

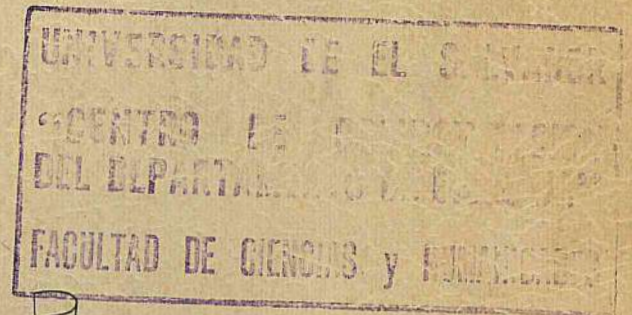
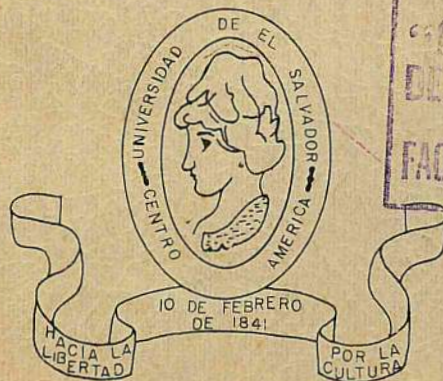
45

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

FACTORES ECOLOGICOS QUE AFECTAN
LA VIABILIDAD DEL ESTADO PUPAL
DE *Phyllophaga* sp.

MAURICIO ANTONIO GUZMAN GRANDE

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



San Salvador, El Salvador
Noviembre 1979



102.7
98964
es-1
Para el Dr. Jo
si Rutilio Guzmán
con admiración y
aprecio.
Mauricio

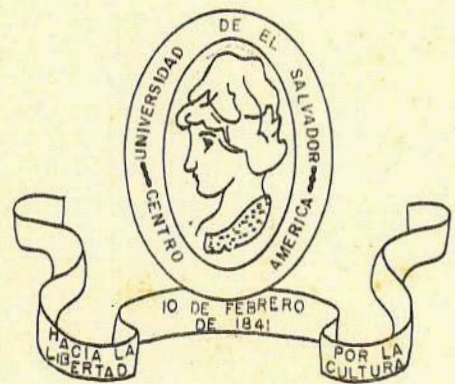
632.7
6993 F
1979
91

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

FACTORES ECOLOGICOS QUE AFECTAN
LA VIABILIDAD DEL ESTADO PUPAL
DE *Phyllophaga* sp.

MAURICIO ANTONIO GUZMAN GRANDE

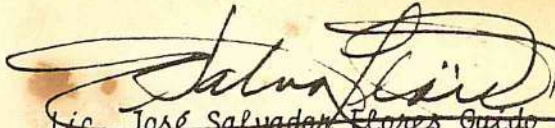
TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA



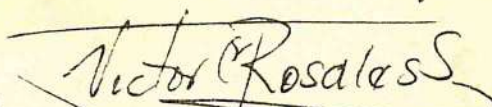
San Salvador, El Salvador
Noviembre 1979

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Decano :


Lic. José Salvador Flores Guiso

Director del Departamento:

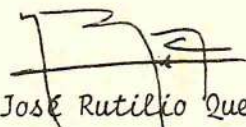

Lic. Víctor Manuel Rosales Soriano

Asesor :

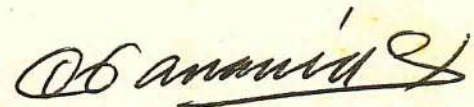

Dr. José Rutilio Quezada

Jurado Examinador :

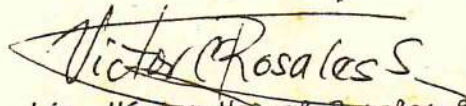
Presidente :


Dr. José Rutilio Quezada

1er. Vocal :

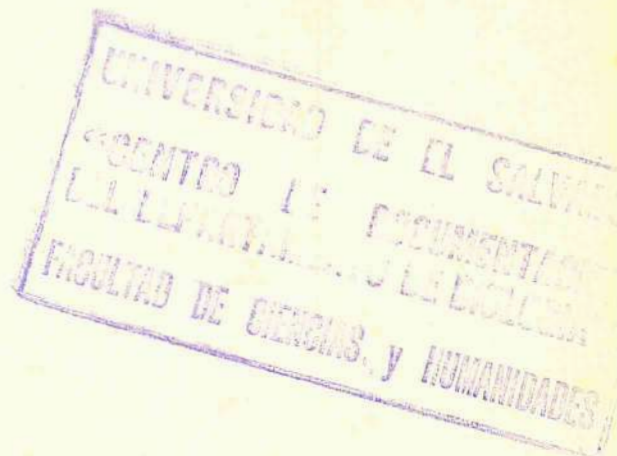

Ing. Agr. César Adolfo Hananía Chávez

2do. Vocal :


Lic. Víctor Manuel Rosales Soriano

DEDICATORIA

A mi esposa Gilda por su apoyo moral durante mis últimos años de estudio, y a mis hijos Oscar Mauricio y Gildita por la comprensión que me prestaron.



AGRADECIMIENTOS

Quiero dejar constancia de mis agradecimientos al Ing. Agr. César Adolfo Hananía Chávez, por sus valiosas sugerencias y su apoyo moral en el desarrollo de este trabajo; también, a mi asesor Dr. José Rutilio Quezada por sus acertadas sugerencias y la paciencia mostrada en la revisión del Trabajo, que fue la que hizo posible su publicación.

CONTENIDO

UES BIBLIOTECA FAC.
C.C. N.N. Y MM

INVENTARIO: 19200227

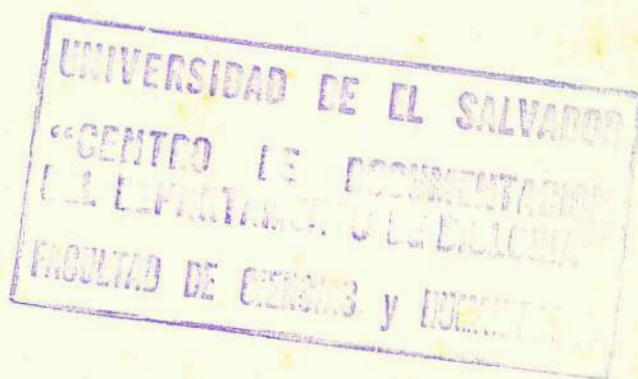
Página

I - INTRODUCCION	1
II - MATERIALES Y METODOS	4
<i>Actividades de campo</i>	4
<i>Actividades de insectario y laboratorio</i>	7
<i>Pruebas de sometimiento artificial de las pupas de <u>Phyllophaga</u> spp. a los entomopatógenos</i>	8
III - RESULTADOS	9
<i>Resultados de campo</i>	9
<i>Resultado de insectario y laboratorio</i>	14
IV - DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	19
V - RECOMENDACIONES	24
VI - RESUMEN	26
VII - LITERATURA CITADA.....	27



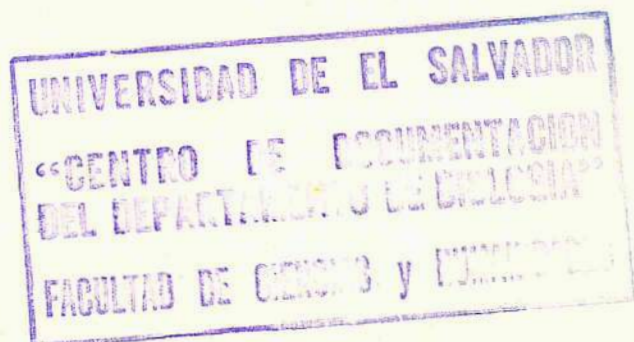
LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1	Principales condiciones ambientales donde se observaron las infecciones de <u>Spicaria</u> sp. y <u>Metarrhizium</u> sp. en prepupas y pupas de <u>Phyllophaga</u> spp., Santa Ana. 1978.....	9
2	Resultados de la población de <u>Phyllophaga</u> spp. en 20 muestreos de 6.0 m ² de suelo, - efectuados semanalmente de enero a mayo de 1978. Santa Ana.....	11
3	Porcentaje de prepupas y pupas de <u>Phyllophaga</u> spp. parasitadas por <u>Spicaria</u> sp. y ----- <u>Metarrhizium</u> sp. y variaciones de temperatura del aire, humedad en el suelo y lluvia en Santa Ana, durante el período de enero a mayo de 1978.....	12
4	Resultados sobre mortalidad de pupas de --- <u>Phyllophaga menentriasi</u> (Blanch) confinadas - en macetas conteniendo suelo estéril y no estéril en el insectario de la Estación Experimental del ISIC, 1978.....	18



LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Distribución de la toma de muestras en la subparcela.....	6
2	Porcentaje de prepupas y pupas de <u>Phyllophaga</u> spp. atacadas por entomopatógenos y las <u>varia</u> ciones de humedad del suelo y de temperatura.....	13
3	Prepupa de <u>Phyllophaga</u> spp. completamente momificada por efecto de los entomopatógenos.....	14
4	Vista ventral de pupa de <u>P. menentriresi</u>	15
5	Vista ventral de pupa <u>P. latipes</u>	15
6	Vista dorsal de una hembra adulto de <u>P. --- menentriresi</u>	16
7	Vista dorsal de adulto <u>P. latipes</u>	16
8	Vista ventral de pupa de <u>Phyllophaga</u> spp. mostrando en su región torácica ventral, un ataque de los hongos entomopatógenos.....	17
9	Vista ventral de pupa de <u>Phyllophaga</u> spp. completamente momificada por efecto de los entomopatógenos <u>Spicaria</u> spp. y <u>Metarrhizium</u> spp.....	17



I- INTRODUCCION

✓ Los insectos del suelo de la familia Scarabaeidae generalmente tienen hábitos polífagos; como consecuencia los fitófagos se encuentran distribuidos en la mayoría de los cultivos de importancia económica en el país; por lo general el daño lo realizan en su estado larval, produciendo lesiones en las raíces de las plantas hospederas que inciden en una disminución de producción y en un crecimiento pobre de la planta, que al final puede causar la muerte prematura de ésta.

✓ Las principales especies reportadas que atacan al cafeto en el país (ISIC, 1976) son P. menentriresi (Blanch) y P. obsoleta (Blanch); sin embargo el género Phyllophaga ha sido considerado plaga en los cafetales de El Salvador a partir de 1959 (Aguirreurreta y Trigueros 1959); Contreras y León (1974) han observado que la presencia de 1 a 2 larvas/m² en vivero o de 7 larvas/m² en plantaciones establecidas, pueden ocasionar daños a la planta.

El género Phyllophaga Harris (Lanchnosterna Hope) ha sido reportado (Pike et al, 1975) en Norte, Sur y Centro América, India Occidental, Asia Oriental y Meridional, Islas del Pacífico y del Océano Indico.

✓ El ISIC (1978) realizó el estudio del ciclo de vida de P. menentriresi y estableció que en estado de huevo permanecen entre 7 y 23 días, 180 en larva y 90 días como pupa; de éste último depende la cantidad de adultos hembras potencialmente aptos para realizar infestaciones en el campo a través de sus oviposiciones; y debido a que se conoce muy poco sobre el

efecto de los factores ambientales en la biología del insecto en estudio, se consideró necesario realizar este trabajo como básico al de una futura investigación de la dinámica poblacional; el cual contribuya a conocer los factores de mortalidad natural de Phyllophaga que puedan potencialmente ser utilizados para un mejor combate de la plaga y contribuir a disminuir el uso irracional de plaguicidas en los diferentes agroecosistemas en que se presenta el insecto.

✓ Wallcott (1955) reportó que en Puerto Rico las Orugas, pupas y adultos de Phyllophaga vandeii Smyth y Strataegus barbigerus, Chapin, se encontraban parasitadas por el hongo Metarhizium anisopliae -- Metckk. (Sor), y Grunner y Abud Antun (1976) encontró que los adultos de Phyllophaga pleei son muy susceptibles al ataque de M. anisopliae.

Beard (1956) y Sweeney, Marrantoug y Todd citados por Walker -- (1968) encontraron que Bacillus popilliae Dutcky producía la enfermedad lechosa en orugas del Heteronychus licas. Dutcky (1944) ha descrito este organismo y los síntomas de la enfermedad lechosa en la larva de Popillia japonica y Beard (1944) evaluó la susceptibilidad de los estados larvales del escarabajo japonés a las esporas de B. popilliae y además encontró este organismo ampliamente distribuido en el campo. White y White y Dutcky citados por Dutcky (1944) han reportado el uso de estas esporas en el campo como el principal controlador de P. japonica. Durante evaluaciones de campo con B. popilliae para el control de larvas de Melolontha melolontha (Linnaeus) Hurpin (1965) reportó una epizootia causada por microsporidias de Nosema melolonthae (Krieg).

McCoy y Cirth, citados por Campion (1968) reportaron que la producción del nemátodo Neoplectana glaseri usado para el control de P. japonica New. fue descontinuada debido al descubrimiento del entomopatógeno B. popilliae que resultó más efectivo.

Swain (1944) reportó que algunas especies de nemátodos del género Diplogaster fueron encontrados ampliamente distribuidos y asociados con el coleóptero Pentamorus spp. y Chamberlin (1944) en Wisconsin, encontró estados larvales de nemátodos presumiblemente Diplogaster - en los tejidos de la cabeza o adheridos a las partes externas de las orugas de Phyllophaga spp. pero raramente fue encontrado en la porción exterior del tracto alimenticio.

✓ Otro factor importante de mortalidad encontrado es Neoplectana glaseri Steiner, que Turco y Hopkins (1970) han evaluado en condiciones de laboratorio contra los primeros estadios de Phyllophaga spp. habiendo obtenido porcentajes de mortalidad de 63.3% a 76.6%, sugiriendo que este nemátodo puede ser evaluado a nivel de campo. Turco (1970) también encontró en la cavidad del cuerpo de P. japonica al nemátodo Neoplectana hopta sp. n. que regulaba la población.

regula la población.

✓ Dexter citado por De Bach (1964) concluyó que el Bufo marinus - L. puede ser usado efectivamente contra las "gallinas ciegas" de la caña de azúcar Phyllophaga spp. en Puerto Rico; en el Lago Lakoli en Nueva Guinea, Pippet (1975) reporta que B. marinus ejerce un control natural sobre especies perjudiciales de insectos entre los cuales se encuentran algunos melolonthinae y dynastinae; esto fue mostrado por observaciones de contenido estomacal del sapo y encontró que el to--

tal de insectos benéficos y neutrales juntos, no superaban a las especies nocivas.

✓ También en observaciones realizadas en la India por Yodava ---
et al (1975) en 1972, demostraron que los pájaros Corvus splendens y
Heridotheres tritis fueron importantes depredadores de larvas de ---
Lachnosterna sp. (Phyllophaga sp.) cuando los campos para cultivos -
fueron arados. Por otra parte, los factores abióticos regulan las
poblaciones del insecto y con el objeto de establecer la influencia
que el pH de suelo tiene sobre las poblaciones de Phyllophaga sp., -
Polivka (1960) realizó un estudio en Ohio en el que concluyó que el
insecto presenta altas densidades de población cuando el pH se encon-
traba en rango de 5.5 a 6.0 y la población disminuye a medida que el
pH es ácido o alcalino.

4.

II- MATERIALES Y METODOS

Imparte de

Actividades de campo

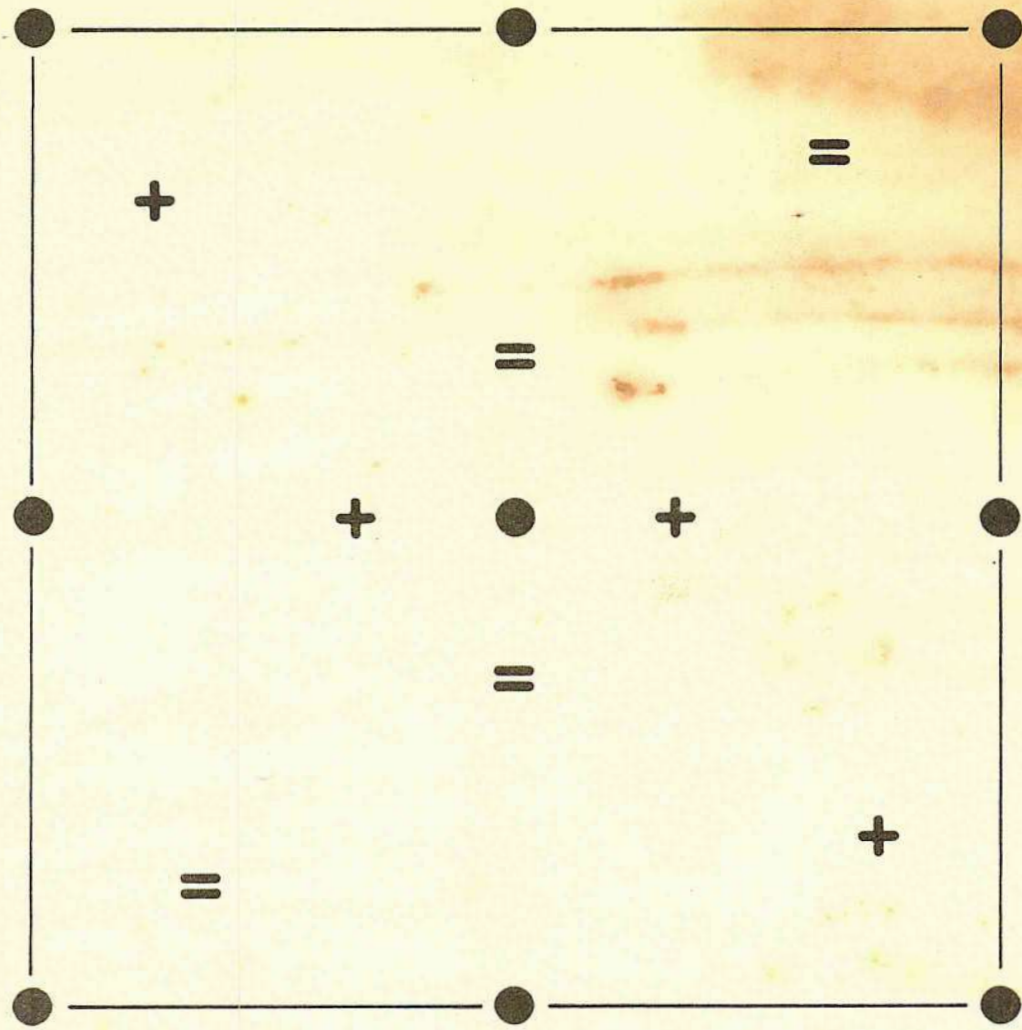
El estudio se llevó a cabo durante el período de enero a mayo/78, el cual incluyó trabajo de campo, insectario y de laboratorio. La parte de campo se realizó en la finca Santa Rosa, cantón Monte Largo, jurisdicción de Santa Ana, a una altura de 675 m.s.n.m., con clima -- Awbig según la clasificación de Koppen y con suelo pardo forestal, cul-
tivada con Coffea arabica Cv Bourbon.

Inicialmente, para instalar la parcela se realizó una serie de muestreos en el suelo durante el mes de diciembre de 1977, para lo --
cual se usaron palitas de jardinería, lo que permitió constatar la --

presencia de la plaga en estado larval y prepupal y posteriormente delimitar la parcela de 960 m^2 , la que se dividió en 60 subparcelas de 16 m^2 , con 9 a 12 cafetos cada una. La distribución de éstas fue completamente al azar con el auxilio de tablas de número aleatorios.

El total de muestreos realizados fue de 20, efectuándose en cada grupo de 6 subparcelas dos muestreos (uno en cada semana). En cada subparcela se tomaba una muestra de 1.0 m^2 de suelo hasta 15.0 cms., de profundidad, dividida en 4 submuestras de $0.50 \times 0.50 \text{ m}$, dos de las cuales se tomaban en dos esquinas opuestas de la subparcela y dos en los rumbos norte y sur del arbusto central de la subparcela; el siguiente muestreo se realizaba en las dos esquinas opuestas no utilizadas en el primer muestreo y se tomaban las dos submuestras del arbusto central en los rumbos oeste y este (Figura 1).

Para obtener la muestra se utilizó un marco de madera de 0.50×0.5 metros, el cual se colocó a 25.0 cms., de la base del arbusto y con palitas de jardinería se levantó gradualmente la capa de hojarasca y posteriormente se revisó el suelo por capas hasta llegar a una profundidad de 15.0 cms. Las pupas o prepupas colectadas fueron confinadas en bolsas plásticas conteniendo suelo para evitar la deshidratación durante el transporte; posteriormente fueron observadas en el laboratorio. En el muestreo inicial se tomaron muestras para determinar el pH, porcentaje de Materia Orgánica y Humedad de -- suelo, del cual éste último se realizó semanalmente durante el tiempo que duró el ensayo.



- Cafetos
- = Sitios de la primera toma de muestras.
- + Sitios de la segunda toma de muestras.

Fig.1 Distribución de la toma de muestras en la subparcela.

Actividades de laboratorio e insectario . 5.1

El método utilizado para determinar el pH fue por extracción de agua; el porcentaje de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black y por diferencias de peso para determinar el porcentaje de humedad del suelo.

Las prepupas y pupas colectadas en cada muestreo fueron observadas en microscopio de disección con el propósito de determinar la presencia de parásitos, predadores o patógenos; las que aparentemente se mostraban normales fueron confinadas en forma individual en pequeños frascos de vidrio conteniendo suelo y protegido en su parte superior con cedazo fino (organdi) sujetado con una banda de hule; esto sirvió, posteriormente, para establecer la presencia de patógenos que no fue posible detectar en las observaciones realizadas inicialmente; y establecer las especies de Phyllophaga presentes en este estudio.

Las que mostraron síntomas de enfermedad fueron transportadas, confinadas y manipuladas aisladamente de las que no mostraron.

Las pupas que mostraban ataque de patógenos fueron preparadas en el laboratorio de la siguiente manera: inicialmente fueron lavadas con agua destilada; luego se introdujeron en una solución de -- Clorox por dos minutos, e inmediatamente se pasaron por alcohol al 70% durante un minuto; se lavaron en agua estéril y fueron colocadas sobre papel filtro para absorber el agua de las pupas; posteriormente, haciendo uso de mechero de Bunsen, para evitar contaminación, fueron colocadas en platos petri conteniendo diferentes medios de culti

vo como PDA, PA, CMA e incubados durante 5 días a una temperatura de 25°C; al mismo tiempo, se hicieron pruebas para obtener crecimiento y esporulación de los hongos con tierra estéril de frijol y de maíz y tierra no estéril conteniendo pupas infectadas, las cuales se mantuvieron durante cinco días expuestas a 12 horas luz ultravioleta y 12 horas de oscuridad para obtener esporulación del hongo.

Para determinar cual de los hongos aislados era el factor de mortalidad en pupas de Phyllophaga spp., se procedió a buscar referencia bibliográfica por lo que se descartaron Fusarium sp. y Monilia y se trabajó únicamente con Spicaria sp. y Metarrhizium sp; los cuales fueron inoculados en 10 platos de petri cada uno y dos medios diferentes, Papa-agar y Papa-dextrosa, que sirvieron posteriormente para efectuar infecciones artificiales de pupas de Phyllophaga sp. en el laboratorio.

Se confinaron pupas de P. menentriessi aparentemente sanas en cuatro cajas de madera de 20 x 20 x 15 cms., dos de las cuales contengan suelo del lugar donde fueron colectadas y las otras dos, suelo previamente desinfectado con agua hirviendo.

Pruebas de sometimiento artificial de las pupas de Phyllophaga spp. a los hongos entomopatógenos.

Después de 5 días de incubación de los hongos a 25°C se obtuvo desarrollo micelial y esporulación, de donde se tomó el inóculo para colocarlo sobre la epicutícula de pupas de Phyllophaga. Se prepararon 20 platos petri conteniendo suelo estéril húmedo y en cada uno -

de los platos se colocó una pupa, a las cuales, con ayuda de una aguja de disección, se les colocó micelio, conteniendo esporas, en la parte torácica dorsal. Se mantuvieron en condiciones no controladas durante 29 días.

III- RESULTADOS

Resultados de campo

Las condiciones medidas en el lugar donde se desarrolló el estudio se resumen en el Cuadro 1. Los pH del suelo oscilaron entre 3.6 a 5.2 con promedio de 4.5; el contenido de materia orgánica en el suelo fue alto y osciló entre 10.4 a 18.6% con un promedio de 14.4% en un total de 12 muestras tomadas en el área donde se desarrolló el ensayo. La humedad del suelo, obtenida por diferencia de pesos, osciló entre 12.7 a 43.2% con un promedio de 27.1% y en siete días de lluvia durante los meses de marzo, abril y mayo se obtuvo un total de 205 mm.

Cuadro 1.- Principales condiciones ambientales donde se observó las infecciones por Spicaria sp. y Metarrhizium sp. en prepupas y pupas de Phyllophaga spp., Santa Ana, 1978.

Factores	Rangos	Promedio
Precipitación (mm) 1/		1819.0 2/
Temperatura (°C) 2/		22.7
Humedad relativa (%) 2/		72.0
Materia orgánica en el suelo (%)	10.4 - 18.4	14.4
Humedad del suelo (%)	12.7 - 43.2	27.1
pH del suelo	3.6 - 5.2	4.5

1/ Cantidad de lluvia durante el ensayo fue de 205 mm.

2/ Promedios anuales obtenidos del Almanaque Salvadoreño 1978, Servicio Meteorológico.

estado

- 10 -

Los resultados obtenidos de las poblaciones de prepupas, pupas y adultos por metro cuadrado de Phyllophaga spp. son mostrados en el Cuadro 2 y éstos oscilaron entre 4.3 a 36.5/m², de 0.3 a 12.2/m² y de 0.2 a 12.7/m² respectivamente, durante el desarrollo del estudio. De los 20 muestreos de campo realizados se obtuvieron prepupas y pupas de Phyllophaga asociados a los hongos Spicaria spp, Fusarium spp, Metarrhizium spp, y Monilia spp, los cuales fueron aislados de los insectos que mostraban síntomas de enfermedad, aunque para el presente estudio se consideraron solamente los hongos Spicaria spp. y Metarrhizium spp. por haberse aislado siempre de las prepupas y pupas enfermas, así como por estar reportadas como entomopatógenos. Los porcentajes de prepupas y pupas atacadas en el campo por estos dos entomopatógenos son presentados en el Cuadro 3 y Figura 2. Los porcentajes oscilaron entre 1.7 a 15.2% en prepupas y de 5.7 a 81.8% en pupas, durante el transcurso de este estudio. Las variaciones de humedad del suelo no mostraron correlación con el porcentaje de prepupas y pupas infectadas por los entomopatógenos, habiéndose obtenido coeficientes de correlación de $r = 0.582$ y $r = 0.198$ respectivamente para cada estado. Las variaciones de temperaturas del aire mostraron correlación significativa positiva ($r=0.459$) con los porcentajes de pupas infectadas, sin embargo no mostró con los porcentajes de prepupas ($r=0.416$).

Hongos

Hongos

La apariencia externa de las prepupas y pupas al inicio de la infección causada por los entomopatógenos Spicaria sp y Metarrhizium sp. mostraron un pequeño tumor o abultamiento en la región torácica, pero cuando se encontraron completamente atacados mostraban rigidez

Cuadro 2.- Resultados de la población de *Phyllophaga* spp. en 20 muestreos de 6.0 m² de suelo, efectuados semanalmente de enero a mayo de 1978, Santa Ana.

Muestreo	Índice/m ²		Sanas/6 m ²		Parasitadas/6 m ² 1/		Total/6 m ²	
	Prepupa	Pupa	Prepupa	Pupa	Prepupa	Pupa	Prepupa	Pupa
1	28.8	2.0	169	8	4	4	173	12
2	21.2	8.0	122	33	5	15	127	48
3	20.2	2.8	118	15	3	2	121	17
4	25.8	2.0	152	8	3	4	155	12
5	18.5	4.7	88	6	23	22	111	28
6	22.0	0.8	128	3	4	2	132	5
7	36.5	1.8	207	4	12	7	219	11
8	17.7	6.5	84	19	22	20	106	39
9	16.2	11.8	73	42	24	29	97	71
10	4.3	18.8	2	84	24	29	26	113
11	0.0	19.2	0	75	0	40	0	115
12	0.0	14.5	0	66	0	21	0	87
13	0.0	17.0	0	46	0	56	0	102
14	0.0	12.7	0	8	0	68	0	76
15	0.0	4.7	0	1	0	27	0	28
16	0.0	4.7	0	0	0	28	0	28
17	0.0	5.0	0	0	0	30	0	38
18	0.0	7.5	0	0	0	45	0	45
19	0.0	4.8	0	0	0	29	0	29
20	0.0	0.3	0	0	0	2	0	2

1/ Por los hongos *Spicaria* sp. y *Metarrhizium* sp.

Cuadro 3.- Porcentaje de prepupas y pupas de *Phyllphaga* spp. parasitadas por *Spicaria* sp. y *Metarrhizium* sp. - con respecto a variaciones de humedad en el suelo, temperatura del aire y lluvia en Santa Ana, durante el período de enero a mayo de 1978.

Muestreo	Pre-pupas <u>1/</u>	Pupa <u>1/</u>	% humedad del suelo	T ^a . promedio del aire (° C)	Precipitación mm.
1	2.2	33.3	37.1	23.8	0.0
2	2.9	31.2	36.1	20.3	0.0
3	2.2	8.7	33.2	20.6	0.0
4	1.7	40.0	32.2	21.6	0.0
5	11.6	75.9	29.1	23.1	0.0
6	2.9	15.4	24.8	20.6	0.0
7	5.2	31.8	23.2	22.6	0.0
8	15.2	46.5	21.7	21.9	0.0
9	14.3	31.2	16.0	23.4	0.0
10	6.0	32.2	12.7	23.4	0.0
11	0.0	33.9	18.9	23.6	0.0
12	0.0	22.8	15.4	24.3	0.0
13	0.0	37.6	16.3	23.8	4.0
14	0.0	44.7	14.6	24.4	0.0
15	0.0	33.7	19.0	25.1	10.0
16	0.0	45.2	33.4	24.7	78.0
17	0.0	51.7	35.6	24.1	5.0
18	0.0	81.8	37.8	24.2	20.0
19	0.0	74.3	40.5	25.4	53.0
20	0.0	5.7	43.2	23.1	35.0

1/ Para establecer el porcentaje de prepupas parasitadas se han considerado las pupas colectadas como prepupas que lograron sobrevivir al ataque de los entomopatógenos y los adultos como pupas que no fueron parasitadas por éstos.

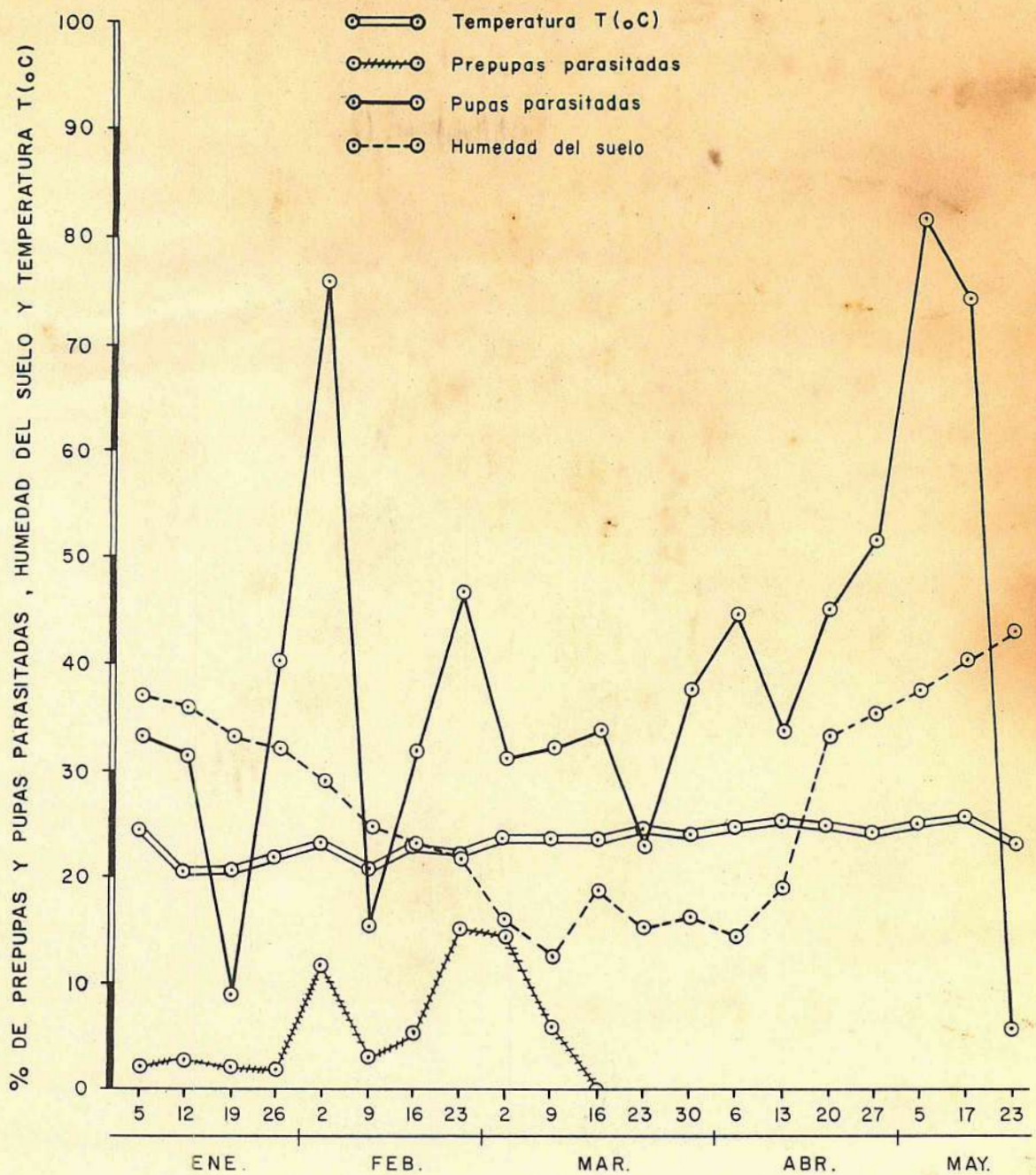


Fig.2 Porcentaje de prepupas y pupas de *Phyllophaga* spp. atacadas por entomopatógenos y las variaciones de humedad del suelo y temperatura.

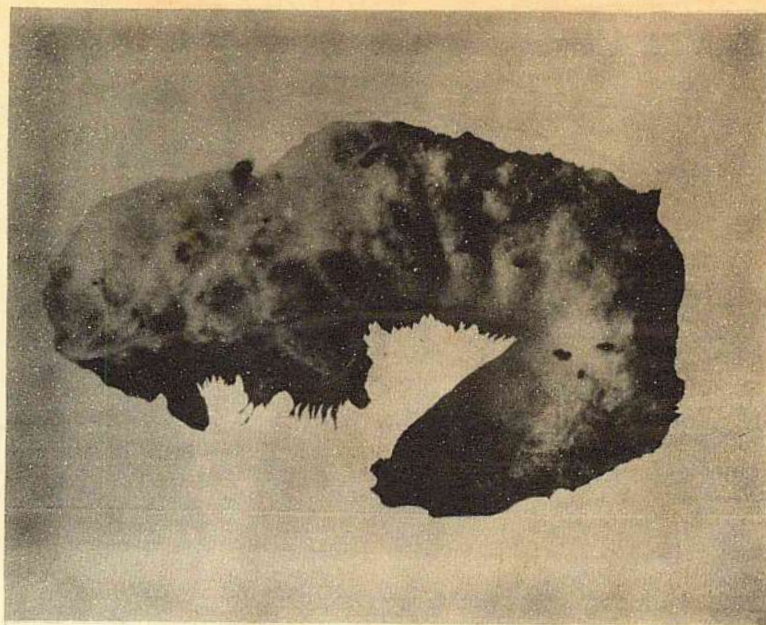


Fig. 3.- Prepupa de Phyllophaga sp. completamente momificada por efecto de los entomopatógenos.

(momificación) y una cobertura de micelio blanco grisáceo o azul verdoso (Figura 3).

Resultados de insectario y laboratorio

Se pudo establecer a través de la obtención de adultos de pupas (Figura 4 y 5) colectadas en el campo, que las especies presentes en el ensayo fueron P. menentriasi (Blanch) y P. latipes Bates (Figuras 6 y 7).

Las prepupas y pupas que mostraban ataques de entomopatógenos (Figura 8) o que se encontraban momificadas (Figura 9) durante los muestreos de campo fueron trasladadas al laboratorio donde se aislaron los cuatro hongos antes citados. Spicaria sp, Metarrhizium sp. y Fusarium sp. se desarrollaron satisfactoriamente en medio de cultivo de papa dextrosa agar, corn meal agar y papa agar, incubados a --



Fig. 4.- Vista ventral de pupa de P. menentriresi

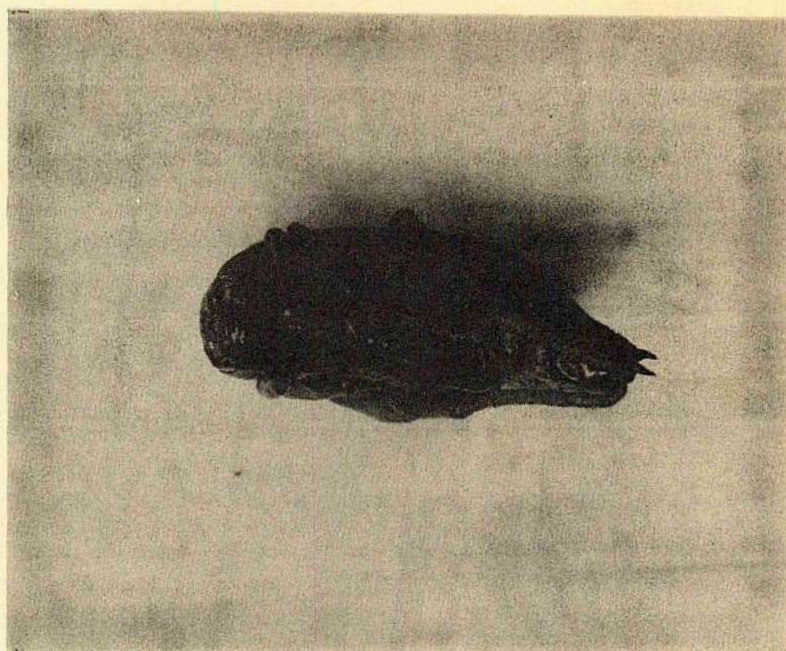


Fig. 5.- Vista ventral de pupa de P. latipes



Fig. 6.- Vista dorsal de una hembra adulta de P. menentriasi

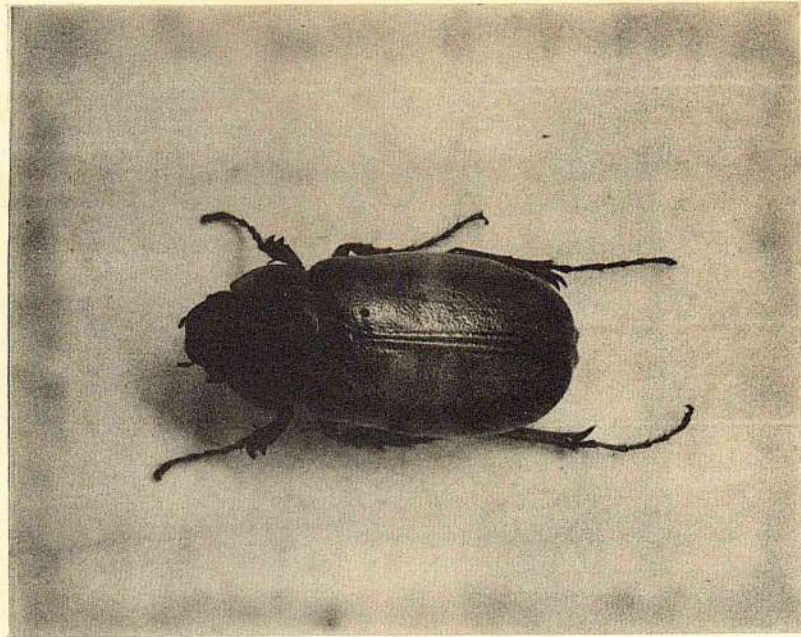


Fig. 7.- Vista dorsal de adulto de P. latipes

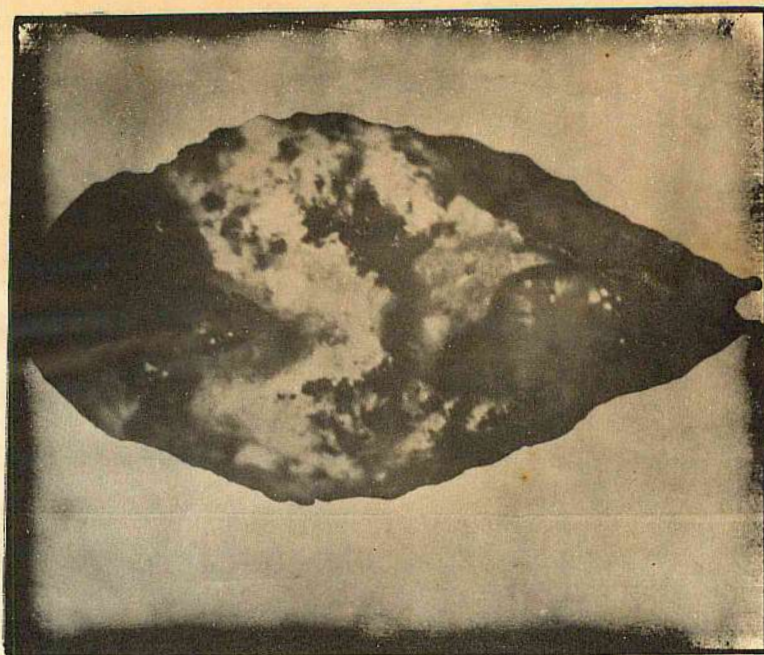


Fig. 8.- Vista ventral de pupa de *Phyllophaga* sp. mostrando en su región torácica ventral un ataque de hongos entomopatógenos.

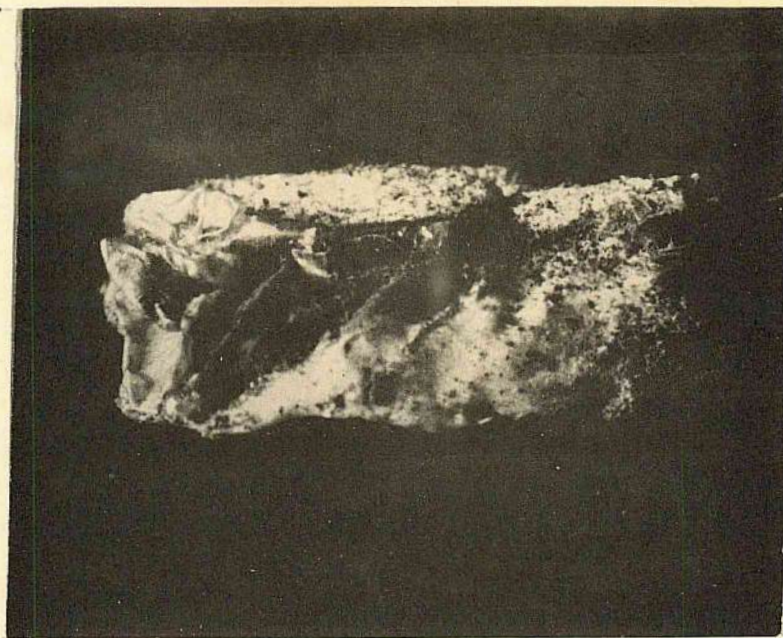


Fig. 9.- Vista ventral de pupa de *Phyllophaga* sp. completamente momificada por efecto de los hongos entomopatógenos.

25°C durante cinco días. Se obtuvo esporulación de Monilia sp. en tierra estéril de frijol y maíz expuestas durante cinco días a 12 horas de luz ultravioleta y 12 de oscuridad.

Pupas de P. menentriresi (Blanch) aparentemente sanas fueron confinadas en cuatro cajas de maderas conteniendo suelo estéril y no estéril y del cual se obtuvo 35.7 y 62.5% de mortalidad en suelo no estéril y 5 y 12% en suelo estéril (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Resultados sobre mortalidad de pupas de P. menentriresi confinados en macetas conteniendo suelo estéril y no estéril en el insectario de la Estación Experimental del ISIC, 1978.

Macetas	Pupas 1/ confinadas	% mortalidad entomopatóge- nos.	Factor físico o mecánico	% adultos emergidos	Adultos emergidos
1 2/	24	62.5	20.8	16.7	4
2	20	5.0	45.0	50.0	10
3 2/	28	35.7	39.3	25.0	7
4	25	12.0	24.0	64.0	16

1/ Del 16 de enero al 3 de abril de 1978.

2/ Contendían suelo no estéril.

Por otra parte se inocularon con aguja de disección 10 pupas de Phyllophaga sp. con el hongo Spicaria y 10 con Metarrhizium. Habiéndose observado la manifestación del síntoma de la enfermedad encontrada en el campo con ambos hongos después de 29 días; Spicaria sp. infectó 6 pupas y Metarrhizium sp. solamente 4 de 10 que fueron sometidas.

IV- DISCUSION Y CONCLUSIONES

Contreras y León (1974) observaron que a pesar de tener un pH bajo (3.5) el suelo donde realizaron un ensayo no constituyó un factor limitante sobre las poblaciones, lo que corrobora los resultados en el presente estudio, en el cual el pH del suelo osciló entre 3.6 y 5.2 con un promedio de 4.5 (Cuadro 1) y no se observó disminución de la plaga, aunque Polivka (1960) concluyó en Ohio que el insecto - presenta altas densidades de población cuando el pH del suelo está en un rango de 5.5 a 6.0 y disminuye a medida que el pH es ácido o alcalino, no coincidiendo que los resultados obtenidos en este estudio en el cual los índices más bajos por m² fueron de 4.3, 0.3 y 0.2 para prepupa, pupa y adulto respectivamente, (Cuadro 2). Estos índices coinciden con el inicio o final del estado por lo que realmente no indica que la población haya disminuido por unidad de área.

En el Cuadro 2 se observa que los índices por m² de prepupas, pupas y adultos son altos, comparados con los discutidos anteriormente, indicando que el insecto se encuentre en la máxima ocurrencia de su estado del ciclo de vida.

① Los porcentajes máximos de infección producidos por Spicaria sp. y Metarrhizium sp. en condiciones naturales en el campo fueron de 15.2 y 81.8% para prepupas y pupas respectivamente coincidiendo con los resultados de Pospelow y Pyatnitzku, citados por Madellin (1963) que establecieron que M. anisopliae infectó más individuos en suelos ácidos que en otros; sin embargo, Steinhaus (1949) contempla que el

óptimo valor de pH está entre 6.9 y 7.4 para el mismo hongo. Probablemente Spicaria sp. requiera pH bajo, el igual que Metarrhizium - debido a que el primero fue mucho más observado infectando prepupas y pupas de Phyllophaga spp.

El suelo donde se realizó el estudio mostró un alto contenido de Materia Orgánica (10.4 - 18.5%) lo que probablemente contribuyó al desarrollo de los entomopatógenos porque según De Bach (1964) un medio alto en Materia Orgánica es favorable para el desarrollo de estos y Schaerffenberg citado por Madellín (1963) estableció que la tasa de infección de Melolontha sp. con Beauveria densa se mantuvo uniformemente alta en un suelo rico en humus; sin embargo, Pyatnitzku citado por el autor antes mencionado (1963), reporta alta mortalidad Cleonus punctiventris en suelo pobre en humus pero con pH ácido. La ríos (1973) reportó que la aplicación de mantillo de residuos vegetales o de otro tipo reduce la pérdida del agua hasta cuando vuelven las lluvias y debido a que en la parcela donde se realizó el ensayo mostró hasta un 18.6% de materia orgánica, es probable que las variaciones de humedad del suelo de 12.7 a 37.1% durante la ausencia de lluvia, hayan sido suficiente para el desarrollo de los entomopatógenos que infectaron en este período hasta el 15.2% y 75.9% de la población de prepupas y pupas de Phyllophaga spp. respectivamente (Cuadro 3); sin embargo, los porcentajes de prepupas y pupas infectadas no mostraron correlación con la humedad del suelo.

Hurpin y Vago (1958) han observado que la humedad del suelo es un potente factor ambiental en el desarrollo de S. farinosa cuando

atacaba Melolontha sp. y Metchnikof, citado por De Bach (1964), -- Schaerffenberg (1964) y Roberts y Vendol (1971), consideran que la alta humedad es necesaria para el desarrollo del micelio y la reproducción y la ausencia de ésta es un factor limitante en una epizootia, sin embargo, en este estudio no podría considerarse la humedad del suelo por sí sola como un factor limitante de los entomopatógenos porque si se observa en el Cuadro 2, cuando inicia la época lluviosa la cantidad de pupas sanas colectadas en 6.0 m² de suelo es relativamente pequeña comparada con la cantidad de pupas parasitadas y además existe un aumento considerable en la cantidad de adultos colectados, lo que podría indicarnos que la cantidad de pupas colectadas a partir del muestreo número 14 no lograron pasar al estado de adulto por la acción ejercida, probablemente desde la época seca, por los entomopatógenos; estos resultados coinciden con los obtenidos por Schaerffenberg citado por Madellin (1963) que concluyó que en un suelo rico en humus la tasa de infección de B. densa sobre M. melolontha no mostró dependencia de la lluvia.

Las variaciones de temperaturas del aire oscilaron entre 20.3°C a 25.4°C durante el período en que se efectuó el estudio; éstas, según Guzmán (1979) podrían considerarse como variaciones aproximadas del suelo en cafetal (condiciones de semibosque). Estas variaciones mostraron correlación con los porcentajes de la población de pupas parasitadas, pero no mostró con las de prepupas; esto probablemente se debió a que el número de muestreos en que se colectaron prepupas fueron relativamente pocos.

La dependencia de la temperatura para el desarrollo de los entomopatógenos ha sido reportado también por Steinhaus (1949), Getzin (1961), Roberts y Vendol (1971), Mahomed y Sikorowski (1973) y Grunner y Abud Antun (1976) que han observado que los entomopatógenos para germinar y desarrollarse necesitan rangos óptimos entre 20 y 30°C, lo que coincide con las variaciones medidas en este estudio, las cuales tienen gran importancia en el aumento de eficiencia de control de las poblaciones de Phyllophaga spp, tal como lo ha reportado --- Wolcott (1955) en Puerto Rico.

Ramaraje et al (1967) han investigado el efecto de algunos insecticidas en hongos entomopatógenos y concluyeron que el BHC, Malathion, Endrín y Folidol no permitieron el desarrollo normal de M. anisopliae en casi todas las concentraciones evaluadas y en la parcela donde se efectuó el estudio, no se habían efectuado aplicaciones de plaguicidas durante 4 años anteriores a éste, lo que probablemente contribuyó al desarrollo de los hongos entomopatógenos Spicaria sp, Metarrhizium sp. aunque esta posibilidad no fue considerada en el estudio, se discute porque en el combate de plagas del suelo generalmente se usó a y aún en algunos casos, plaguicidas clorinados -- (Aldrín, Dieldrin, Heptacloro, etc). En gran parte del desarrollo de estos hongos entomopatógenos como factores de mortalidad de las poblaciones de prepupas y pupas de Phyllophaga spp. han sido influenciado por las condiciones propias del cultivo del café en El Salvador y principalmente en la parcela de estudio, la cual mostró más del 50% de sombra producida en su mayoría por Inga spp. (Leguminosa);

sin embargo, los resultados porcentuales de pupas infectadas por los entomopatógenos, mostraron correlación con las variaciones de temperaturas, pero no con la humedad del suelo, sin embargo, la interrelación entre pH y condiciones de suelo (franco arcillo arenoso), sombra y condición biológica de la plaga hayan contribuido también al desarrollo de los entomopatógenos.

Behenke y Paschke (1966) obtuvieron el 80% de mortalidad en larvas de Trichoplusia ni (Hubner) y Gadauskas y Canerday (1966) obtuvieron mortalidad del 100% en larvas de Pseudoplusia includens tratadas con esporas de S. rileyi diez días después del tratamiento en condiciones controladas, aunque en el ensayo no se trabajó en condiciones controladas se obtuvo hasta 62.5% de mortalidad de pupas de P. menentriresi confinadas por más de 60 días en suelo no estéril; lo que podría indicarnos que las pupas habían sido infectadas en el campo antes de ser colectadas.

En el presente estudio no se determinó el mecanismo de infección de los entomopatógenos, solamente se estableció el efecto de mortalidad que produjo; pero Medellín (1963), Roberts y Vendol (1971), Zacharuk (1970-1973) y Weiser et al (1976), han determinado que la ruta de infección de los deuteromycetes entomopatógenos entre los que reportan a Spicaria y Metarrhizium en algunas especies de coleopteros estudiados fue a través del integumento; esto podría indicar la posibilidad de que las pupas de Phyllophaga sp. que fueron inoculadas con micelio y esporas de Spicaria sp. y Metarrhizium sp. y de los cuales se obtuvo el síntoma 29 días después en un 60 y 40% res

pectivamente hubiesen sido infectadas a través del integumento por - que en este estado no ingieren alimentos; descartando la posibilidad de que la infección haya sido por el tracto digestivo o a través de lesiones, ya que éstas fueron previamente seleccionadas.

V- RECOMENDACIONES

- 1) Evaluar en condiciones de laboratorio y de campo la patogenicidad de Spicaria sp. y Metarrhizium sp. contra Phyllophaga spp. - principalmente en el cultivo del café, que debido a su naturaleza presenta condiciones favorables para el desarrollo de estos entomapatógenos.
- 2) Establecer el nivel crítico o económico de la plaga en los diferentes cultivos que se presenta. Esto contribuiría en gran medida, a disminuir el uso de plaguicidas y como consecuencia el costo del cultivo.
- 3) Buscar otros factores naturales que frenen la población de Phyllophaga spp. así como evaluar su potencial y factibilidad económica para ser usados en el combate de ésta.
- 4) Explorar otras alternativas de combate (culturales, genéticas, etc.) con el propósito de establecer un combate integrado de la plaga, no sólo en el cultivo del café, sino que en otros de importancia económica.
- 5) Evaluar el efecto de los insecticidas recomendados en el combate de la plaga sobre la microfauna y microflora del suelo.

- 6) Estudiar el complejo de insectos del suelo, principalmente los -
de la familia Scarabaeidae para establecer que especies son nociv
as al cultivo.



VI- RESUMEN

Con el propósito de conocer los factores naturales de mortalidad del estado pupal de Phyllophaga spp. se inició el estudio durante el período de enero a mayo de 1978, en una plantación de Coffeae arabica Cv. Bourbon en el Departamento de Santa Ana a 675 m.s.n.m.

Los índices de población por m² de suelo, oscilaron de 4.3 a -- 36.5; 0.3 a 19.2 y 0.2 a 12.7 de prepupas, pupas y adultos respectivamente; asimismo, se estableció a través de la obtención de adultos la presencia de P. menentriessi, P. latipes Bates y Phyllophaga spp.

Los factores de mortalidad de Phyllophaga spp. fueron los hongos entomopatógenos Spicaria sp. y Metarrhizium sp. que parasitaron hasta 15.2% de prepupas y 81.8% de las pupas colectadas. Los porcentajes de prepupas y pupas parasitadas no mostraron correlación con las variaciones de humedad del suelo, pero sí mostró para pupas y las variaciones de temperaturas del aire.

VII- LITERATURA CITADA

- AGUIRREURRETA, C. 1959. Enfermedades y plagas de almaciguera. Boletín No. 4. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café, Santa Tecla, El Salvador. 1 (4) : 15-16.
- BEARD, R.L. 1944. Susceptibility of Japanese beetle larvae to Bacillus popilliae. Jour. Econ. Ent. 37 (5) : 702-8.
- _____. 1956. Two milky disease of Australian Scarabaeidae. Canadian Entomology. 88 (1) : 640-7.
- BEHENKE, CH. and Paschke, L. 1966. Spicaria rileyi (Farlow) Charles and Aspergillus flevus Link., entomogenous fungi of the cabbage looper Trichoplusia ni (Hubner) in Indiana and Wisconsin. Jour. Inv. Path 8 (1) : 105.
- CAMPION, D. 1968. A nematode parasite of the red bollworm Diparosipsis castanea Hmps. and the implication of such parasite as a possible biological control agent. Tropical Science X (3) : 157.
- CHAMBERLIN, T. R. 1944. Observation on nematodes associated with white grubs. Jour. Econ. Ent. 37 (2) : 314.
- CONTRERAS, S. y León, C.S. 1974. Efectividad de los tratamientos de suelo para control de Phyllophaga sp. en café. Rev. STADES 3 (4) : 123-129.
- DE BACH, P. 1964. Control Biológico de las plagas de insectos y Malas Hierbas CECSA, México, P. 618.



- DUCTKY, S.R. 1944. Two new spore-forming bacteria causing milky -- disease of japanese beetle larvae. Jour. Agric. Research No. 61, 57-68.
- GETZIN, L. W. 1961. Spicaria rileyi (Farlow) Charles, an entomoge nous fungus of Trichoplusia ni (Hubner). Jour. Insect Path. - 3: 2-10.
- GRUNNER, L. and Abud-Antun, A. 1976. Stude des condition de Sporulation de conservation d' una souche de Metarrhizium anisopliae Sorokin isolés de Phyllophaga pleei Bl. in Guadeloupe (Coleopte ra : Scarabaeidae). Turrialba 26 (3) : 241.
- GADAUSKAS, R. and Canerday, R. 1966. Pathogenicity of Spicaria rileyi to Pseudoplusia includens. Jour. Inv. Path 8 (3) : 277.
- GUZMAN, G.T. 1979. Información Personal, Servicio Meteorológico, - Nueva San Salvador, El Salvador.
- HURPIN, B. and Vago, C. 1958. Les maladies du hanneton commun --- (Melolontha melontha L.) (Cal. Scarab). Entomophaga 3, 285-330.
- HURPING, B. 1965. An epizootia caused by Nosema melolonthae (Krieg) in the larva of cockchafer Melolontha melolontha (L.) Jour. Inv. Path 7 (1) : 39.
- ISIC. 1976. Manual Técnico del Cultivo del Café en El Salvador. Ed. Depto. Información Agropecuaria MAG. El Salvador. p.141.
- _____. 1978. Resúmenes de Investigaciones de Café, 1977-78, año 1 No. 1, Nueva San Salvador, El Salvador, p.: 37.

- LARIOS, F.J. 1973. Efectos del Mantillo "Mulch" en la conservación del suelo y la humedad. Rev. SIADES 2 (1) : 7, 11, 12.
- MADELLIN, M. F. 1963. Diseases caused by Hyphomycetous fungi. In "Insect pathology and advanced treatise" (E.A. Steinhaus, ed) -- Vol. 2, p. 256. Academic Press, New York.
- MAHOMED, A.K.A. and Sikarowski, P. 1973. Susceptibility of Heliothis zea to Nemuraea rileyi at various temperatures. Jour Inv. Path 39 (3) : 416-7.
- PIKE, D.A. et al, 1975. A world bibliography of the genus Phyllophaga The Agric. Experim. Station University of Nebraska-Lincoln, p.3.
- PIPPET, J. R. 1975. The marine toad, Bufo marinus, in Papua New Guinea. The Papua New Guinea Agriculture Journal. 26 (1) : 25-6.
- POLIVKA, J. B. 1960. Grub populations in turf varieties with pH - levels in Ohio Soils. Jour. Econ. Ent. 53 (5) : 860-3.
- RAMARAJE, et al 1967. The effect of certain insecticides on the entomogenous fungi (Beauveria bassiana and Metarrhizium anisopliae) Jour. Inv. Path 9 : 398-403.
- ROBERTS, D. and Vendol, W. 1971. Use of fungi for microbial control of insects in "Microbial control of insects and mites" (H. O. - Burges and N. W. Hussey Ed.) p. 136. Academic Press. New York.
- SCHAERFFERNBERG, B. 1964. Biological and environmental conditions for the development of mycoses caused by Bauveria and Metarrhizium. Jour. Insect. Path 6 :7-20.

- STEINHAUS, E. A. 1949. *Principles insect pathology*. Mc Graw Hill Book Ins. First Ed. New York. pp. 389-397, 398.
- SWAIN, R. B. 1944. *Asociation of nematodes of the genus Diplogaster with fringed beetles*. Jour. Econ. Ent. 38 (4) : 488-90.
- TRIGUEROS, L. F. 1959. *Insectos del suelo Bol. 2 Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café 1 (2) : p. 8.*
- TURCO, C. P. 1970. *Neoplectana hoptha sp. n. (Neoplectaniedae, - nematoda) a parasite of japanese beetle, Popillia japonica New Helminthological Society of Washington 37 (1) : 119-121.*
- _____ and Hopkins, S.H. 1970. *Susceptibility of five insect pest to Neoplectana glaseri*. Steiner. Journal of Parasitology 56 (2) : 227-280.
- WALKER, P. T. 1968. *Heteronychus white grubs on sugar cane and -- other crops*. PANS 14 (1) : 55-6.
- WEISER, G. et al 1976. *Host relationships and utility pathogens in "theory and practice of Biological Control"*. (Huffaker and Messenger Ed) Academic Press New York. p. 175-7.
- WOLLCOTT, G.N. 1955. *Experiences with entomogenous fungi in Puerto Rico*. Agricultural Experiment Station. University of Puerto Rico. Bull. p. 30 : 19.
- YODAVA, C.P.S. et al 1975. *Predation of white grubs Holotrichia - spp. by birds*. Indian Journal of Entomology 35 (2) 196.

ZACHARUK, R. V. 1970. Fine structure of the fungus Metarrhizium -
anisopliae infecting three species of larvae elateridae (Co-
leoptera). III. penetration of the host integument. Jour. Inv.
Path 15: 372-396.

_____. 1973. Penetration of the cuticular layer of elate
rid larvae (Coleoptera) by fungus. Metarrhizium anisopliae and
notes on a bacterial invasion. Jour. Inv. Path 21 (1) : 103.