Actual, sugieren un origen eminentemente volcánico.

Los diferentes depósitos basálticos que aparecen en la Cuenca de México, son el resultado de numerosas actividades volcánicas que sufrió esta zona, en el Oligoceno Medio, por tanto, el grupo basáltico se encuentra representado por una vasta serie de unidades repartidas a lo largo de toda la cuenca, por ejemplo, los actuales depósitos de los alrededores de Pachuca.

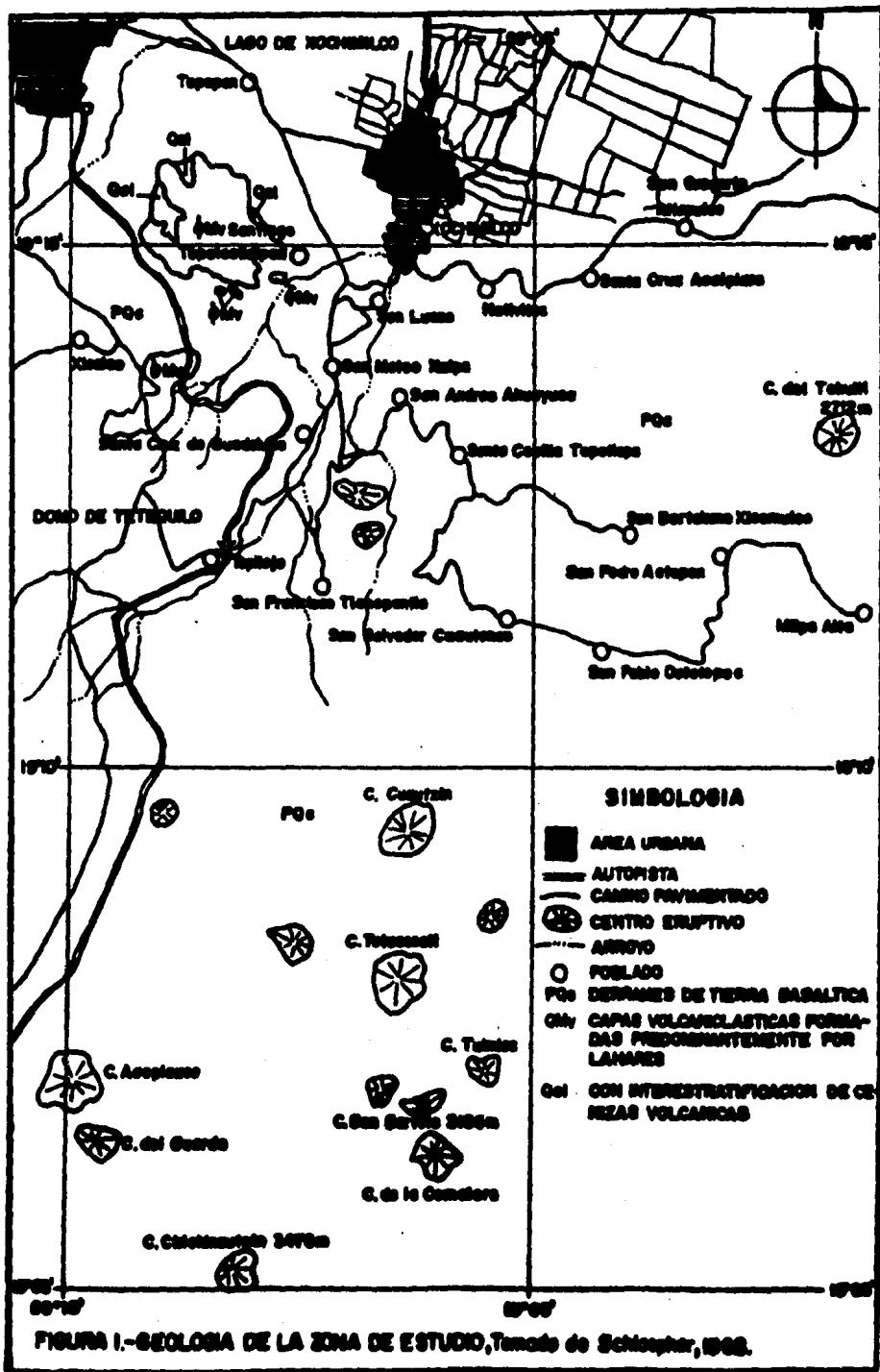
Hacia el sur, a principios del Pleistoceno ocurrieron nuevas erupciones, formando volcanes basálticos como el Cerro Gordo y después el Chiconautla. La actividad de estos dos volcanes, provocó la inundación de los valles adyacentes con lavas principalmente de tipo vesicular.

Durante el Plioceno Tardío y principios del Pleistoceno, la zona sur, se vió afectada por hundimientos acelerados desarrollándose así un nuevo periodo de vulcanismo que se manifestó por basáltos olivínicos con microlitos de labradorita y

abundantes granos de augita en una matriz holocristalina, pertenecientes a la formación del Chichinautzin, ello también provocó el cierre de la Cuenca de México (Cervantes, 1983).

Dentro de esta formación se encuentra el Domo de Tetequilo y al este la zona de San Mateo (Fig. 1), ya que ésta se formó en la Era Cenozoica, Edad Terciaria que pertenece al Periodo Plioceno, periodo en que aparecieron especies que tienen muchos representantes en la flora y fauna actuales. La morfología de ésta unidad se caracteriza por abundantes conos cineríticos y escoriáceos en varias etapas de erosión; algunos de ellos por su perfecta preservación, deben haberse formado hace pocos miles de años (Schlaepfer, 1968).

Con respecto a los suelos de esta zona, Schlaepfer (Op. cit.), describe que los que se encuentran entre los 2,250 y 4,100 msnm, son suelos que se derivan de cenizas volcánicas ricas en vidrio de basaltos olivínicos, andesitas, dacitas y riocacitas. Además, menciona que generalmente presentan alto contenido de materia orgánica (2 - 15 %), gran capacidad de intercambio iónico (14 - 60 me/100 g) y abundante nitrógeno total (0.1 - 0.8 %).



B. Datos de localización.

En México se encuentran sistemas montañosos, entre ellos tenemos a la Sierra del Ajusco, Tres Cruces y Zempoala, que forman parte de la Cuenca de México, donde se localiza el Distrito Federal (Fig. 2).

Al sur de éste, se sitúa la Delegación de Xochimilco, sitio importante, por encontrarse ahí lagos y canales que disfruta el turismo y por sus chinampas donde se cultivan cereales, hortalizas y plantas ornamentales, todas ellas de consumo en el Distrito Federal.

La Delegación de Xochimilco se encuentra colindando al norte con las delegaciones de Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac, al oriente con una porción de Tláhuac y Milpa Alta, al sur con Milpa Alta y Tlalpan, y al poniente con Tlalpan (Fig. 3). Esta delegación acoge al pueblo de San Mateo Xalpa y éste a la parcela experimental que se localiza a 4.8 km de Xochimilco y a 1.1 km del Pueblo de San Mateo Xalpa (Fig. 4); sobre el margen izquierdo de la carretera que corre de San Mateo Xalpa a San Andrés Ahuayucan. Esta área se encuentra entre las coordenadas $19^{\circ} 13' 3''$ latitud norte y $99^{\circ} 07''$, longitud oeste, a una altitud de 2,400 msnm (Fig. 4).

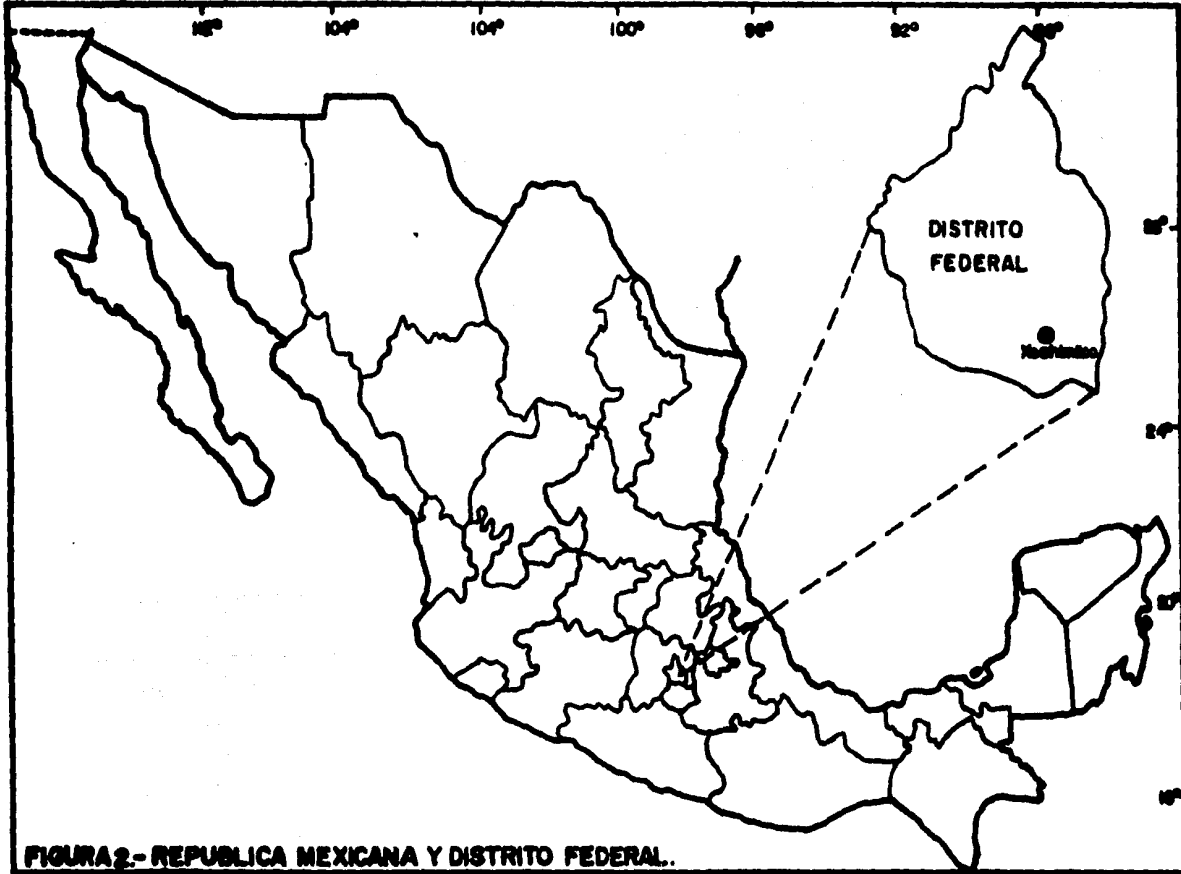
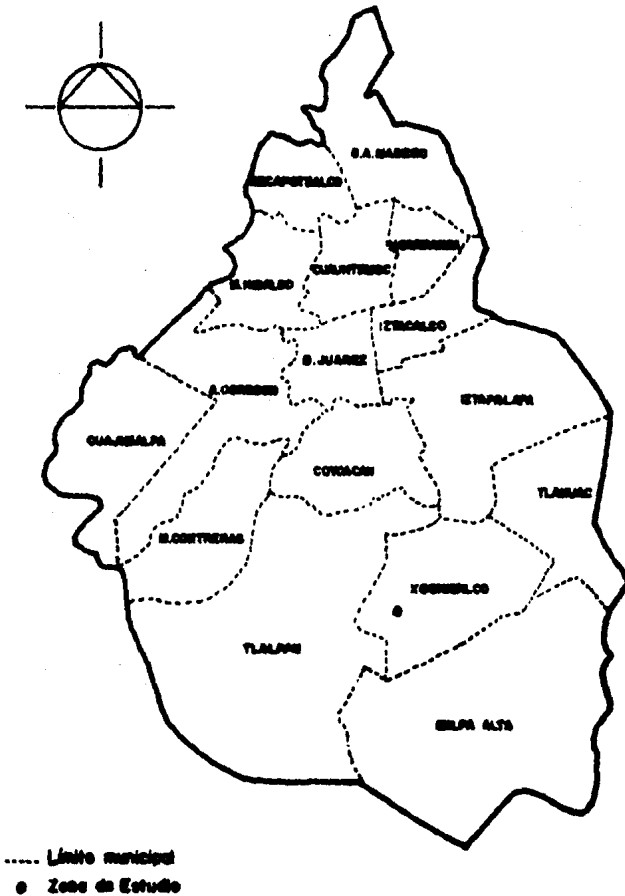


FIGURA 2.- REPUBLICA MEXICANA Y DISTRITO FEDERAL.

FIGURA 3.- EL DISTRITO FEDERAL Y SUS DELEGACIONES



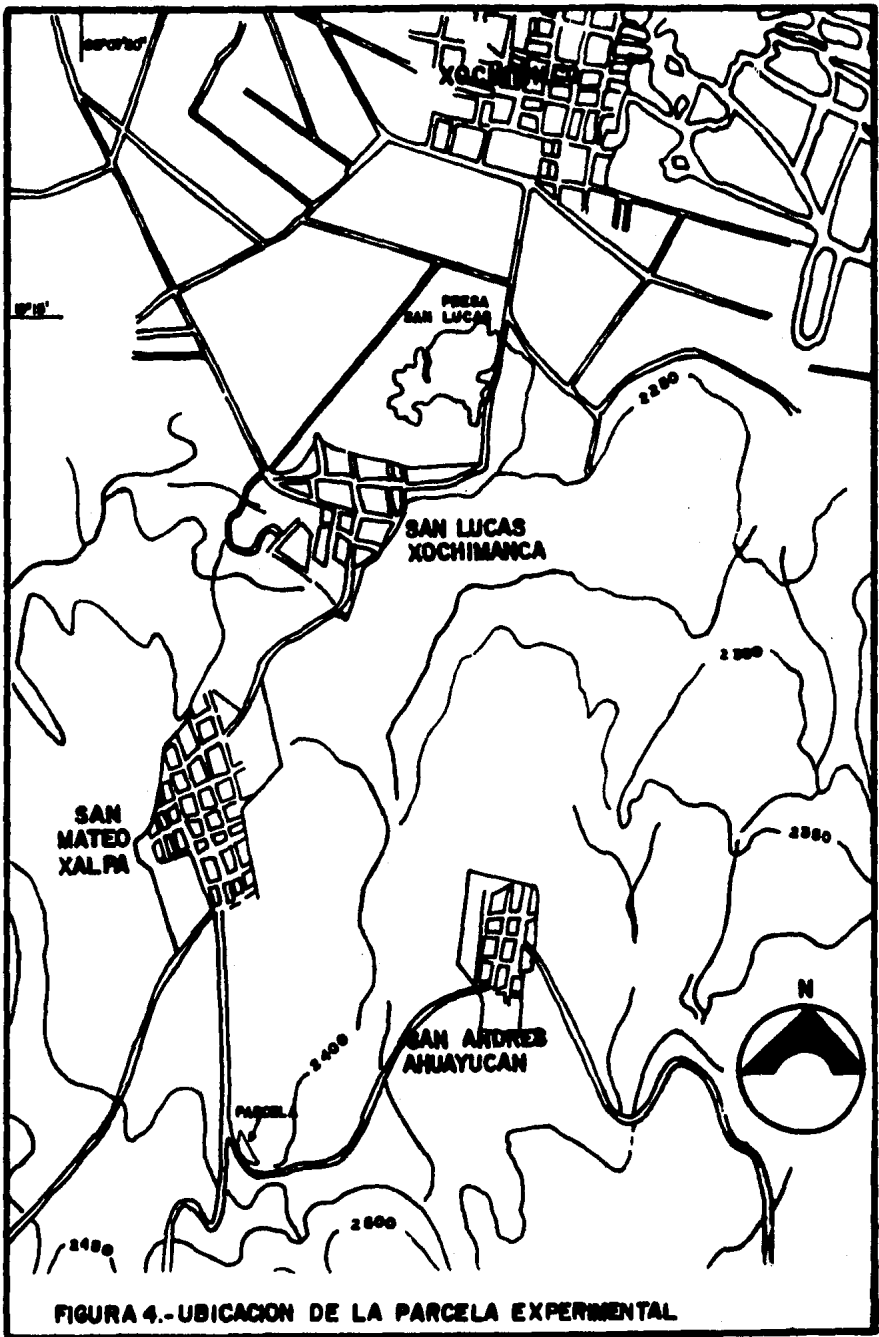
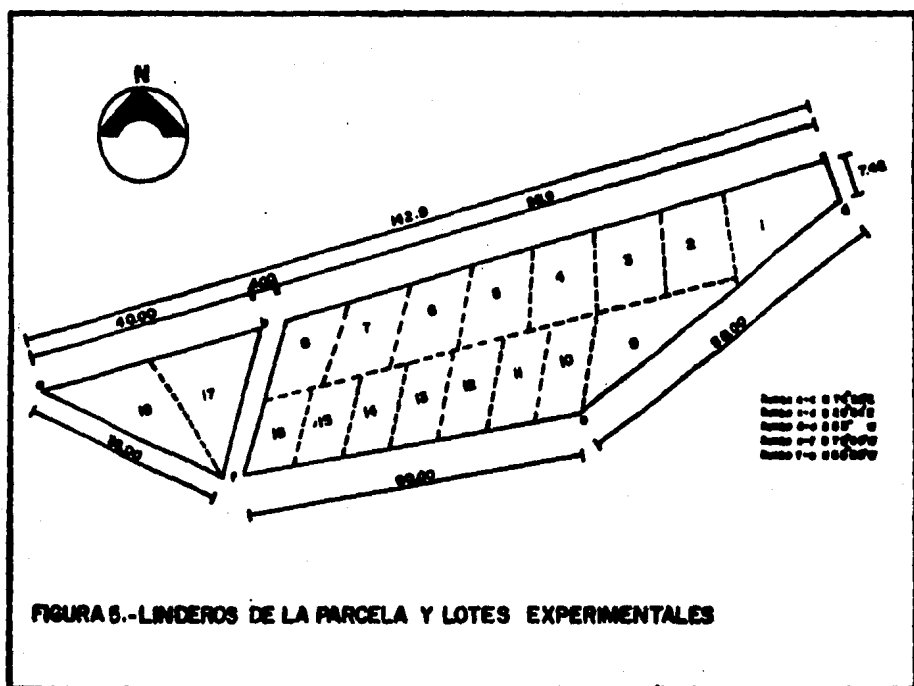


FIGURA 4.-UBICACION DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

La parcela experimental se encuentra rodeada en los linderos a-e, c-d por los campos de cultivo y en los d-e, e-f, 6-1 por carretera (Fig. 5).



El pueblo de San Mateo Xalpa, principalmente se dedicaba al cultivo, ahora con la implantación del reclusorio sur y un club deportivo particular, cada día se encuentra más poblado y con menos áreas de cultivo.

C. Clima

Los principales factores que determinan el clima de un lugar son: la latitud, la orografía, la distribución de las tierras, los mares y las corrientes marítimas (Cserna, et. al. 1974).

Por ello, los fenómenos atmosféricos en el Distrito Federal, se deben a su orografía y a los sistemas montañosos, que no sólo intervienen como fuentes de calor, sino como obstáculos represadores y desviadores de las extensas corrientes atmosféricas, lo cual ocasiona la distribución pluvial aleatoria e irregular.

Schlaepfer, (loc. cit.) por ejemplo, menciona para la parte baja de la Cuenca de México, un clima semi-árido, con invierno y primavera secos; templado, sin estación invernal definida; Rosete (1961), señala que en la zona de Xochimilco, las lluvias tienen lugar en verano y otoño principalmente, como consecuencia de que la zona característica ecuatorial se acerca al territorio nacional, y que la temperatura disminuye con la altitud.

La zona de Xochimilco, presenta un clima C (w) (w) b (i') (Garcia, 1973), o sea, un clima húmedo, con lluvias en verano y poca oscilación en la temperatura, ya que esta región se ve afectada por la Sierra del Ajusco y el Domo Tetequilo principalmente; por su orografía, altitud y su localización en las coordenadas 19° 14' de latitud y 99° 07' de longitud (ver Figs. 2 y 4) queda dentro de la zona donde soplan los vientos alisios.

Por su parte, Jauregui (1971), señala que el clima de la Ciudad de México, se ve afectado por el calor que desprende, disminuyendo el número de días fríos en ella, pero sin embargo, la zona sur de lomeríos donde se localiza San Mateo Xalpa, presentó, entre 1961 - 1968, alrededor de 60 - 70 días de heladas por año y su precipitación media de 700 - 800 mm por año (Figs. 6-7).

Por otro lado, para conocer el clima que prevalecía en el área de estudio, se localizó la estación metereológica más cercana, San Gregorio Atlapulco, que se encuentra a los 19° 15' de latitud y 99° 03' de longitud, a 2,259 msnm, y se capturaron los datos de los años 1983 - 1984, que corresponden al tiempo de estudio. La estación Xochimilco, fué descartada por encontrarse fuera de servicio, ella se localiza en las coordenadas latitud

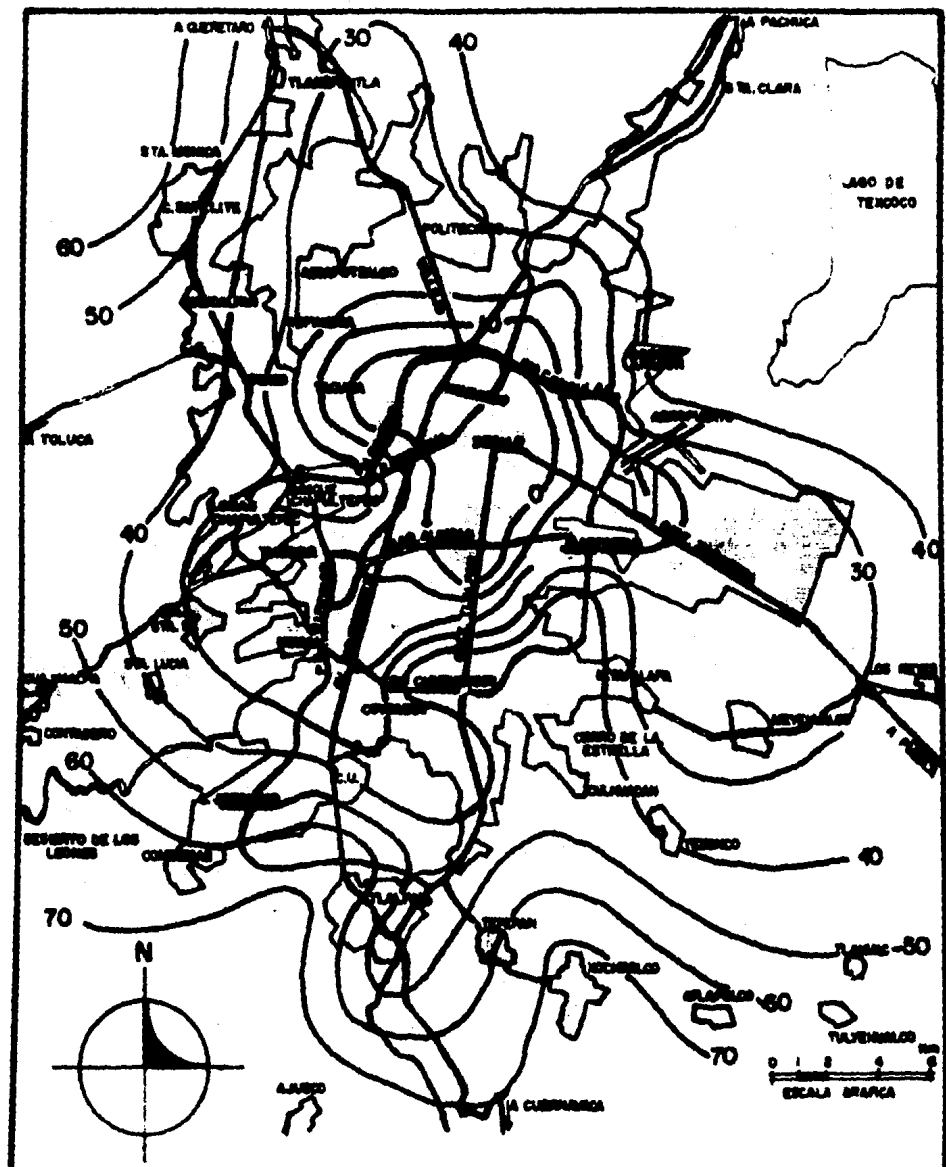


FIG.6.- NUMERO ANUAL PROMEDIO DE DIAS CON HELADA. Tomado de Jauregui, 1971.

19° 16' y longitud 99° 6' a la altitud de 2,240 msnm y los datos de 17 años, fueron utilizados por García (loc. cit.) para determinar el clima de Kochimilco (Fig. 8-b).

En la figura 8-a, se graficaron los datos de temperatura y precipitación del tiempo de estudio, y cotejando estos resultados con los obtenidos por García (loc. cit.), podemos observar que las curvas de las gráficas ombrotérmicas son muy parecidas, ellas nos muestran que los meses con mayor déficit de lluvia son de noviembre a abril y los de máxima precipitación de mayo a septiembre-octubre. Haciendo una confrontación de la precipitación con la temperatura, se ve que la estación de invierno y principios de primavera es la que registra las temperaturas más bajas y el mayor déficit de lluvias. Sucede lo contrario en primavera-verano, que son los meses más lluviosos y los que registran las máximas temperaturas que varían de 16.5 a 19.4° C.

Comparando los datos anteriores (Figs. 6, 7 y 8) con los promedios dados por Jauregui (loc. cit.), podemos notar que los datos de precipitación y días de helada están muy por encima de los obtenidos en 1963-1984, ello es probable que se deba a que no haya sido un año muy lluvioso y hayan disminuido los días de heladas por el crecimiento urbano hacia esta zona de la ciudad; además, hay que considerar que sólo son datos de un año, comparados con promedios de varios años.

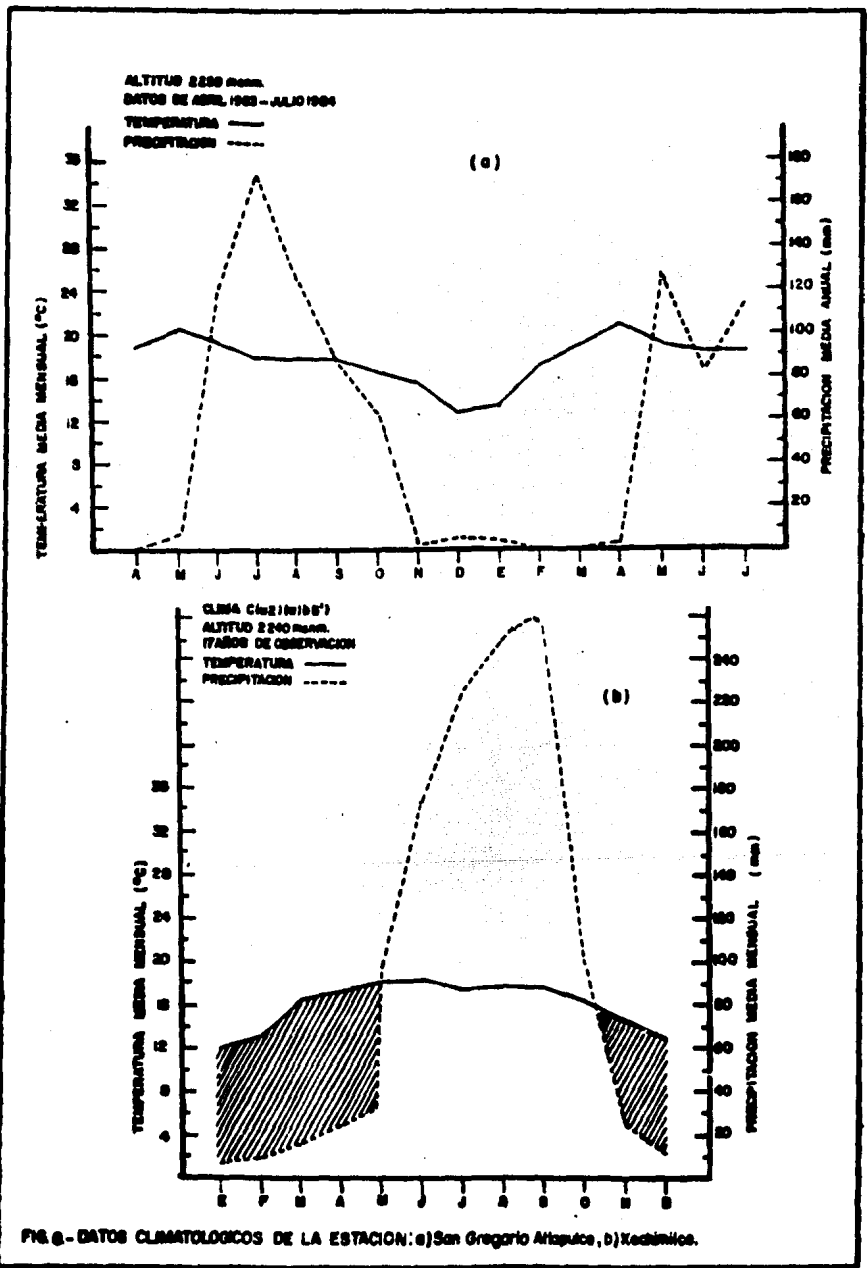


FIG. a.- DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACION: a) San Gregorio Atlapuca, b) Xecabinico.

V. MATERIAL Y METODOS

A. Selección y Acondicionamiento de la Parcela Experimental.

La parcela experimental de San Mateo Xalpa, se seleccionó por su relativa cercanía a la Presa San Lucas, su fácil acceso y comunicación, así como también por su bajo contenido en materia orgánica. Esta tiene un área de 2.678.75 m² los cuales fueron divididos en 18 lotes de aproximadamente 144 m² cada uno, con camellones entre cada lote de un metro (Fig. 5).

Antes de hacer la división de lotes al terreno, se le practicó la nivelación y el barbecho. En seguida se procedió a lotificar y en forma ordenada escoger seis lotes para incorporarles lirio acuático, otros seis para adicionarles además del lirio-estiércol y dejar los seis restantes solo con suelo como testigo (Fig. 9).

La cantidad de abono verde incorporada se determinó con base en los análisis de lirio, estiércol y suelo realizados en forma preliminar. Así, la incorporación de lirio acuático (334 Kg) y estiércol (157 Kg) a cada lote correspondiente (Fig. 9), se hizo con ayuda de carretillas y bieldos.

Una vez incorporado el abono a los lotes correspondientes, se realizó el arado para hacer los surcos y la siembra de las semillas de papa, frijol y avena forrajera.

LOTE	TRATAMIENTOS		
	TESTIGO	LIRIO ACUATICO	LIRIO A. + ESTIERCOL
1		AVENA	
2			FRIJOL
3		PAPA	
4	FRIJOL		
5			PAPA
6		AVENA	
7			PAPA
8	FRIJOL		
9	PAPA		
10			AVENA
11		FRIJOL	
12	AVENA		
13			FRIJOL
14	PAPA		
15		FRIJOL	
16*			AVENA
17*		PAPA	
18	AVENA		

Fig. 9. Distribucion de los tratamientos en la parcela.

* Lotes no considerados en el presente estudio.

Los cultivos utilizados en la parcela se sembraron por duplicado en cada tratamiento. La distribución de los lotes, tratamientos y cultivos se pueden observar en las figuras 5 y 9.

Una vez cosechados los lotes de papa y frijol, los lotes de avena forrajera se procedieron a quemar en el mes de febrero, ya que no se recogió la cosecha de ésta, y que el encargado de la parcela iba a preparar un nuevo cultivo en el mes de marzo, éste ya no experimental. Por ello, después en toda la parcela se practicó el barbecho, debido a que en el mes de mayo se sembró maíz.

Esto último no alteró los lugares de muestreo, ya que se tenían localizados además de los señalamientos en los lotes, por ciertas características alrededor de la parcela.

B. Muestreo y Análisis Edafológico.

Las muestras de suelo se tomaron utilizando una pala recta, obteniendo un volumen aproximado de 25 x 25 x 30 cm de suelo, el cual se colocó en bolsas de plástico etiquetadas previamente, y así se transportaron al laboratorio para practicarles el análisis edafológico.

Los parámetros que se les practicaron a todas las muestras fueron: textura, pH, % materia orgánica, % nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Los análisis los efectuaron los laboratorios de suelo de Xochimilco, D. F. y Mixquiahuala, Hgo. pertenecientes a la SARH.

Para observar las características del suelo antes de realizar la incorporación del abono verde, se emplearon dos muestras compuestas de toda la parcela, en el mes de marzo. Después de la incorporación del lirio acuático se realizaron tres muestreos, el primero luego de tres meses de la incorporación de abono, el segundo cinco meses, y el tercero un año más tarde. Cabe aclarar, que cada muestreo comprendía 18 muestras, una por lote.

También se le realizó un análisis de contenido de materia orgánica al lirio acuático y estiércol, antes de incorporarlo al suelo.

C. Obtención del Abono Verde.

El lirio acuático, se obtuvo de la Presa San Lucas, que se encuentra cubierta 100 % de esta maleza, y porque se localiza entre Xochimilco y San Lucas Xochimanca (Fig. 4), ya que éste es el lugar más cercano a la parcela para extraer el lirio.

La extracción de la maleza se efectuó en forma manual, con bieldos, y se trasladó en camión de redilas a la orilla de la parcela, donde se depositó en el lote 16 y se dejó ahí por espacio de una semana.

El estiércol se obtuvo de un establo particular de San Mateo Xalpa y se transportó y depositó de igual forma que el lirio, pero en el lote 17.

D. Aplicación de Herbicidas y Plaguicidas.

A fines de agosto en los cultivos de papa y frijol, se llevó a cabo una aplicación del organofosforado Diazinon, para combatir el tizón tardío, la dosis aplicada del insecticida fué de $\frac{1}{2}$ litro en 200 litros de agua por ha.

A estos mismos cultivos, cinco días después, se aplicó el organofosforado Lucathion, en una dosis de un litro en 200 litros de agua por ha, ello se hizo para combatir la palomilla blanca.

Después de cinco días, a los lotes de avena que tenían maleza de hoja ancha, para su combate se les roció el organofosforado DMA-3 (3 cucharadas soperas en 10 litros de agua por ha).

E. Muestreo y Procesamiento de la Fauna Edáfica.

El lirio acuático y estiércol recolectados en la Presa San Lucas y en el establo de San Mateo Xalpa, se procesaron en el embudo de Berlese para conocer la fauna que contenían.

Para el estudio poblacional de artrópodos, sólo se muestrearon 16 de los 18 lotes, debido a que el lirio acuático y el estiércol se depositaron en los lotes 16 y 17. Se realizaron 13 muestreos, uno preliminar de la incorporación del lirio y estiércol y 12 en forma regular a través de un año, excepto tres de ellos, dos que no fué posible tomarlos por no tener acceso a la parcela y uno que se realizó adicional en el mes de septiembre por haberse llevado a cabo la fumigación de los cultivos.

Las muestras de suelos fueron tomadas con ayuda de una pala recta y colectadas en bolsas de plástico de 40 x 30 cm. El tamaño de cada muestra fué de aproximadamente 15 x 15 x 15 cm por lado al centro de cada lote. Una vez colectadas en bolsas de plástico y etiquetadas, se transportaron al laboratorio para su procesamiento. En el laboratorio, las muestras fueron colocadas dentro de embudos (método Berlesse-Tulgren) de 30 cm de diámetro con una malla de 2 mm de abertura (Fig. 10) las muestras se dejaron procesar por un lapso de una semana con luz natural, debido a que los embudos se encontraban junto a una ventana y en un sitio donde había luz artificial por la noche (Palacios-Vargas, 1985).

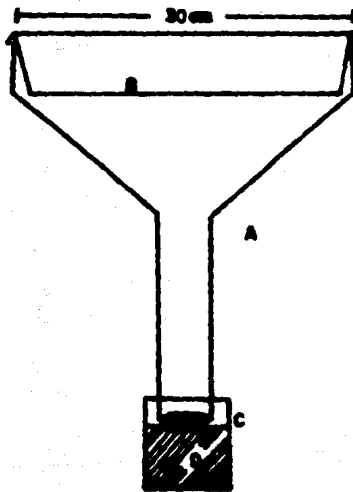


FIGURA 14.-EMBUDO TIPO BERLESE - TULLGREN. A, EMBUDO. B, MALLA DE ALAMBRE, CON ORIFICIO DE 2 mm. C, FRASCO COLECTOR. D, ALCOHOL AL 70%.

Los organismos se colectaron en frascos de 200 ml que contenían alcohol al 75%, éstos se colocaron en la parte inferior del embudo como se muestra en la figura 10. Una vez colectados se decantaba el contenido de la muestra en una caja de petri para proceder a separar, identificar y contar a los organismos, bajo un microscopio de disección con aumento de 12.5 y 2.5 X. También se realizaron preparaciones temporales y semipermanentes para aquellos de tamaño muy pequeño o que era necesario aclararlos para su identificación. Se utilizó ácido láctico y lactofenol como sustancias aclaradoras para los ácaros e hidróxido de potasio al 10 % y lactofenol para los colémbolos.

La identificación sólo se realizó a nivel de orden y familia, utilizando claves y con el apoyo de los especialistas, Dr. José Palacios y el M. en C. Ignacio Vázquez.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el muestreo, por lo general no se observaron organismos, ya que casi todos los artrópodos encontrados son de talla pequeña. Por otro lado, el tamaño de la malla utilizada en el embudo no permitió el paso de los adultos de insectos; sin embargo, no se pudo utilizar una malla más abierta por el tipo de suelo que pasaba al frasco colector. Tampoco fué posible emplear una malla más cerrada porque la cantidad y diversidad de grupos hubiera sido menor. La arena que llegó a los frascos colectores ocasionó que la separación bajo el microscopio fuera muy lenta. De acuerdo con varios autores (Covarrubias, et. al. 1982; Lavelle, Maury & Serrano, 1981), para los artrópodos de mayor talla como "Miriapoda", Isopoda e Insecta Pterygota, el estudio cuantitativo requiere de métodos especiales.

Los organismos obtenidos se identificaron a familia, sin embargo, en la figura 1: (lista faunística del área de cultivo), se presentan algunos géneros y especies, debido a que muchos de ellos son tan pequeños, que para determinar la familia fué necesario hacer preparaciones semipermanentes, lo cual en algunos casos generó que se determinara hasta especie. Fué así como se encontró la nueva especie Brachystomella gabriellae (Najt y Palacios-Vargas, 1986), descrita con el material del presente estudio.

ACARIDA

MESOSTIGMATA

Uropodidae
Fam. no det.

PROSTIGMATA

Pachygnathidae
Ocheerchestidae
Nanorchestidae
Eupodidae
Linopodes sp.
Rhagidiidae
Ereynetidae
Tydeidae
Bdellidae
Pyemotidae
Pygmaphoridae
Scutacaridae
Tarsonemidae
Tarsoscheylidae
Cheyletidae
Tetranychidae
Trombididae

ASTIGMATA

Acaridae

CRYPTOSTIGMATA

Brachychthoniidae
Brachychthonius sp.
Damaeidae
Opplidae
Quadropia sp.
Cymbaeremaeidae
Scapheremaeus sp.
Oribatellidae
Ceratozetidae
Oribatulidae
Scheloribates sp.
Galumnidae

CHILOPODA

DIPLOPODA

PAUROPODA

SYMPHYLA

INSECTA

DIPLURA

COLLEMBOLA

Hypogastruridae
Ceratophysella sp.
Neanuridae
Brachystomella gabrielae
Onychiuridae
Nesaphorura sp.
Onychiurus sp.
Isotomidae
Entomobryidae
Sminthuridae

PSYCOPTERA

HEMIPTERA

HOMOPTERA

COLEOPTERA

THYSANOPTERA

LEPIDOPTERA

DIPTERA

HYMENOPTERA

Fig. 11. Lista Faunística.

A. Distribución Porcentual de los Microartrópodos.

De las 207 muestras revisadas durante todo el periodo de estudio (incluyendo el muestreo preliminar), se obtuvieron un total de 32,292 organismos; de ellos, 15,386 o sea el 47.6% fueron Prostigmata; mientras que los Collembola con 8,352 representan el 25.9% los Astigmata (5,731) 17.7%; los Mesostigmata (1,512) el 4.7%; los Insecta (1,054) 3.3%; los Cryptostigmata (219) un 0.7% y otros grupos (36) 0.1%.

Todos los ejemplares, como se mencionó anteriormente, fueron identificados a nivel de familia, excepto los Mesostigmata, que presentan hábitos alimenticios similares entre ellos, y los Insecta, que en su mayoría eran juveniles o estaban pobremente representados.

Según Christiansen (1964), los suelos agrícolas, son ricos en fauna de Collembola, pero en el caso del suelo de San Mateo Xalpa, el 70.7% de su población total son ácaros y apenas un 25.9% colémbolos y el restante 3.4% son insectos y otros grupos de poca abundancia. Probablemente esto se debe a la textura que presenta el suelo estudiado (migajón-arcillo-arenoso), además de la poca precipitación pluvial que hay en la zona. Sin embargo, estos resultados son más acordes con los obtenidos en el estudio realizado en una zona semiárida del Valle de Tehuacán, Puebla por

Estrada y Sánchez (1986), donde la población de Prostigmata fué de 68%, grupo que en la parcela experimental analizada ocupa el 47.6% de la población.

Lo que indica que en las parcelas utilizadas predominan los Prostigmata y los Cryptostigmata tienen muy poca importancia, debido al poco contenido de materia orgánica en el suelo.

El grupo mejor representado en cuanto a número de familias fué Prostigmata con 16, siguiéndole en orden decreciente los Cryptostigmata con 8, los Collembola con 6 y los Astigmata con 1, dando así un total de 31 familias de microartrópodos en tres órdenes de ácaros y uno de insectos Apterygota.

B. Fauna Asociada al Lirio y al Estiércol.

El lirio acuático tomado de la Presa San Lucas, que aparentemente no tenía picaduras o mordeduras de organismos, presentó los siguientes grupos: Mesostigmata, Prostigmata (Pachygnatidae, Nanorchestidae, Pyemotidae, Pygmephoridae, Tarsonemidae), Astigmata (Acaridae), Cryptostigmata (Carabodidae, Oppidae), Collembola (Isotomidae, Entomobryidae), Homoptera, Coleoptera, Thysanoptera, Diptera y Araneae, los cuales hicieron un total de 203 organismos en una muestra de aproximadamente un kilogramo.

Perkins (1974), señala que por su interés de controlar el lirio acuático, por métodos biológicos, ha encontrado algunos artrópodos que habitan esta maleza, entre los que destacan escarabajos (Neochetina eichhorniae), chapulines (Paroxya clavuliger) y el ácaro Galumnidae (Orthogalumna terebrantis). Este último, hace pequeños túneles en los peciolo y deposita ahí sus huevecillos, lo cual provoca la muerte de la planta, pero para ello se necesitan 20,000 individuos de esta especie por metro cuadrado. Dicha cantidad está muy por arriba del total de organismos encontrados en el lirio acuático revisado, por lo que no existe ninguna especie que en un momento dado pueda servir para el control biológico de la planta, ni ocasionar daños al aplicarlo a una parcela de cultivo.

Por otro lado, en el estiércol se contabilizaron 811 organismos (de una muestra de aproximadamente un kilogramo), de los cuales 641 eran larvas de Diptera y 166 adultos, además 4 Nematoda y ningún microartrópodo.

C. Muestreo Preliminar del Suelo.

En las muestras de suelo de la colecta preliminar, realizada antes de adicionar el lirio acuático y estiércol, se encontraron 6,519 organismos pertenecientes a los siguientes grupos en orden de abundancia: Prostigmata (5,611) con nueve familias, Astigmata

(361) con una familia, Mesostigmata (242), Collembola (208) con seis familias, Cryptostigmata (51) con cuatro familias, Insecta (41) con cinco Ordenes y Pauropoda (5). Cabe señalar que, comparando los resultados de esta colecta con las demás, aquí fué donde se encontró más número de organismos.

De los grupos anteriores, las familias más representativas fueron: Pygmephoridae que ocupan el 72% de la población, Acaridae el 5.5%, Pachygnatidae el 5.5%, Nanorchestidae el 4.6% y Onychiuridae el 2.6%. Las familias halladas en este muestreo son las mismas que se determinaron posteriormente, durante el desarrollo de esta investigación.

D. Abundancia Relativa de los Microartrópodos.

La abundancia relativa se obtuvo de la suma de los organismos encontrados de los 12 muestreos, por tratamiento y testigo, obteniendo el porcentaje de cada total de los diferentes grupos. Así, entre más alto es este porcentaje, el grupo es más abundante.

Los datos obtenidos se reunieron por familia y tratamiento en la figura 12, para observar con mayor facilidad la abundancia y porcentaje relativo de los organismos. En el penúltimo renglón

Fig. 12. Abundancia Relativa de los microartrópodos en la Parcela Experimental de San Mateo Xalpa, Xochimilco, D. F.

GRUPO	Testigo		Lirio Acuático		Lirio + estiércol	
	No.	%	No.	%	No.	%
Mesostigmata	345	4.50	389	5.40	536	4.90
Prostigmata	12	0.20	44	0.60	18	0.20
Pachygnathidae	2	0.03	8	0.10	3	0.02
Oehserchestidae	5	0.06	9	0.12	2	0.02
Nanorchestidae	17	0.20	40	0.50	42	0.40
Eupodidae	164	2.15	280	3.90	668	6.11
Rhagidiidae	36	0.50	51	0.70	65	0.60
Ereynetidae	60	0.80	143	2.00	145	1.30
Tydeidae	2	0.03	2	0.03	0	0.00
Pyemotidae	0	0.00	1	0.01	0	0.00
Pygmephoridae	1937	25.40	2191	30.30	3665	33.50
Scutacaridae	24	0.31	17	0.20	22	0.20
Tarsonemidae	30	0.40	34	0.50	29	0.30
Acaridae	2121	27.80	1774	24.60	1475	13.50
Cryptostigmata (no determinados)	6	0.08	9	0.12	10	0.10
Opplidae	16	0.20	25	0.35	36	0.30
Oribateiidae	2	0.03	0	0.00	0	0.00
Oribatulidae	10	0.10	11	0.10	7	0.06
Insecta (larvas)	69	0.90	138	2.00	85	0.80
Hypogastruridae	72	1.00	68	0.90	141	1.30
Neanuridae	232	3.04	141	2.00	194	1.80
Onychiuridae	116	1.50	70	1.00	117	1.07
Isotomidae	1707	22.40	1009	14.00	3168	29.00
Entomobryidae	304	4.00	202	2.80	196	1.80
Sminthuridae	64	0.80	256	3.50	86	0.80
Psocoptera	60	0.80	41	0.60	26	0.20
Coleoptera	90	1.20	103	1.40	122	1.10
Thysanoptera	36	0.50	28	0.40	17	0.10
Diptera	32	0.40	41	0.60	27	0.20
Otros Grupos	50	0.70	99	1.40	26	0.20
Totales	7621	100.00	7224	100.00	10928	100.00

de la figura mencionada se incluye "otros grupos", que está integrado por todos los organismos que aparecieron en forma irregular y presentan una abundancia menor a 0.09%.

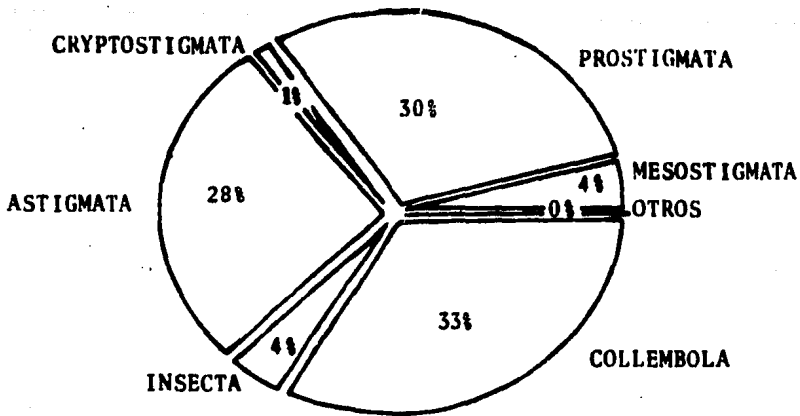
En general, se puede ver que los Prostigmata, Collembola y Astigmata, son los mejor representados en los tratamientos y en el testigo.

En los lotes Testigo (T) de los 7,621 organismos, en orden de abundancia, se presentaron los Collembola con 2,495, los Prostigmata con 2,290, los Astigmata con 2,121, los Mesostigmata con 245, los Insecta con 316, los Cryptostigmata con 41, y otros grupos con 13.

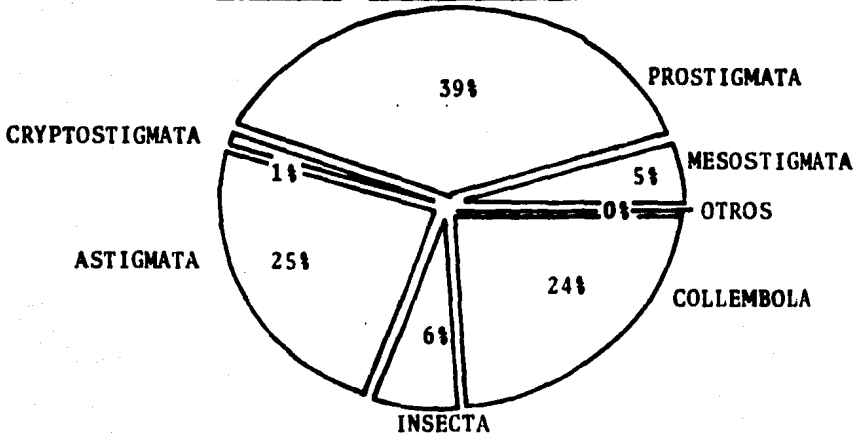
Respecto al porcentaje relativo, se puede ver que los grupos más importantes son los Collembola que ocupan el primer lugar con 32.7%, los Prostigmata el segundo, con el 30.1%, los Astigmata el tercero, con el 27.8% y los Mesostigmata el cuarto lugar con el 4.5% (Fig. 13). Esta abundancia de los lotes concuerda a nivel de Orden con la descrita por Christiansen (1964), donde menciona que los suelos agrícolas son ricos en colémbolos.

En el tratamiento de Lirio Acuático (LA), se puede ver que los grupos de mayor a menor abundancia (de los 7,224) fue: Prostigmata 2,828, Astigmata 1,774, Collembola con 1,746, Insecta 409, Mesostigmata 389, Cryptostigmata 66 y otros grupos 12.

TESTIGO



LIRIO ACUATICO



LIRIO CON ESTIERCO

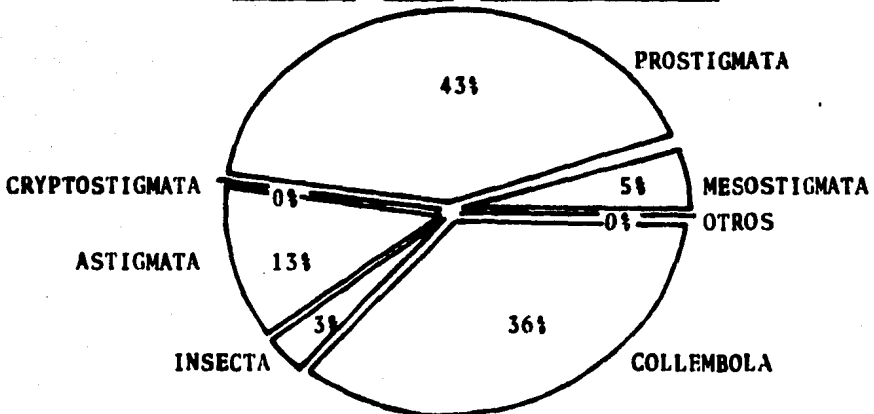


Fig.13. Abundancia de los grupos en el Testigo y Tratamientos.

De ellos, los grupos más representativos por su porcentaje relativo de abundancia son: Prostigmata (39.1%), Astigmata (24.5%), Collembola (24.2%), y Mesostigmata (5.4%) (Fig. 13).

Comparando el porcentaje relativo del T con el tratamiento LA, se observa que, en el primero, los Collembola tienen un 32.7%, mientras que en el segundo disminuyen a un 24.2% siendo los terceros en importancia de este tratamiento. Por otro lado, los Prostigmata en el T son los segundos en abundancia, y en el LA son los más abundantes.

Con respecto al tratamiento de Lirio Acuático-Estiércol (LAE), se obtuvieron 10,928 organismos; de ellos 4,659 son Prostigmata, 3,903 Collembola, 1,475 Astigmata, 536 Mesostigmata, 288 Insecta, 61 Cryptostigmata y 6 de otros grupos. Los porcentajes en orden decrecientes fueron: Prostigmata (42.6%), Collembola (35.7%), Astigmata (13.5%) y Mesostigmata (4.9%) (Fig. 13).

Comparando el T con el tratamiento LAE, es notorio que el orden en que se presentan los grupos respecto a su abundancia son semejantes, excepto los Collembola que en el T ocupan el primer lugar y en el LAE el segundo lugar, mientras que los Prostigmata en el T están en el segundo lugar y en el LAE en el primero. Ahora bien, los lotes de LA y LAE, sólo se asemejan en cuanto a su abundancia de los Prostigmata.

En general, en el T y los tratamientos la población de los colémbolos representa aproximadamente la mitad que la de los ácaros en toto, ésta distribución de abundancia es similar a la encontrada por Izarra (1982), en una región semiárida pampeana, donde realizó el estudio de efectos de rotación de cultivos sobre los microartrópodos edáficos.

De los dos tratamientos y el testigo, el LAE es el que presenta mayor número de organismos (10,928), siguiéndole en orden decreciente el T (7,621) y LA (7,224), lo que probablemente se deba a la mezcla de lirio acuático con estiércol y suelo, que favorezca la existencia de alimento y por lo tanto el desarrollo de mayor número de organismos.

Por otro lado, al analizar la abundancia relativa a nivel de familia se obtuvo que las más relevantes en orden decreciente en el T fueron: Acaridae (27.8%), Pygmephoridae (25.4%), Isotomidae (22.4%), Mesostigmata (4.5%), Neanuridae (3.0%), Eupodidae (2.1%) y Onychiuridae (1.5%).

En el LA las familias más abundantes fueron: Pygmephoridae (30.3%), Acaridae (24.5%), Isotomidae (13.9%), Mesostigmata (5.4%), Eupodidae (3.8%), Sminthuridae (3.5%), y Entomobryidae (2.8%).

Comparando los tratamientos de T y LA, se puede observar que los Acaridae en el T ocupan el primer lugar y en el LA el segundo sitio, mientras que los Pygmephoridae en T se encuentran en el segundo lugar y en LA están en primero. Los Isotomidae en estos dos tratamientos se encuentran en tercer lugar, pero la abundancia es 90% mayor en el T que en el LA. La población de Mesostigmata ocupa el cuarto sitio en estos tratamientos, pero es ligeramente mayor en el LA que en el T.

En el LAE los grupos más abundantes fueron: Pygmephoridae (33.5%), Isotomidae (28.9%), Acaridae (13.5%), los Eupodidae (6.1%), Mesostigmata (4.9%), Entomobryidae (1.8%) y Neanuridae (1.8%).

En el tratamiento de LAE, parece que la incorporación de materia orgánica favoreció al grupo de los Pygmephoridae, ya que son más abundantes aquí que en LA y T, además, ocupan el primer sitio dentro de los dos tratamientos, mientras que en el T se encuentran en el segundo lugar.

Los Isotomidae en el LAE ocupan el segundo lugar y en el T y LA se presentan en tercer sitio, pero si se compara la abundancia de los tres tratamientos, se observa que es menor donde sólo hay lirio, y es mayor cuando se aplica lirio con estiércol, lo que puede indicar que la presencia del lirio solo no favorece el desarrollo poblacional de este grupo, sino que es necesaria la combinación de lirio con estiércol o que es realmente el

estiércol el que favorece el desarrollo de sus poblaciones ya que los Isotomidae son más abundantes en medios con humus y alto contenido de materia orgánica.

Comparando la abundancia del grupo Acaridae en los tres tratamientos, no hay indicios de que la incorporación del abono verde les favorezca, ya que su abundancia fué mayor en el T que en los tratamientos.

Los Eupodidae ocupan el sexto lugar dentro del T, el quinto en el LA y cuarto lugar en el LAE. Posiblemente la incorporación de materia orgánica favoreció el aumento del desarrollo de hongos, que sirven de alimento a los eupódidos, lo cual ocasionó una mayor abundancia en los tratamientos.

Los Mesostigmata no son favorecidos por el estiércol, ya que al comparar los tres tratamientos se ve que son más abundantes en el LA, luego en el LAE y finalmente en el T, sin embargo, en el T y LA ocupan el cuarto lugar y en el LAE el quinto sitio.

En general, las familias más abundantes en orden descendente en los tratamientos son: Pygmephoridae, Acaridae, Isotomidae y el Orden Mesostigmata.

Por otro lado, los Cryptostigmata a quienes se les encuentra con mayor abundancia en bosques y pastizales, debido a que se alimentan de materia vegetal viva o en putrefacción, carroña, madera e incluso pueden ser coprófagos (Najt, 1976), se presentan en las parcelas agrícolas con abundancia relativa baja, debido a la falta de alimento (cf. Figs. 32, 33, 34 y 35). A pesar de ello, en la parcela experimental se encontraron algunas familias, con baja abundancia en relación con los Prostigmata, pero los Oppidae fueron los más abundantes con el tratamiento del LA, luego con LAE y por último en el T, donde se encontraron un 90% menos que en el primero.

De las familias Pachygnatidae, Nanorchestidae, Oehserchestidae, Oribatellidae no se discute su abundancia y frecuencia debido a que se presentaron en forma irregular, por lo que no son representativos, además, tampoco se menciona a los Homoptera que aparecieron como plaga en el cultivo y no son de interés para el estudio.

E. Porcentaje de Permanencia (PP)

El PP indica los meses que un grupo de organismos estuvo presente durante el tiempo de estudio. En este caso, los grupos (familias y órdenes) que estuvieron presentes de un 90 a 100% en los tres tratamientos fueron: Mesostigmata, Pygmephoridae, Acaridae e Insecta (Fig. 14). Por otro lado, los grupos con un porcentaje menor a 33.3% no se consideran representativos ya que se encontraron sólo cuatro meses del año y no en forma consecutiva. Entre ellos se pueden mencionar Pachygnatidae, Oehserchestidae, Nanorchestidae, Tydeidae, Pyemotidae, Scutacaridae, Tarsonemidae y Thysanoptera.

Los grupos que muestran una permanencia del 75% en los tres tratamientos son: Eupodidae y Onychiuridae. Por su parte los Entomobryidae en el LA tuvieron una permanencia de 66.7% y los Psocoptera en el T de 91.7%.

Al ser menor el PP en el T que en los LA y LAE, nos dan indicios de que la adición de cualquier fuente de materia orgánica favorece la permanencia de grupos tales como Rhagiididae e Isotomidae, mientras que la adición de lirio acuático solamente favoreció a familias como Oribatulidae, los que en LA aparecen con un PP de 50% y en los otros un 25%. La mezcla de lirio acuático-estiércol parece favorecer la permanencia de los Oppidae ya que en el LAE se hallaron en un 50% y en el T y LA solo en un 33.3%.

Fig. 14. Porcentaje de Permanencia (%P) y Coeficiente de Frecuencia (CF) de los grupos principales en la Parcela Experimental de San Mateo Xalpa, Kochimilco, D.F.

GRUPO	Testigo		Lirio Acuático		Lirio + estiércol	
	%P	CF	%P	CF	%P	CF
Mesostigmata	91.7	65.3	100.0	73.3	100.0	63.3
Pachygnatidae	8.3	1.4	33.3	8.3	8.3	1.7
Oehserchestidae	8.3	2.8	8.3	1.7	8.3	1.7
Nanorchestidae	33.3	8.3	25.0	11.7	11.7	16.7
Eupodidae	75.0	31.9	75.0	40.0	75.0	36.6
Rhagidiidae	33.3	13.9	58.3	20.0	58.3	18.3
Ereynetidae	66.7	23.6	58.3	28.3	58.3	23.3
Tydeidae	8.3	1.4	8.3	1.7	0.0	0.0
Pyemotidae	0.0	0.0	8.3	1.7	0.0	0.0
Pygmephoridae	100.0	86.1	100.0	88.3	100.0	90.0
Scutacaridae	16.7	6.9	41.7	16.7	33.3	11.7
Tarsonemidae	16.7	8.3	8.3	3.3	16.7	5.0
Acaridae	100.0	75.0	100.0	80.0	100.0	81.7
Opplidae	33.3	12.5	33.3	41.7	50.0	18.3
Oribatellidae	16.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Oribatulidae	25.0	6.9	50.0	11.7	25.0	5.0
Insecta (larvas)	100.0	41.7	100.0	60.0	91.7	48.3
Hypogastruridae	50.0	23.6	41.7	16.7	58.3	23.3
Neanuridae	58.3	21.2	50.0	26.7	58.3	33.3
Onychiuridae	75.0	31.9	75.0	30.0	75.0	35.0
Isotomidae	75.0	54.2	83.3	68.3	83.3	61.7
Entomobryidae	75.0	38.9	75.0	36.7	66.7	26.7
Sminthuridae	66.7	26.4	50.0	36.7	66.7	35.0
Psocoptera	91.7	47.2	75.0	31.7	75.0	25.0
Coleoptera	91.7	36.1	91.7	41.7	75.0	28.3
Thysanoptera	16.7	9.7	41.7	18.3	33.3	13.3
Diptera	66.7	27.8	66.7	30.0	66.7	25.0

También se encontraron organismos a los que no beneficia la adición de materia orgánica; esto queda manifiesto cuando en el suelo testigo la permanencia es mayor que en los tratamientos, en este caso están los Ereyetidae y Oribatulidae. Es probable que los Mesostigmata se hayan encontrado con este PP por tener alimento todo el año, ya que presentan un amplio intervalo alimenticio.

Hermosilla (1978), cita que los acáridos son dominantes cuando el hábitat presenta características de anaerobiosis, con poca materia orgánica y está constantemente perturbado, además Covarrubias et. al. (1982), señala que los Acaridae son indicadores habituales de sistemas inestables o de gran modificación humana; de acuerdo a ello, y al PP de Acaridae en los distintos tratamientos, se puede mencionar que el área de cultivo estudiada es un ecosistema inestable y perturbado.

F. Coeficiente de Frecuencia (CF)

El Coeficiente de Frecuencia (CF) es el valor porcentual, con respecto al total de muestras tomadas, de la cantidad de organismos de un grupo determinado, como puede ser una familia. En nuestro estudio los microartrópodos con mayor CF fueron Pygmephoridae, Acaridae, Mesostigmata, Isotomidae e Insecta.

Siguiendo los criterios de Karpinen y Moraza (cf. Palacios-Vargas, 1985), se consideró como especies fundamentales o constantes a las que tienen más del 51% de CF; especies accesorias o frecuentes a las que tienen entre 26 y 50% y accidentales a las que presentan menos del 26%. Considerando estos intervalos para los grupos encontrados en las parcelas estudiadas se obtiene lo siguiente.

En el T las familias fundamentales, de mayor a menor CF son: Pygmephoridae (86.1), Acaridae (75), Mesostigmata (65.3) e Isotomidae (54.2) mientras que los grupos frecuentes son: Psocoptera (47.2), Insecta (41.7), Entomobryidae (38.9), Coleoptera (36.1), Eupodidae (31.9), Onychiuridae (31.9), Diptera (27.8) y Sminthuridae (26.4); el resto de los grupos que aparecen en la figura 14 se consideran accidentales porque presentan menos del 26%.

En el tratamiento de LA, tenemos como grupos fundamentales a: Pygmephoridae (88.3), Acaridae (80), Mesostigmata (73.3), Isotomidae (68.3) y larvas de Insecta (60); los grupos frecuentes son Oppidae (41.7), Coleoptera (41.7), Eupodidae (40), Entomobryidae (36.7), Sminthuridae (36.7), Psocoptera (31.7), Diptera (30), Onychiuridae (30), Ereynetidae (28.3) y Neanuridae (26.7). Comparando este tratamiento con el testigo, se puede observar que los primeros cuatro grupos fundamentales son los mismos, y las larvas de Insecta sólo están en el tratamiento de LA como constantes, mientras en el T como frecuentes.

En cuanto a las familias frecuentes, todas las del T y LA son iguales, a excepción de los Ereynetidae y Oppidae que sólo en LA se consideran frecuentes, ya que en el T son accidentales, debido probablemente a la incorporación del lirio acuático al suelo, pues se sabe que los Ereynetidae son depredadores y habitan la hojarasca (Krantz, 1978), mientras que los Oppidae son herbívoros, forrajeros sobre todo tipo de tejidos vegetales en descomposición incluso hongos, algas y líquenes (Butcher, et. al., 1971).

En el tratamiento de LAE se tiene que las familias fundamentales son: Pygmephoridae (90), Acaridae (81.7), Isotomidae (61.7) y el orden Mesostigmata (63.3). Los frecuentes son: Insecta (48.3), Eupodidae (36.7), Onychiuridae (35), Sminthuridae (35), Neanuridae (33.3), Coleoptera (28.3) y Entomobryidae (26.7).

Comparando el tratamiento LAE con el T y LA se puede observar que los tres presentaron los mismos grupos fundamentales; en cuanto a las familias frecuentes, en el tratamiento de LAE hay menor número, encontrándose de igual forma en los otros dos tratamientos, excepto Neanuridae que sólo son frecuentes en el LA y LAE, siendo accidentales en el T, lo cual hace pensar que Neanuridae se ve favorecido por la presencia del lirio acuático y estiércol. El grupo Insecta apareció como constante en el LA y en los otros dos tratamientos son

frecuentes, siendo este mayor en el LAR que en el T, lo cual puede indicar que el lirio acuático favoreció el desarrollo del grupo, pero no el estiércol.

G. Similitud Faunística.

Debido a que la fauna del muestreo preliminar se observó a lo largo del estudio, y que se comparten varias familias entre los tratamientos y testigo, es importante conocer la estructura de la comunidad que existe en la parcela experimental, por medio del coeficiente de semejanza de Sørensen (Sørensen, 1948).

Este coeficiente de semejanza (similitud) se calcula como sigue:

$$C. S. = \frac{2c}{a + b} \times 100$$

donde a= número de taxa (familias) en el tratamiento A

b= número de taxa (familias) en el tratamiento B

c= número de taxa comunes en A y B

Para nuestros datos se encontró que el número de familias en:

T= 28 LA= 25 LAE= 24

y las familias comunes en :

T y LA= 25 y dan un CS= 98

T y LAE= 24 y dan un CS= 96

LA y LAE= 24 y dan un CS= 98.3

De los CS anteriores puede observarse que la similitud entre T y LA, así como entre LA y LAE es muy grande, sin embargo, son más parecidas las familias entre LA y LAE y existe menor coeficiente de similitud entre T y LAE. Probablemente, esta similitud se deba a la presencia de materia orgánica, ya que existe menor semejanza entre el T (donde no se incorporó materia orgánica) y LAE (donde se agregó mayor cantidad de ésta), por ello la mayor similitud se encuentra en LA y LAE, que presentan la adición de abono verde.

Las familias presentes en T y que ocasionan la diferencia de similitud son Tydeidae y Oribatellidae, ya que las dos están ausentes en LAE y ésta última familia en LA.

H. Abundancia.

Para poder distinguir si en una comunidad de microartrópodos existen grupos poco o muy abundantes, se han hecho clases de abundancia, ya que al obtener los organismos del suelo, separarlos o contarlos, pueden existir pequeños errores. Entre los que han trabajado con estas divisiones se encuentra Palacios-Vargas (1985), quién señala que utilizó el sistema Cassagnau (1961), el cual presenta siete clases de abundancia:

Clase	Individuos
0	0
I	1-5
II	6-10
III	11-20
IV	21-50
V	51-100
VI	101-500
VII	501-1000 o más

Estas mismas clases, se utilizan aquí para hacer un breve análisis de la abundancia de algunos grupos en los tratamientos y en el testigo (Figs. 15, 16 y 17).

Para la elaboración de los cuadros de abundancia, los resultados de los lotes T se sumaron, al igual que de los de cada tratamiento.

T A X A	M E S E S											
	J	A	S	S	O	D	E	F	M	A	M	J
Mesostigmata	I	II	IV	IV	VI	III	V	IV	I	0	III	I
Eupodidae	0	I	II	I	IV	I	V	IV	0	0	II	I
Ereynetidae	0	III	I	I	IV	II	I	I	0	0	0	I
Pygmephoridae	II	VI	V	IV	VI	VI	VII	V	IV	I	IV	IV
Acaridae	III	VI	VI	VI	VII	VI	VI	IV	IV	I	V	IV
Insecta	I	I	II	I	III	II	II	IV	I	I	I	II
Hypogastruridae	0	0	II	II	IV	I	IV	0	0	0	I	0
Neanuridae	0	0	I	II	IV	IV	VI	III	0	0	0	I
Onychiuridae	0	I	IV	IV	IV	II	IV	I	II	0	I	0
Isotomidae	I	IV	VI	V	VI	VI	VII	VI	0	0	0	V
Entomobryidae	I	I	V	III	IV	I	V	V	0	0	0	I
Sminthuridae	I	III	III	IV	I	0	I	0	0	0	I	I

Fig. 15. Abundancia mensual de los organismos obtenidos en los lotes Testigo.

T A X A	M E S E S											
	J	A	S	S	O	D	E	F	M	A	M	J
Mesostigmata	I	III	II	III	V	V	V	V	IV	I	III	I
Eupodidae	0	II	I	II	VI	IV	IV	I	0	0	II	IV
Ereynetidae	0	IV	I	0	IV	III	I	III	0	0	0	III
Pygmephoridae	V	VI	IV	VI	VI	VI	VII	VI	IV	V	V	V
Acaridae	III	III	VI	IV	VI	VI	VII	IV	VII	II	V	V
Insecta	I	III	II	II	V	II	IV	II	II	I	I	III
Hypogastruridae	0	0	0	IV	IV	I	I	I	0	0	0	0
Neanuridae	0	0	0	I	V	IV	III	IV	I	0	0	0
Onychiuridae	0	I	I	III	I	II	I	II	IV	0	I	0
Isotomidae	0	IV	IV	V	VI	VI	VI	V	I	0	I	VI
Entomobryidae	0	IV	I	I	VI	IV	III	III	I	0	0	I
Sminthuridae	III	IV	IV	V	V	0	0	0	0	0	0	I

Fig. 16. Abundancia mensual de los organismos obtenidos en los lotes con Lirio Acuatico.

T A X A	M E S E S											
	J	A	S	S	O	D	R	F	M	A	M	J
Mesostigmata	I	IV	I	IV	VI	IV	V	VI	I	IV	III	I
Eupodidae	0	III	I	I	IV	I	VI	VI	0	0	III	III
Ereynetidae	0	IV	I	I	IV	0	III	IV	0	0	0	I
Pygmephoridae	VI	VII	V	VI	VI	V	VII	VII	II	IV	IV	IV
Acaridae	IV	V	VI	VI	VI	V	VI	VI	III	IV	IV	II
Insecta	0	II	I	I	IV	I	I	II	III	I	I	III
Hypogastruridae	0	0	I	IV	V	I	III	II	0	0	0	I
Neanuridae	0	0	I	IV	V	III	IV	V	0	0	I	0
Onychiuridae	0	I	IV	IV	I	III	IV	III	0	I	I	0
Isotomidae	I	V	VI	VI	VI	V	VII	VII	0	0	I	VI
Entomobryidae	I	0	0	V	V	III	IV	III	0	0	I	I
Sminthuridae	I	IV	III	IV	III	0	0	I	0	0	I	I

Fig. 17. Abundancia mensual de los organismos obtenidos en los lotes tratados con Lirio Acuatico y Estiercol.

En general, se puede apreciar en las figuras 15, 16 y 17, que los meses con mayor abundancia de organismos en el T, fueron de octubre a enero; y en los tratamientos, no se pudo apreciar si esta abundancia podía prolongarse por más tiempo, ya que en marzo se realizó el barbecho, y la abundancia descendió en forma considerable, pero más en LAE que en LA.

Ahora bien, los grupos fundamentales en el T son los Acaridae y Pygmephoridae, mientras que en los tratamientos son primero los Pygmephoridae y después los Acaridae.

El tercer grupo fundamental pero menos que los anteriores son los Isotomidae, que tanto en el T como en el LAE, se presentan abundantes cinco meses (Clases VI y VII) en el LA sólo tres meses con Clase VI.

En seguida están los Mesostigmata que en el T sólo se presenta un mes con Clase VI y otro con Clase V, en el LA ellos están cuatro meses en forma consecutiva con Clase V, y en el LAE dos meses con Clase VI y uno con V, ello puede indicar que la presencia del lirio acuático sólo favoreció a este grupo en el período de octubre a febrero.

El grupo Eupodidae aunque no fué muy abundante, ya que su Clase varía desde cero hasta VI, ellos estuvieron en forma más representativa en los tratamientos que en el T, ya que hay que recordar que éstos ácaros son micófagos y en los lotes con abono verde se ven favorecidos por el desarrollo de los hongos.

I. Variación Mensual.

Para conocer como varía la población de uno o varios grupos de organismos a lo largo del tiempo muestreado en los tratamientos y testigo, fué necesario hacer gráficas que muestren el comportamiento, de algunos organismos en un sitio dado, por ello aquí se incluyen en forma comparativa los dos tratamientos y el testigo de los siguientes grupos:

-Mesostigmata (Fig. 18). Ellos estuvieron presentes casi todo el año, y fueron muy abundantes en el mes de octubre, febrero y abril en el LAE, y en el T en octubre y enero, mientras que en el LA su población no sufrió grandes cambios.

-Eupodidae (Fig 19). Aunque no fué un grupo muy sobresaliente, aquí se puede observar como la adición del lirio acuático con estiércol favoreció su población, en los meses de enero y febrero, probablemente debido a que están confinados a habitar el humus (Krantz, 1978).

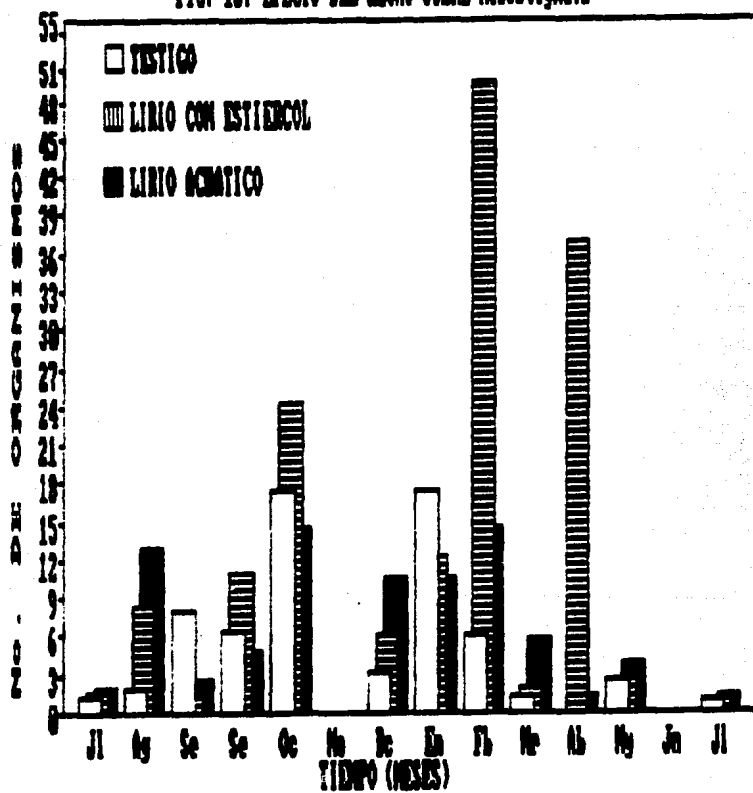
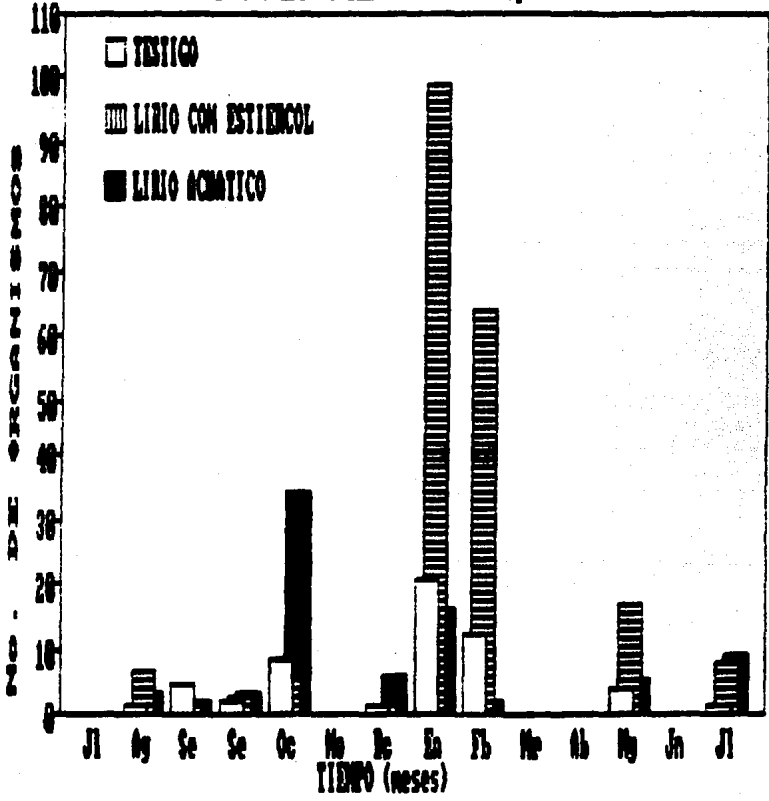
FIG. 18. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Mesostigmata*

FIG. 19. EFECTO DEL ADONIS SOBRE *Eupodidae*

-Rhagidiidae y Ereyneidae (Figs. 20 y 21). Estos grupos no se presentaron todo el año, y cuando se presentaron no fueron abundantes, probablemente por sus hábitos alimenticios depredadores (Krantz, Op. cit.). Ellos principalmente se colectaron de agosto a febrero en los tres tratamientos.

-Pygmephoridae (Fig 22). En general la población de este grupo es mayor casi siempre en el LAE que en el LA y T. Esto probablemente se deba a que son de vida libre y habitan suelos orgánicos (Krantz, Op. cit.) como son los lotes donde se adicionó el lirio acuático y estiércol.

Las gráficas muestran un incremento en la época de lluvias, sin embargo, se observa un descenso después de la aplicación de plaguicidas y los T y LA alcanzan su máxima población en enero y el LAE en febrero, aunque su abundancia sobrepasa de los otros tratamientos en enero. Después del barbecho realizado en marzo, casi desaparece del suelo esta familia, sin embargo, un mes después se incrementa un poco en toda la parcela.

-Acaridae (Fig. 23). Aquí se aprecia como alcanzan su máxima población en diferente tiempo, el T y los tratamientos. Para el T es en el mes de octubre (como en otros grupos), probablemente por haber mayor cantidad de alimento. En el LAE es debido posiblemente a que en esta época, el estiércol ya estaba incorporado al suelo. Estos ácaros son principalmente saprófagos

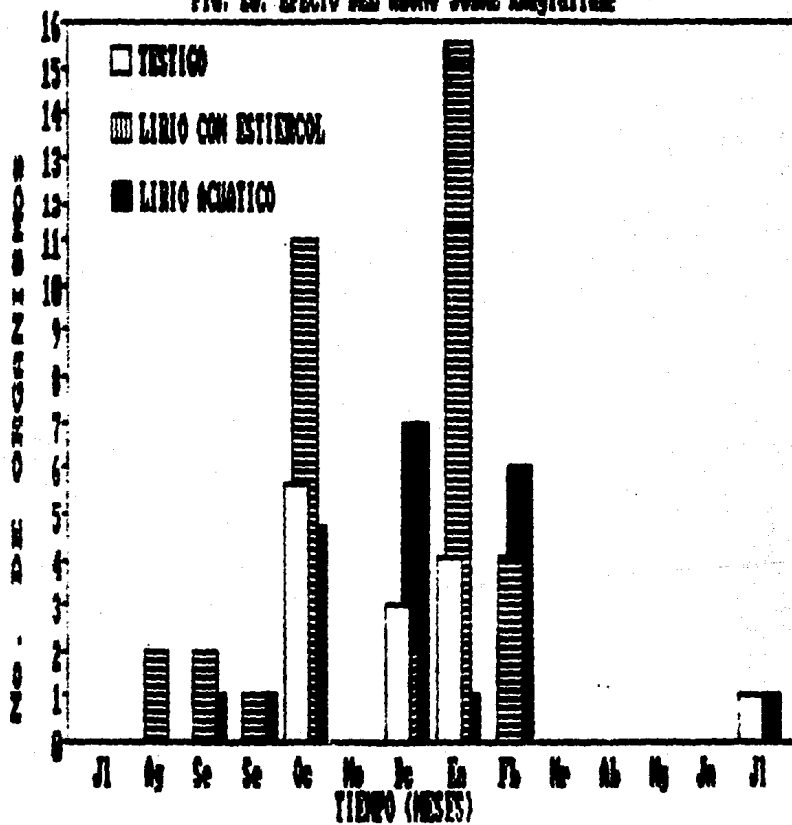
FIG. 20. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Magidiidae*

FIG. 21 EFECTO DEL AÑO SOBRE EROSIÓN

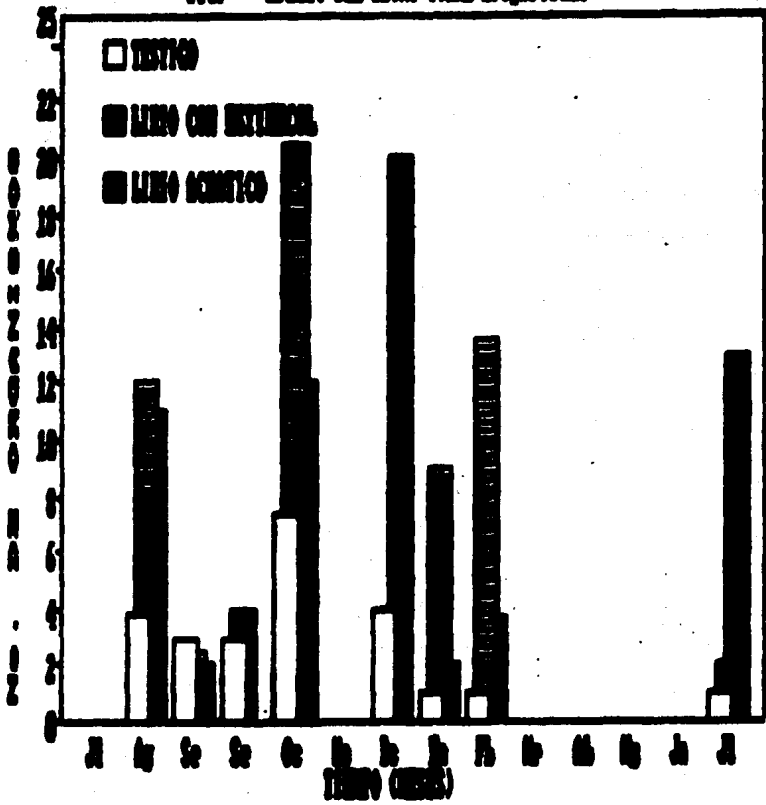


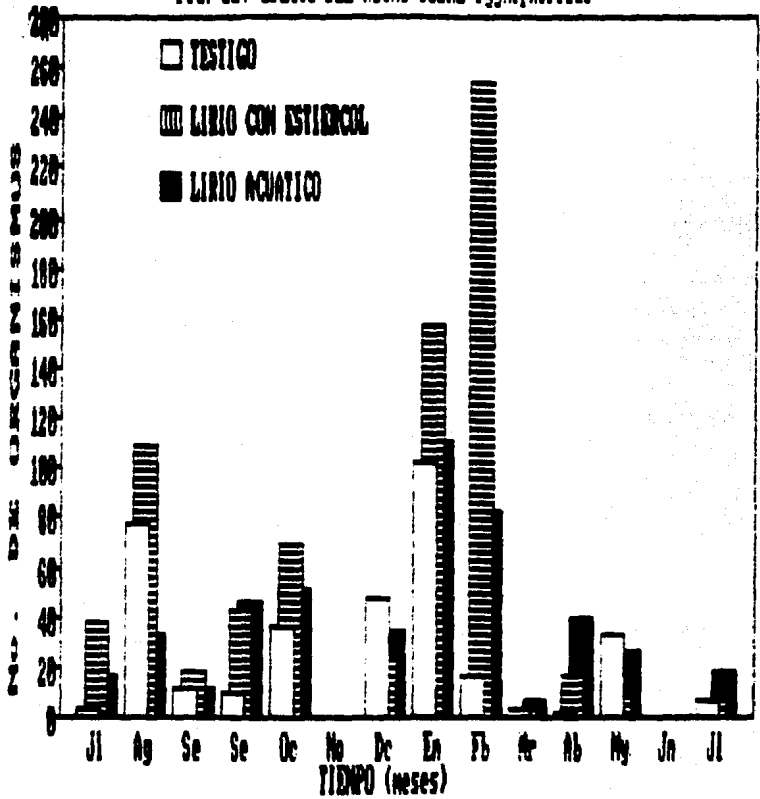
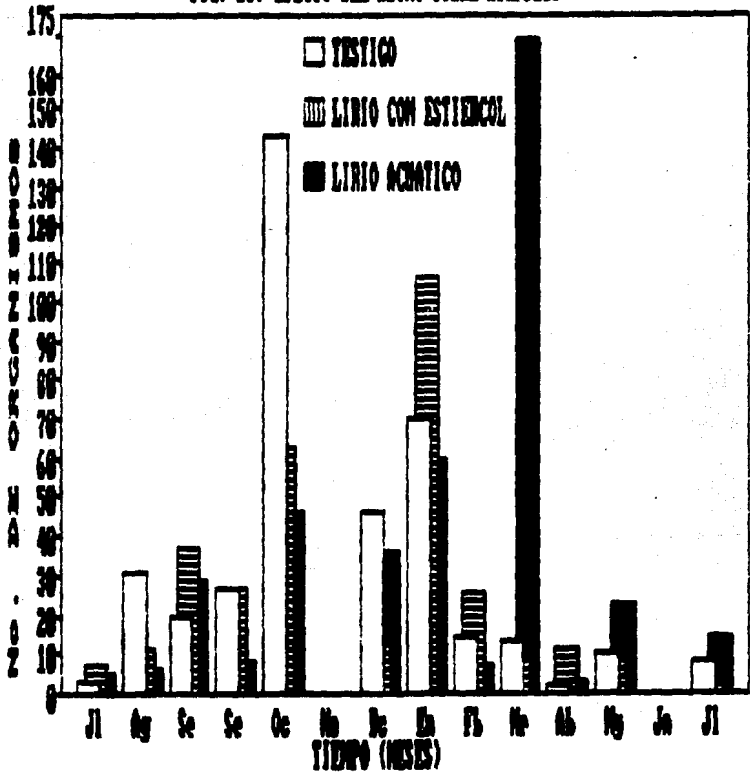
FIG. 22. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Pygmephoridae*

FIG. 23. EFECTO DEL ABONO SOBRE ABEJAS



y fungívoros (Krantz, *Op. cit.*). En el LA, se alcanzó en el mes de marzo, ya que como se menciona antes, el lirio en la parcela tardó aproximadamente once meses en desintegrarse.

-Oppidae (Fig. 24). Aquí se puede observar como en el LAE la población se incrementa a través del tiempo, hasta alcanzar su máximo en febrero, lo cual no se observa en el T y LA, e indica que el LAE favoreció el desarrollo de estos organismos en baja escala, ya que no se encontraron los Cryptostigmata en la misma cantidad que en un bosque.

-Insecta (Fig. 25). En el T se presenta más o menos constante su población, en el LA se observa en el mes de septiembre-octubre un leve incremento, pero en el LAE es notorio como en octubre, diciembre y enero se dispara la población de Insectos.

-Hypogastruridae (Fig. 26). Estuvieron presentes de septiembre a febrero, y fueron más abundantes en septiembre-octubre en los tratamientos y en diciembre-enero en el T.

-Neanuridae (Fig. 27). En general se presentaron de septiembre a febrero y en enero sobresale la población en el T.

FIG. 24. EFECTO DEL ABONO COMO *Oppliae*

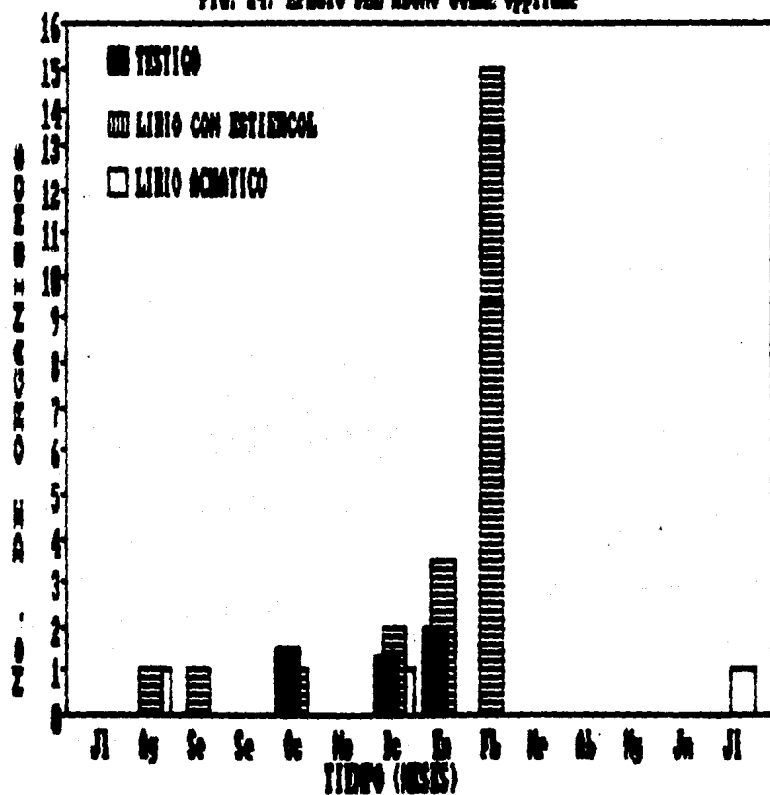


FIG. 25. EFECTO DEL ABONO SOBRE Insecta

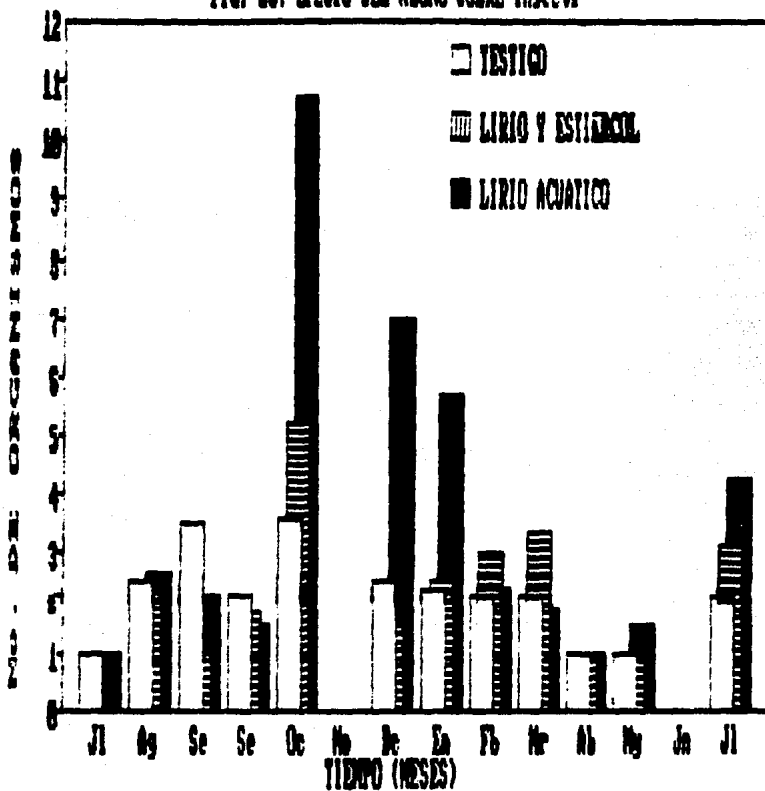


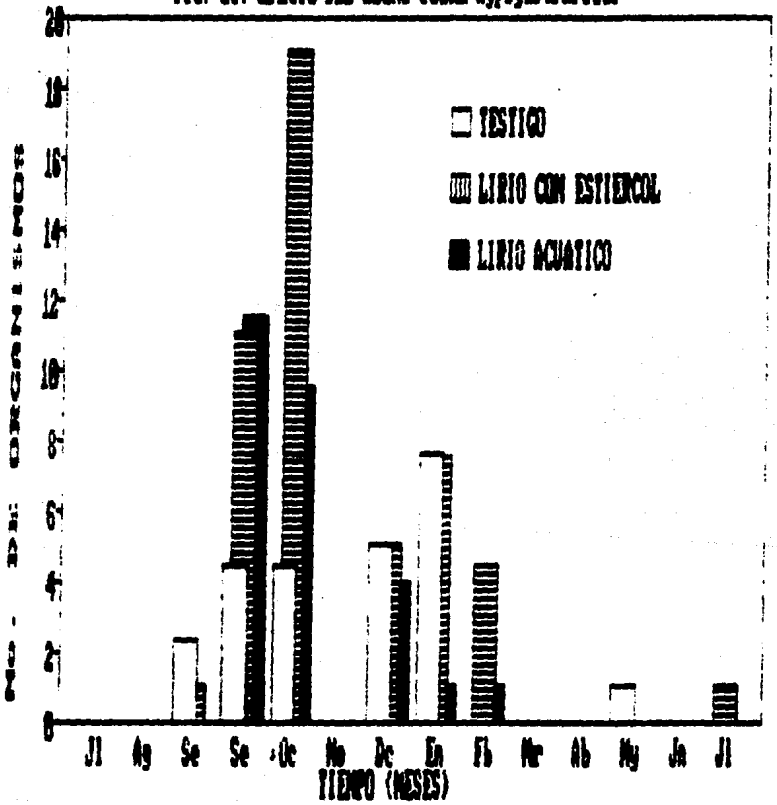
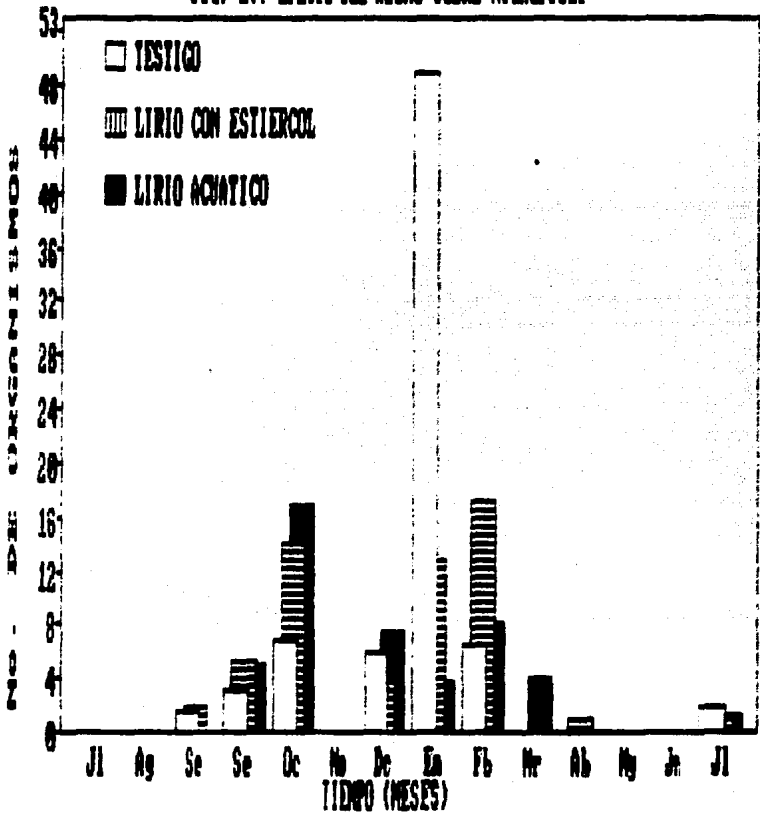
FIG. 26. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Hyogastruridae*

FIG. 27. EFECTO DEL ABONO SOBRE Neanuridae



-Onychiuridae (Fig. 28). Este es otro grupo no abundante, pero que se presentó de agosto a mayo en los tratamientos y testigo, alcanzando su máxima población en septiembre en el T y LAE y en marzo en el LA.

-Isotomidae (Fig. 29). Se presentaron de julio a febrero y sobresalen en el LAE en los meses de enero-febrero, y en enero en el T.

-Entomobryidae (Fig. 30). Ellos fueron más abundantes en el T, durante los meses de septiembre, enero, febrero y julio. Esto indica, que la incorporación de materia orgánica al suelo por lo general, no incrementa la población de esta familia.

-Sminthuridae (Fig. 31). Sólo se presentaron en los meses de julio a octubre, en todos los lotes, siendo más abundantes en el LA. Posiblemente sólo después de las lluvias este grupo llega a ser numeroso, sin que el lirio o el estiércol tengan un efecto notorio.

En general se observa donde se incorporó lirio acuático y estiércol, que se colectó mayor número de organismos en los meses de octubre a febrero, probablemente en esos meses se desintegró e incorporó importante cantidad de materia orgánica al suelo.

FIG. 20. EFECTO DEL ABONO SOBRE Onychiuridae

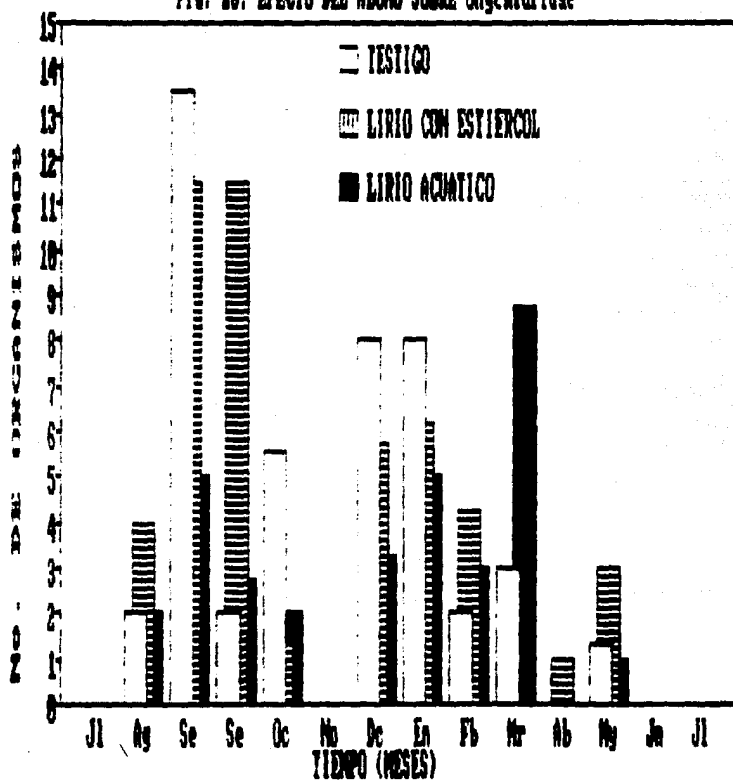


FIG. 29. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Isotonidae*

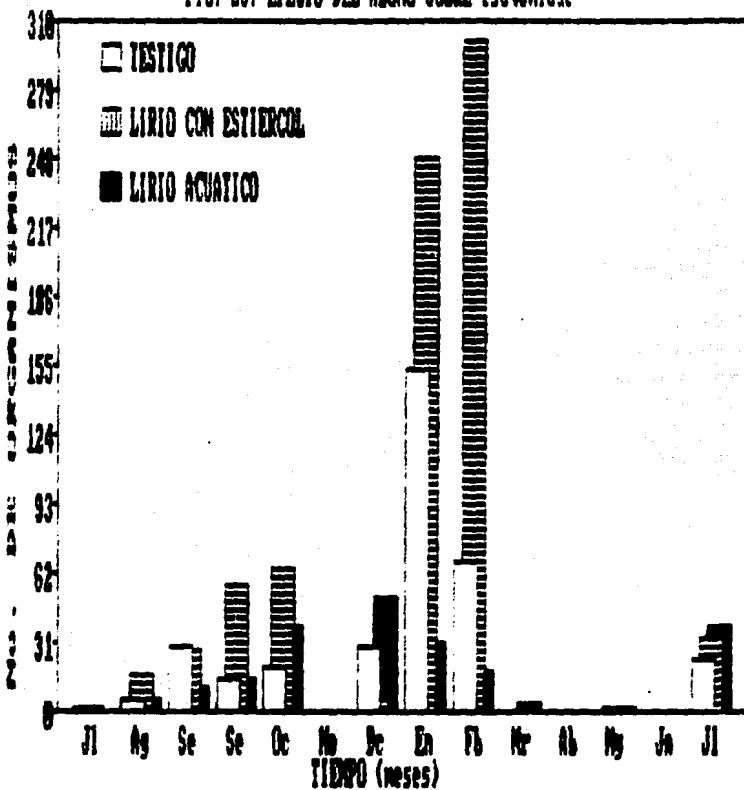


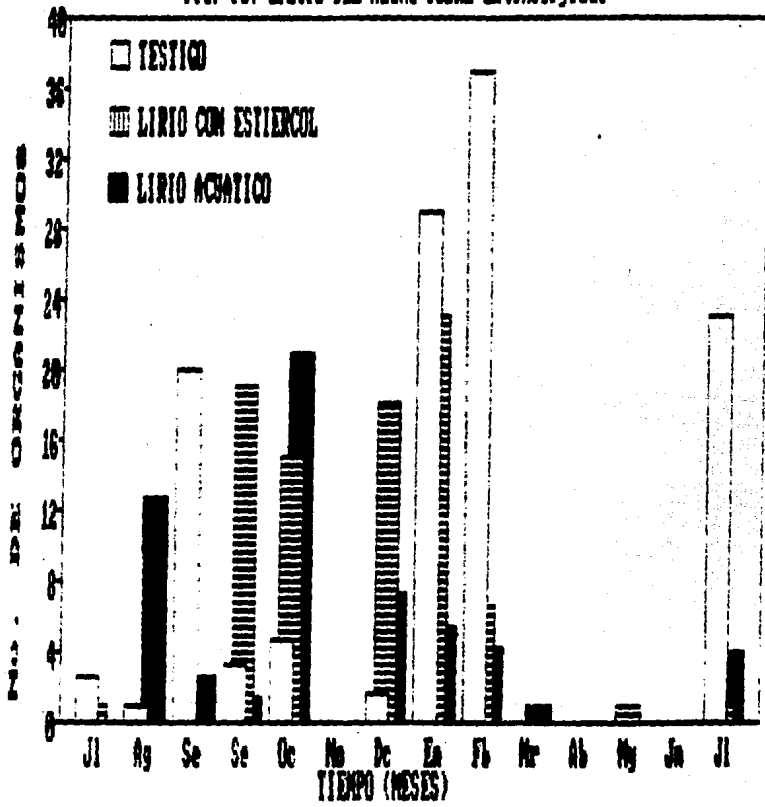
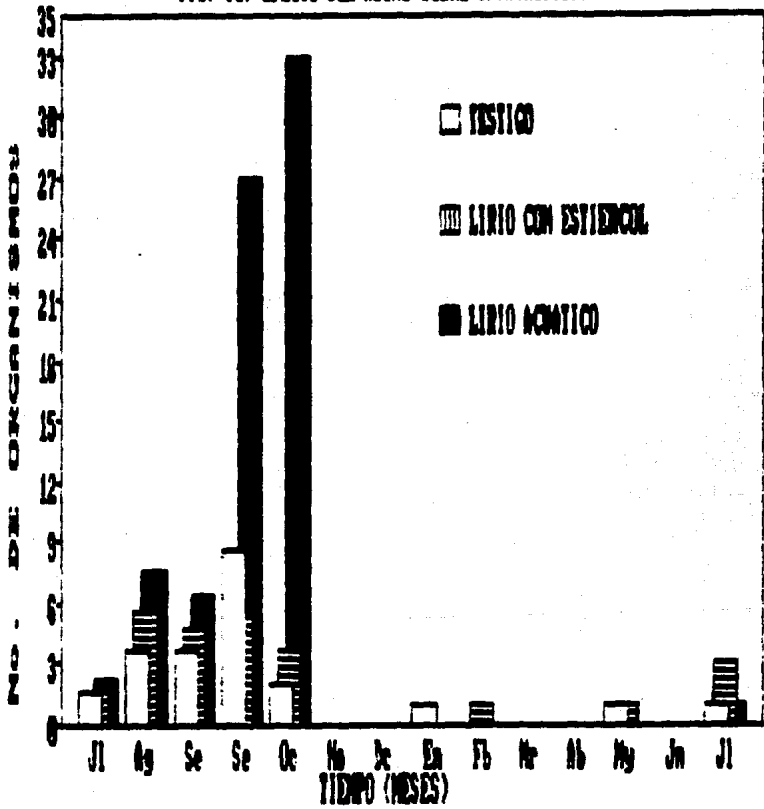
FIG. 30. EFECTO DEL ABONO SOBRE *Entombridae*

FIG. 31. EFECTO DEL AÑO SOBRE *Gnathuridae*

J. Diversidad.

El índice de Shannon Wiener, utilizado por Hartnigk-Kümmel C (1983) y Pielou (1975).

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i) (\log p_i)$$

donde:

H = índice de diversidad,

s = número de familias,

p_i = proporción de abundancia total.

permite determinar la diversidad presente en los diferentes tratamientos y testigo, y al mismo tiempo hacer una comparación de la diversidad entre ellos.

De ahí que el índice de diversidad para:

T es $H = 2.93995$

LA es $H = 3.14639$

LAE es $H = 2.77754$

Lo cual muestra claramente, que en el LA hay mayor diversidad y menor abundancia en cuanto a número de organismos y que en LAE donde existe la mayor cantidad de organismos se encuentra el índice de diversidad más bajo; ésta relación concuerda con lo escrito por Krebs (1978), donde señala que a mayor abundancia menor diversidad. Además, nos permite observar que dependiendo del abono verde incorporado al suelo, la diversidad se ve afectada, ya que aquí en este caso específico, la incorporación sólo de lirio acuático, beneficia la diversidad, y el lirio acuático con estiércol incrementa el número de organismos, ya que sólo se ven favorecidos algunos grupos.

K. Barbecho, Plaguicidas y Fuego.

Barbecho. El hombre antes de realizar la siembra en una zona de cultivo, remueve el suelo, ya sea en forma manual, con arado o maquinaria, utilizando tractores. Lo hace con la finalidad de remover las plantas perennes y el cultivo anterior. Además, el barbecho es utilizado en zonas semihúmedas para conservar el agua, ya que la transpiración de las plantas origina una pérdida mayor de agua (Thompson y Troeh, 1980). Por otro lado, el barbecho ocasiona que el suelo quede expuesto a las condiciones climáticas desfavorables (Izarra, 1982).

Días antes de efectuado el muestreo del 4 de julio de 1983 se realizó el barbecho en la zona de cultivo de San Mateo Xalpa, lo cual trajo como consecuencia que la población de los artrópodos tales como Prostigmata y Collembola descendiera considerablemente, después de realizarse el barbecho. En esa fecha se aprovechó para agregar a los lotes correspondientes el lirio acuático-estiércol. La población de artrópodos también se vió desfavorecida en el décimo muestreo (31 de marzo de 1984), cuando se preparó el suelo para un nuevo cultivo, y se efectuó nuevamente otro barbecho.

Por lo tanto, debe considerarse que cuando se efectúa un cultivo, la población de artrópodos desciende considerablemente, mientras que cuando se incorpora materia orgánica al suelo (lirio acuático-estiércol) se favorece el desarrollo de poblaciones tales como las Familias Oppidae y Sminthuridae. Algo similar fué observado por Izarra (1982), en un estudio de rotación de cultivos, en el que describe que la recolección de ajo y el barbecho dejan al descubierto el suelo y ocasionan la disminución de la fauna de microartrópodos, pero ésta se ve favorecida con el barbecho del rastrojo semienterrado. La autora menciona que tal fenómeno pudo deberse a la fuerte aceleración de la actividad microbiana, que trajo como consecuencia un incremento en la población de los animales que se alimentan de microorganismos y restos vegetales en descomposición.

Por otro lado, como se mencionó en la Introducción, la incorporación del lirio acuático al suelo depende de la humedad que haya en éste. En la zona de temporal de Xochimilco, la incorporación del lirio, tardó aproximadamente once meses, que es más del doble de lo que tardó en una parcela del Estado de Hidalgo. Por ello, cuando se integre cualquier abono verde al suelo, debe considerarse principalmente la estación del año y contenido de humedad del suelo.

Plaguicidas. Massoud, 1971. describe que cuando se aplica algún insecticida, el número de Collembola disminuye en forma más acentuada que la de los ácaros depredadores, y después de que desaparecen los efectos tóxicos, estas poblaciones vuelven a incrementarse.

Díaz (1982), encontró que la aplicación de plaguicidas influye en el tamaño de la población, ya que las más bajas colectas, coinciden con su aplicación masiva (divididos en fungicidas, nematicidas, herbicidas, insecticidas y fertilizantes). Sin embargo, los efectos de los químicos sobre microartrópodos y las relaciones depredador presa, no han sido extensamente investigados para cada uno de ellos.

De los insecticidas aplicados en la parcela experimental de San Mateo Xalpa, la literatura sólo menciona que el Diazinón es poco eficaz en ácaros y que el Lucathion es altamente tóxico para ciertos ácaros fitófagos y algunos otros insectos (Spencer, 1973), pero no detalla sobre los demás artrópodos. Por ello, aún no se puede saber cual fué el efecto de los insecticidas a nivel de familia en este trabajo.

Fuego. Izarra (1977), menciona que, el fuego en una región semi-árida no afecta la composición de la fauna de microartrópodos, ya que éste, es un mal conductor del calor y los factores responsables de las fluctuaciones registradas en ácaros y colémbolos se deben a la humedad y temperatura. Por ello, pensamos que los cambios poblacionales que se presentaron en el mes de febrero después de que se realizó la quema de los lotes de papa, no se debieron al fuego, sino muy probablemente a las heladas de la temporada y a la falta de humedad en el suelo, ya que la población de algunos organismos tales como Hypogastruridae se vió afectada en toda la parcela, (Fig. 21).

L. Análisis Edafológico.

La parcela de San Mateo Xalpa, presenta las siguientes aptitudes:

- Suelo agrícola, de aptitud forestal,
- Relieve plano, con ligeras ondulaciones y una pendiente de 5% hacia el norte,
- Drenaje externo moderado,
- Vestigios de bosque de pino a los alrededores de la parcela,
- Material parental. basáltico olivínico, y
- Cultivos de temporal.

En la figura 32 se muestran las características físicas y químicas del suelo de la parcela experimental, antes de realizar la incorporación de materia orgánica y preparar el suelo para la siembra.

Ahí se puede observar que el suelo corresponde a un subhorizonte Cámbrico, A2p por prácticas culturales del hombre; el color en seco del suelo es 10 YR 5/3 pardo, y en húmedo 10 YR 3/4 pardo amarillento oscuro; la densidad aparente es de 1.2 y la densidad real de 2.3. La textura es arcillo-migajón-arenoso con macro y microporos, con estructura que va de prismática a granular con terrones de 2 a 20 mm y es adhesivo y plástico cuando húmedo. El pH con agua es fuertemente ácido (5.4). El contenido de materia orgánica presente es medianamente pobre (1.24), el porcentaje de nitrógeno es medianamente pobre (0.06), y la relación de carbono-nitrógeno es mediana (11.8); el fósforo es pobre (3.9 ppm) el calcio es medianamente pobre (410 ppm); el magnesio asimilable es rico (110 ppm) y el potasio pobre (24.8 ppm).

Determinaciones Fecha muestreo	Prof.	COLOR		D.A.	D.R.	%EP	TEXTURA			pH		% H ₂ O	% M.O.	% C	% N	R C/N	P ppm	CICCT meq 100g/s	Ca ⁺⁺ ppm	Mg ⁺⁺ ppm	K ⁺ ppm
		Seco	Húmedo				% Arcilla	% Limo	% Arena	H ₂ O	KCl										
		TEXTURA					pH														
14-III-83	0-20	10YR 5/3	10YR 3/4	1.2	2.3	47	53	25	22	5.4	5.1	1.2	0.7	0.06	12	4	12	580	85	60	
		pardo	parlo amarill. oscuro				migajón arcillo arenoso														

Fig. 32. Resultados de las determinaciones físicas y químicas del suelo de la Parcela Experimental, antes de aplicar el abono verde, en San Mateo Xalpa, Kochimilco.

Antes de adicionar el abono verde al suelo, se le determinó el contenido de materia orgánica: suelo, 1.7%; lirio acuático (base húmeda), 66.6%; y estiércol 51.8%. Con estos datos se determinó adicionar al suelo 2.3 Ton/ha de lirio acuático, o sea 334 Kg/lote y de estiércol 1.2 Ton/ha, es decir 167 Kg/lote.

En las figuras 33-35 se presentan los resultados de las determinaciones edáficas del suelo después de incorporado el abono, cabe aclarar que los resultados se agruparon por tratamiento y se obtuvo su promedio, para facilitar su manejo y darles una mayor confiabilidad en el momento de su interpretación. En ellos se aprecia que no hay cambios significativos en las propiedades físicas y químicas de los mismos ya que son similares: el color en seco y húmedo, densidad aparente (D.A.), densidad real (D.R.), y porcentaje de espacio poroso (% E.P.).

- Textura. Todos estos suelos caen dentro de migajón arcillo-arenoso, ello se debe principalmente, a que los puntos de muestreo presentan diferentes grados de erosión. Debido a la geofoma del terreno y a la práctica de nivelación que se realiza antes de la siembra.

Determinaciones Fecha muestreo	Prof. cm	COLOR		D.A.	D.R.	SEP	TEXTURA			pH		M.O.	C	N	C/N	P ppm	CICR meq 100g/s	Ca ⁺ ppm	Mg ⁺ ppm	K ⁺ ppm
		Seco	Húmedo				Arenas	Limo	Arcilla	H ₂ O	KCL									
10-VI-83	0-20	10YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarill. oscuro	1.2	2.1	42.8	55	25	20	5.9	5.2	1.2	0.7	0.1	11.7	10.2	13.4	580	90	65
							migajón arcillo arenoso													
18-VIII-83	0-20	10 YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarill. oscuro	1.1	2.2	44.7	65	23	12	6.1	5.2	1.3	1.1	0.1	11	7.3	11.8	575	85	60
							migajón arenoso													
11-VII-84	0-20	10 YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarill. oscuro	1.1	2.3	52.3	66	20	14	6.2	5.1	1.4	1.1	0.1	18.3	5.5	15.7	585	85	65
							migajón arenoso													

Fig. 33. Resultados de las determinaciones físicas y químicas del suelo de los lotes Testigo en la Parcela Experimental de San Mateo Xalpa, Xochimilco, D. F.

Determinaciones Fecha muestreo	Prof. cm	COLOR		D.A.	D.R.	SEP	TEXTURA			pH		M.Q.	C	N	C/N	P ppm	CICR meq 100g/s	Ca ⁺	Mg	K ⁺
		Seco	Húmedo				%	%	%	H ₂ O	KCl.									
10-VI-83	0-20	10 YR	10YR 3/4	1.2	2.0	40.0	53	26	21	6.2	5.4	1.5	0.7	0.07	10.7	10.6	11.5	650	100	90
		5/3 pardo	pardo amarill. oscuro				migajón arcillo arenoso													
18-VIII-83	0-20	10 YR	10YR 3/4	1.1	1.9	38.5	67	20	13	6.3	5.3	1.9	1.1	0.1	10	5.8	13.6	620	90	80
		5/3 pardo	pardo amarill. oscuro				migajón arenoso													
11-VII-84	0-20	10 YR	10YR 3/4	1.1	2.3	49.6	72	19	9	6.2	5.4	1.7	0.9	0.1	12.2	4.4	16.1	600	85	85
		5/3 pardo	pardo amarill. oscuro				migajón arenoso													

Fig. 34. Resultados de las determinaciones físicas y químicas después de aplicado el Lirio Acuático en los lotes correspondientes de la Parcela Experimental de San Mateo Xalpa, Kochimilco, D. F.

Determinaciones Fecha muestreo	Prof.	COLOR		D.A.	D.R.	VEP	TEXTURA			pH		t	e	e	R	P	CICCT meq 100g/s	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺					
		Seco	Húmedo				Arena	Limo	Arcilla	H ₂ O	KCL										M.O.	C	N	C/N	ppm
		ppm																							
10-VI-83	0-20	10 YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarillo oscuro	1.2	2.3	47.8	54	25	21	6.2	5.1	1.5	0.9	0.1	2.4	10.2	16.3	630	90	100					
							migajón arcillo arenoso																		
18-VIII-83	0-20	10 YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarillo oscuro	1.1	1.8	41.8	65	23	12	6.3	5.2	1.8	1	0.9	11	5.2	14.9	620	90	90					
							migajón arenoso																		
11-VII-84	0-20	10 YR 5/3 pardo	10YR 3/4 pardo amarillo oscuro	1.1	2.3	51.9	66	21	13	6.4	5.4	1.7	1	0.1	2.3	5.2	18.1	610	95	95					
							migajón arenoso																		

Fig. 35. Resultados de las determinaciones físicas y químicas después de aplicado el Lirio Acústico y Estiércol en los lotes correspondientes de la Parcela Experimental de San Mateo Xalpa, Xochimilco, D. F.

- pH (con relación en agua 2:1; pH-H₂O). Antes de efectuar el experimento se registró el pH de 5.4. En los lotes (T) durante el experimento se observó una mejora de 5.9 a 6.2; en los lotes con **LA** se determinó entre 6.2 y 6.3; y en los lotes con **LAE** de 6.2 a 6.4, lo que indica una mejora significativa, ya que pasó de ser un pH fuertemente ácido a ligeramente ácido.

- Materia orgánica (M.O.) En el T el porcentaje de materia orgánica oscila entre 1.2 y 1.4 que corresponde a un suelo medianamente pobre, y en los lotes con **LA** varía entre 1.5 y 1.8, mientras que en el tratamiento **LAE** fué de entre 1.5 y 1.9, o sea con un contenido de materia orgánica donde se adicionó abono verde.

- Relación carbono-nitrógeno (C/N). El suelo antes de prepararlo para el cultivo, tenía un valor de 11.23 y comparándolo éste con los obtenidos en el suelo T, no se nota mejora significativa, pero con lo que respecta a **LA** hay un ligero incremento de 10.75 a 12.75; y en **LAE** se nota una relación más estable que es entre 12.42 y 11.0.

- Fósforo asimilable (P). El fósforo tuvo un incremento favorable, ya que en la muestra preliminar al tratamiento se tenía un contenido de 2.9ppm y el T mostró un rango entre 5.5 y 10.2ppm; el **LA** entre 4.4 y 10.6ppm; y el **LAE** entre 5.2 y 10.2ppm.

ello indica que al adicionar residuos orgánicos, mejora en forma significativa el contenido de fósforo asimilable para las plantas.

- Capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.T.). La capacidad de intercambio catiónico en el suelo antes del cultivo presenta un valor de 11.8, y en los lotes T de 11.8 a 15.7; en LA de 11.5 a 16.1; y en LAE de 14.9 a 18.1, con esto se puede observar que la capacidad de intercambio catiónico se ve incrementada en proporción directa con el contenido de materia orgánica adicionada, además nos revela que durante el período de agosto 1983 a julio de 1984, la cantidad de materia orgánica disponible fué mayor, lo que nos hace suponer que en ese tiempo es cuando se integró el estiércol al suelo, sucediendo esto primero con el estiércol y después con el lirio, ya que contiene mayor número de organismos descomponedores como son hongos y bacterias.

- Calcio asimilable (Ca^{++}). En la muestra antes del cultivo y en el T el calcio se presenta como mediano (580ppm). Por otra parte, en el LA se nota una variación de 650 a 600 y en el LAE de 630 a 610ppm, lo que representa para el suelo un incremento favorable en los lotes donde se agregó lirio acuático, ya que estos resultados son mayores que en los T.

- Magnesio asimilable (Mg^{++}). El magnesio en las muestras antes del cultivo y T se encuentra en concentración medianamente rico (85-90ppm), mientras que en LA y LAE varía dentro de la concentración de rico (85-100ppm).

- Potasio asimilable (K^+). El potasio se registra como mediano (60-65ppm), antes del tratamiento y en los lotes T; con lo que respecta al LA y LAE se hallan dentro del rango de medianamente rico (85-100ppm).

En estas tres últimas determinaciones, la incorporación del lirio acuático y estiércol favoreció la concentración existente de dichos elementos en el suelo.

Por otro lado, respecto al contenido de materia orgánica del suelo antes y después de la incorporación, se pudo observar que no hay gran diferencia; ello probablemente se debió a la poca cantidad adicionada. Además para que se note un incremento de dicha materia, es necesario adicinarla en forma regular al suelo.

VII. CONCLUSIONES

- Los suelos a los que se les añadió la mezcla de lirio acuático y estiércol, en comparación con los testigo y los tratados sólo con lirio acuático, tuvieron un aumento en su población de microartrópodos.

- En los suelos de cultivo estudiados se observó que casi la mitad del total de microartrópodos fueron ácaros Prostigmata (con 16 Familias). Esto es similar a lo que generalmente se encuentra en suelos de zonas áridas.

- Se encontró gran cantidad de ácaros Prostigmata que son característicos de suelos arenosos y pobres en materia orgánica. Esta abundancia está aparentemente relacionada con la textura del suelo.

- Con respecto a los ordenes de artrópodos, se encontró que los Collembola y los ácaros Astigmata ocuparon el segundo y tercer lugar respectivamente, en cuanto a su abundancia relativa y total, y son los ácaros Cryptostigmata los menos importantes. Sólo en los lotes testigo, los Collembola fueron más abundantes que los ácaros Prostigmata.

- En el tratamiento con lirio acuático, aumenta notoriamente su abundancia relativa la familia Phygmephoridae (Prostigmata), disminuyendo los Isotomidae (Collembola). Por el contrario, en el tratamiento con lirio acuático y estiércol, aumentan considerablemente los Isotomidae, Eupodidae y Pygmephoridae (Prostigmata).

- Las familias que tienen un elevado porcentaje de permanencia en las parcelas estudiadas son, en orden decreciente, Mesostigmata en general, Pygmephoridae, Acaridae, Eupodidae, Onychiuridae, Isotomidae y Entomobryidae. En general los microartrópodos permanecen más largo tiempo en los lotes tratados que en los testigo.

- En los dos tratamientos se observó que las familias fundamentales son: Pygmephoridae, Acaridae, Isotomidae y Mesostigmata y que los Neanuridae se ven favorecidos, siendo frecuentes en los suelos tratados.

- Aplicando el coeficiente de semejanza de Sørensen (1948), se observa que los lotes experimentales son más similares entre sí, que con el testigo.

- Los grupos más abundantes también fueron los Pygmephoridae, Acaridae, Isotomidae y Mesostigmata.

- Durante los meses de octubre de 1983 a febrero de 1984, se integró al suelo una cantidad considerable de materia orgánica, lo que ocasionó un aumento en el número de organismos del suelo.

- La mezcla de lirio-estiércol, incrementa el número de organismos, mientras que la adición al suelo únicamente de lirio acuático, afecta favorablemente la diversidad de grupos.

- Con la adición del lirio y el estiércol cambiaron levemente, en forma favorable, algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo como M.O., pH, P, C.I.C.T., Ca, Mg, K.

- La mezcla de lirio acuático y estiércol, por aportar materia orgánica se comporta igual que cualquier otro abono natural en el suelo.

- El lirio acuático, a corto plazo no causa efectos dañinos al suelo ni a la microfauna, pero es necesario efectuar estudios a largo plazo, con aplicaciones frecuentes, que lo comprueben. Por su capacidad de absorber metales pesados podría afectar de algún modo al suelo, microfauna o plantas del cultivo.

- Para obtener mayores cambios en la concentración de materia orgánica y otros parámetros en el suelo, es necesario adicionar mayores cantidades, en forma periódica, de lirio acuático y estiércol.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Bastidas, R. V., R. Contreras, M., et al. 1980. Investigación sobre aprovechamiento de malezas acuáticas en la reestructuración de suelos "La Viña", Valle del Mezquital, Hgo. Informe Técnico No. 1. SARH. 45 pp.

Butcher, W. J. & M. R. Snider, 1975. The effect of DDT on the history of Folsomia candida (Collembola: Isotomidae) Edobiologia, Bd. 15, S. 53 -59.

Butcher, W. J., R. Snider, & J.R. Snider. 1971. Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. Ann. Rev. Entomol., 16: 249 - 288.

Carlos H., G. 1984. Control químico para malezas acuáticas. Informe Técnico. Subsecretaría de Planeación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento, SARH. 19 pp.

Carrillo, A., O. Chao, L. Cuervo, y R. Cetina 1979. Obtención de carbones activados a partir de lirio acuático, Eichhornia crassipes. Rev. Soc. Quím. Mex., 23 (2): 74-75.

Cervantes, B. J. 1983. Génesis, morfología y clasificación de los suelos de la Cuenca de México. Tesis Doctoral. Fac. de Ciencias UNAM México, 441 pp.

Christiansen, K. 1964. Bionomics of Collembola. Ann. Rev. Entomol. 9: 147-178.

Contreras, M. R., G. Carlos, H., V. Bastidas, R. 1982. Inventario de malezas acuáticas. Informe Técnico. Subsecretaría de Planeación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. SARH. México. 49 pp.

Covarrubias, W., Orellana R. & Valderas J. 1982. Sucesión de microartrópodos en la colonización de fecas de bovino Rev. Ecol. Biol. Sol., 19 (3): 363- 381.

Cserna, Z., P.A. Mosiño, O. Benassini. 1974. El Escenario Geográfico. Introducción Ecológica (Primera Parte). Inst. Nac. Ant. His. Departamento de Prehistoria. México. 306 pp.

Díaz, A. 1982. Efecto del tratamiento agrícola sobre los microartrópodos del suelo en una parcela cultivada en los Andes Venezolanos. in. Salinas, P.J. Zoología Neotropical. Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Venezuela. Tomo II. 1231-1240.

Edward, C. A. 1978. Pesticides and the micro-fauna of soil and water. (Cap. 9) in *In pesticide Microbiology*. eds. I.R.Hill and S. J. L. Wright Academic Press. 844 pp.

Estrada, E. G. & I. Sánchez, 1966. Acaros del suelo de zonas aridas del Valle de Tehuacán. Puebla. Tesis Profesional E.N.E.P. Iztacala. UNAM. 146 pp.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. UNAM. Instituto de Geografía. México. D.F. 246 pp.

Grill, R.N. 1969. Soil microarthropod abundance following. *Ecology*, 50 (5): 805- 816.

Hermosilla, W. 1978 Evolución mesofaunística de una sucesión ecológica secundaria antrópica. *Brenesia*, 14-15: 257-277 pp.

Hartnigk-Kümmel, C. 1983. The moss mites (Acari: Oribatei) of an oak-pine forest soil in Berlin (West): comparison of 3 sampling plots differently influenced by road construction and traffic. *Zool. Beitr. N. E.* 28: 207-230.

Hoffmann, A., J. G. Palacios-Vargas & J. B. Morales-Malacara 1980. Biocología de la cueva de Ocotitlán, Tepoztlán, Morelos. *Folia. Entomol. Mex.*, 43: 21-22.

----- 1986. Manual de Bioespeleología. Dirección General de Publicaciones UNAM. México, 274 pp.

Izarra. D. C. 1977. Les Effets de l'emploi du feu sur les microarthropodes du sol dans la region semi-aride Pampeenne. Ecol. Bull. (Stockholm), 25: 357 - 365.

----- 1982. Efectos de la rotación de cultivos sobre los microartrópodos edáficos. in Salinas, P. J. Zoología Neotropical. Actas del VIII Congreso Latinoamericano de Zoología. Venezuela. Tomo II. 1241 - 1255.

Jauregui, O. E., 1971. Mesomicroclima de la ciudad de México. Instituto de Geografía. UNAM. México, 87 pp.

Krantz. G. W., 1978. A manual of Acarology. 2nd. ed. O. S. U. Book Stores. U.S.A. 509 pp.

Krebs, Ch. J., 1978. Ecology. 2nd. ed. Harper International. New York. U.S.A. 678 pp.

Lavelle, P., E. Maury., & V. Serrano. 1981. Estudio cuantitativo de la fauna del suelo en la Región de Laguna Verde, Veracruz. Época de lluvias. in Estudios Ecológicos en el Trópico Mexicano. P. Reyes-Castillo ed. Publ. Inst. Ecol. 6: 71-105.

Massoud, Z. 1971. Un élément caractéristique de la pedofaune: Les colembes. in Pesson, P. 1971. La vie dans les sols. Aspects nouveaux études expérimentales. Gouthiers-Villars Ed. 337-388 pp.

Mayen, R. M. 1984. Aprovechamiento del lirio acuático para la fabricación de pulpa y papel. Informe Técnico. Subsecretaría de Planeación Subdirección de Investigación y Entrenamiento. SARH. 29 pp.

Mejía, R. E., 1986. Sistemática, distribución geográfica y aspectos ecológicos de los Edellidae (Acarida: Prostigmata) Mexicanos. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 119 pp.

Mendoza, M. 1961. Estudio geográfico de la Delegación de Xochimilco. Tesis Profesional. Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. UNAM. 113 pp.

Moreno, M. J. A. 1985. Análisis de la variación estacional de los Acaros del suelo en la comunidad de bosque de Pinus hartwegii Lindl., del Volcán Popocatepetl en el Estado de México. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México. 149 pp.

Najt. J. 1976. Algunos conceptos sobre la biología de los suelos como ciencia de nuestro tiempo. IDIA. Suplemento No. 29.: 97-105.

----- J.G. Palacios-Vargas. 1986. Nuevos Brachystomellinae de México (Collembola, Neanuridae). Nouv. Revue Ent. (N.S) 3 (4): 457- 471.

Palacios-Vargas, G. 1985. Microartrópodos del Popocatepetl (Aspectos ecológicos y biogeográficos de los Acaros Oribátidos e Insectos Colémbolos). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. 132 pp.

----- & J. B. Morales-Malacara. 1983. Biocenosis de algunas cuevas de Morelos. Mem. Biospéol. 10: 163-169.

----- , I. M. Vázquez, & J. B. Morales-Malacara. 1985. Aspectos faunísticos y ecológicos de la Gruta de Juxtlahuaca, Gro., México. Mem. Biospéol. 12: 135-142.

Perkins, B.D., 1974. Arthropods that stress waterhyacinth. PANS. 20 (3) 304-314.

Pielou, E. C., 1975. Ecological Diversity. ed. John Wiley & Sons. New York U.S.A. 165 pp.

Rapoport, E. H. 1968. La Fauna edáfica y sus aplicaciones en la caracterización de los suelos. Segundo Congreso Latino-Americano de Biología de Suelo. Universidade Federal Da Santa Maria-Instituto Da Solos e Culturas. Santa Maria, Brasil.

----- & T. Selika A. 1964. Ensayo sobre la aplicación de algas como fertilizantes y su efecto sobre la micro y mesofauna del suelo Rev. Inv. Agr. Pac. INTA. Buenos Aires, 1. (6): 133 - 144.

Rebollar, B.J.L. 1983. Pruebas de estabilización del lirio acuático mezclado con estiércol y agua residual, en reactores aerobios y anaerobios. Informe Técnico. Subsecretaría de Planeación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. SARH. México. 36 pp.

Rexford, D.L. 1982. Uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. Serie Bibliográfica 1.ed. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) México. 89 pp.

Riverón, G. R. 1985. Conocimiento de la artropodofauna asociada a musgos en una localidad altimontana del Estado de Morelos, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 246 pp.

Rodríguez, G. P. 1980. Alimentación de animales con lirio acuático. Tesis Profesional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. 32 pp.

S.A.G. . 1975. Conservación del suelo y agua. ed. Secretaría de Agricultura y Ganadería México. 183 pp.

Schlaepfer, J. C. . 1968. Geología de la hoja México. Instituto de Geología. UNAM. 2 pp.

Sörensen, T. 1946. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Biol. Skar. 5: 1-34.

Spencer, E.V. 1973. Guide to the Chemicals Used in Crop Protection. Agriculture Canada. Canada. 546 pp.

Thompson, L. M. & F. R. Troeh, 1980. Los suelos y su fertilidad. Ed. Reverté. cuarta Ed. México. 649 pp.

Wibo, C. 1973. Etude de l'action d'un insecticide organophosphoré sur quelques populations de microarthropodes édaphiques. Pedobiologia, Ed. 13: 150-163.