

102

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



GENERALIDADES SOBRE EL CONTROL  
MICROBIOLOGICO DE INSECTOS

EXAMEN PRACTICO (OPCION V)  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

P R E S E N T A

JUAN RANGEL ZAMORA

T  
SB975  
R35  
c.1

ABRIL DE 1983.

T

SB975

R35

C.1





1080063560



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

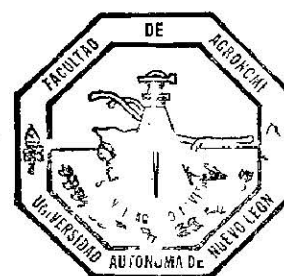


GENERALIDADES SOBRE EL CONTROL  
MICROBIOLOGICO DE INSECTOS

EXAMEN PRACTICO ( OPCION V )  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

P R E S E N T A

JUAN RANGEL ZAMORA



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

MARIN, N.L.

**INVENTARIADO**  
**AUDITORIA**  
U. A. N. L.

ABRIL DE 1983.



040.632  
FA 6  
1983



Biblioteca Central  
Maera Solidaria

F. Tesis



UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

GRADUADOS FAUANL

A mi padre; Sr. Juan Rangel Maldonado, quién me ha  
mostrado lo que es ser honrado y trabajador.

A mi madre; Sra. Mercedes Zamora de Rangel, quién me  
dió la vida y me inculcó el amor a dios y a nuestros seme-  
jantes.

Por todo lo que me han dado sin pedir nada a cambio,  
con todo el cariño y el respeto que les tengo.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

A mis hermanos; Ninfa †  
Ignacio  
Rosa María  
Guadalupe  
Francisco Javier  
Delia Elvira

Por todo el cariño y afecto que nos une



A la memoria de mis abuelos:

Bias Zamora Cvalle

Elvira Candelaria de Zamora

Isidra Maldonado

Doroteo Rangel

A quienes Dios tenga en su santo reyno acompañados de mi hermana Ninfa.

## A mis tios:

Antonio

Jesús

José Justo

Ricardo

Paulino

Rosa

Juana †

Fidela

Gabriel

Antonia

Santos

Raúl

Felipe

Gloria

Socorro

Asunción

Dolores

Blanca

A mis primos:

Ma. Elena	Raúl	Santos
Esperanza	Miguel	Blas Gerardo
Dolores	Jesús	
Miguel Angel	Rubén	Juanita
José Justo	Sandra	
José de Jesús		César Jesús
Marco Antonio	Rosa	Bianca Esthela
Francisca	Teresa	
Isidra	Felipe	Amalia
Gerardo	Mario	Lourdes
Rosa		Socorro
Guadalupe	Martha	Paulino
	Angela	Silvia
Jaime		Nelly
	Gabriel	Eduardo
	Verónica	Fabiola
	Gloria	Sergio
		Ricardo



A mis compañeros:

Alfredo Garza Aguilar  
Juan A. Gordillo Santiago  
Gilberto Grimaldo Loera  
Hermenegildo Méndez Villalobos  
José M. Morales Ornelas  
Adriana Urrutia Colunga  
Manuel Vargas Castillo  
José A. Pineda Ornelas

Con quienes compartí momentos alegres, así como  
penurias, y entre quienes siempre existió una palabra;  
AMISTAD.

A los miembros de la agrupación juvenil  
Adolfo López Mateos

A mi asesor;

Ing. M.C. Hector A. Durán Pompa, quién rompió la barrera que existe entre maestros y alumnos, y siempre se comportó como amigo, a la par que maestro.

Además mi más sincero agradecimiento por su ayuda para realizar este pequeño trabajo.



A mi novia; Srta. Guadalupe Alvarez Ortiz, por su cariño, comprensión y estímulo, quién además se encargó de mecanografiar gran parte de este trabajo.

## CONTENIDO

	<u>Pag.</u>
I.	INTRODUCCION . . . . . 1
II.	ANTECEDENTES HISTORICOS
II.1	Hongos 4
II.2	Bacterias 5
II.3	Virus 6
II.4	Protozoarios 7
II.5	Nemátodos 8
III.	EPIZOOTIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS DE INSECTOS.
III.1	Población del Hospedero 10
III.2	Población del Patógeno 10
III.3	Medios de Transmisión 11
III.4	Factores del Medio Ambiente 12
IV.	ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS
IV.1	Clasificación 13
IV.2	Síntomas Causados por Hongos 15
IV.3	Hongos Entomógenos y Hospederos 16
IV.4	Utilización de Hongos Entomógenos 17
V.	ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS
V.1	Descripción 21
V.2	Clasificación 21
V.2.1	Bacterias Comunes en el Medio Externo 22
V.2.2	Bacterias Comunes en el Tracto Digestivo 22
V.2.3	Bacterias No Esporulantes 22
V.2.3.1	Patógenos Obligados 22

	Pag.
V.2.3.2 Patógenos Potenciales	23
V.2.3.3 Patógenos Facultativos	24
V.2.4 Bacterias Esporulantes Facultativas	27
V.2.5 Bacterias Esporulantes Obligatorias	27
V.2.6 Bacterias Esporulantes Cristalíferas	29
V.2.6.1 Características morfológicas de <u>Bacillus thuringiensis</u> Berliner	31
V.2.6.2 Serotipos de <u>Bacillus thuringiensis</u> Berl.	31
V.2.6.3 Toxinas de <u>Bacillus thuringiensis</u> Berl.	32
V.2.6.4 Hospederos de <u>B. thuringiensis</u>	33
V.2.6.5 Compatibilidad de <u>B. thuringiensis</u>	37
V.3 Síntomas Causados por Bacterias	38
V.4 Utilización de Bacterias Entomógenas	38
VI. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS	
VI.1 Descripción	41
VI.2 Clasificación	41
VI.2.1 Virus Borrelina	42
VI.2.2 Virus Smithia	43
VI.2.3 Virus Bergoldia	43
VI.2.4 Virus Pailotella	44
VI.2.5 Virus Morator	45
VI.3 Síntomas Causados por Virus	
VI.3.1 Síntomas de Insectos Atacados por Poliedrosis Nuclear (Virus Borrelina).	45
VI.3.2 Síntomas de Insectos Atacados por Poliedrosis Citoplásmica (Virus Smithia).	45
VI.3.3 Síntomas de Insectos Atacados Granulosis (Virus Bergoldia)	46

	<u>Pag.</u>	
VI.3.4	Síntomas de Insectos Atacados por Virus Morator y Virus Pailotella	46
VI.4	Hospederos	46
VI.5	Utilizacion de Virus Entomógenos	49
VII.	ENFERMEDADES CAUSADAS POR PROTOZOARIOS	
VII.1	Descripción	52
VII.2	Clasificación de Protozoarios que Atacan Insectos	52
VII.3	Síntomas	54
VII.4	Ciclo de Vida	55
VII.5	Hospederos	58
VII.6	Utilización	59
VIII.	ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS	
VIII.1	Descripción	61
VIII.2	Clasificación	62
VIII.3	Síntomas	62
VIII.4	Hospederos	63
VIII.5	Utilización de Nematodos Parásitos de Insectos	66
IX.	ENFERMEDADES CAUSADAS POR RICKETSIAS	
IX.1	Descripción	68
IX.2	Clasificación	68
IX.3	Síntomas	69
IX.4	Utilización	69
X.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL CONTROL MICROBIO - LOGICO DE INSECTOS.	70

## INTRODUCCION

Por miles de años el hombre ha considerado a los insectos como una plaga que hay que destruir. La descripción de la plaga de la langosta en el libro del éxodo del antiguo testamento, atestigua la hostilidad histórica de el hombre para con los insectos y su temor de los mismos, y efectivamente desde que la agricultura tuvo sus inicios, las invasiones de los insectos han destruído las cosechas del hombre en multiples ocasiones.

A lo largo de toda la historia, al hombre le ha resultado más difícil aislar sus cultivos con respecto a los pequeños herbívoros que a los grandes, además los insectos han constituído una plaga grave por que también actúan como portadores de organismos patógenos. El paludismo causado por Plasmodium vivax, un protozoario y la fiebre amarilla producida por un arbovirus, transmitidas por Anopheles freebornii y Aedes aegyptii respectivamente, han matado mas gente que todas las guerras. La peste bubónica transmitida por la pulga de la rata Xenopsila cheopis Rothschild, barrió Europa durante la edad media y mató aproximadamente una tercera parte de la población total, en una sola epidemia. (Turk 1973).

Los insectos que constituyen plaga han convivido con el hombre por espacio de miles de años; diversos factores -- han contribuído a hacer esta convivencia posible, pero no -- siempre agradable. En primer lugar algunas poblaciones de insectos han sido controladas por sus depredadores naturales, -- por otra parte muchas especies de vegetales han desarrollado mecanismos de resistencia, sin embargo semejantes adaptaciones son ahora insuficientes, debido a que la población huma-

SECRETARIA DE AGRICULTURA

-na es tan grande y sus necesidades alimenticias tan apremi-  
antes, que es menester producir más alimentos, Y en vista  
de que los cultivos siempre son atacados por insectos, hay  
que luchar para combatirlos, siendo el control por medio de  
productos químicos el que mayor éxito ha tenido, pero tam-  
bién una de las causas que más ha contribuido a la contami-  
nación ambiental, ya que muchos productos persisten por mu-  
cho tiempo en el medio ambiente natural después de ser apli-  
cados, razón por la cuál se les encuentra como venenos acti-  
vos en casi cualquier parte del planeta. Además de causar  
contaminación con su uso indiscriminado los insecticidas,  
tanto Clorados como Organo Fosforados de amplio espectro, -  
han eliminado en muchas ocasiones los predadores y parási-  
tos de las plagas de los diferentes cultivos, que ocurren en  
forma natural en el campo, ocasionando con esto la reaparici-  
on de las plagas después de la aplicación, haciéndose nece-  
sario en ocasiones repetirlos.

Otro resultado negativo del uso del uso indiscrimina-  
do de insecticidas químicos, ha sido la reversión del orden  
de importancia de las plagas de algunos cultivos; Hace 15 --  
años, por ejemplo, en Centroamérica, el picudo del algodón  
Anthonomus grandis Boheman era la plaga más seria del culti-  
vo del algodón, junto con el falso gusano rosado Sacadoses  
pyralis, siguiendole de cerca las dos especies del complejo  
Heliothis, (zea y virescens) ocupando el tercer lugar. Desde  
hace 5 años a la fecha las dos especies de Heliothis asumie-  
ron sin disputa alguna la posición número 1, alternando algu-  
nos años con el picudo, mientras que el falso gusano rosado  
ha venido a ser una plaga de menor importancia cuando la com

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

-paramos con su posición de hace 15 años. (Durán, 1981).

Debido a lo anterior es urgente cambiar las formas de combate de los insectos y una de las alternativas más viables la representa el control biológico.

El control biológico se puede dividir en control Macrobiológico y control Microbiológico, el primero es realizado por insectos y ciertos ácaros que son parásitos y predadores de insectos plaga; el segundo lo constituyen las bacterias, virus, hongos, protozoarios, nemátodos, y rickettsias que producen enfermedades a los insectos.

Los insectos, igual que otros animales y el hombre son susceptibles a una variedad de enfermedades infecciosas, millones de insectos en diferentes cultivos mueren por enfermedades cada año, aunque esta es una parte importantísima en el control biológico, la mayor parte de esta mortalidad pasa inadvertida para todos. Ocasionalmente, sin embargo, los brotes de enfermedades de los insectos son tan espectaculares que atraen considerablemente la atención de agricultores y entomólogos. Son ejemplos de estos brotes de enfermedades causadas por hongos, virus y demás, los que se presentan en poblaciones de elotero o bellotero (Heliothis spp), cogollero (Spodóptera spp.) y el gusano falso medidor (Tri-choplusia ni Hubner).

En la presente revisión bibliográfica hablaremos exclusivamente sobre control Microbiológico, Falcón (1971) lo define cómo aquel que incluye la utilización de microorganismos que se presentan en forma natural, los que se introducen artificialmente al medio ambiente de los insectos

y los aplicados o cuyos productos se aplican como insecticidas. Actualmente, los microorganismos entomógenos están empezando a recibir la justa proporción de importancia como agentes bióticos que afectan a las poblaciones de insectos.

## II. ANTECEDENTES HISTORICOS

### II.1 HONGOS

Los hongos fueron los primeros microorganismos que se reconocieron como productores de enfermedades entre los insectos. Bassi el padre de la patología de insectos en el año de 1835 demostró la naturaleza infecciosa de una enfermedad fungosa Beauveria bassiana (Bals.) sobre gusanos de seda Bombyx mori Linneo que le producía la enfermedad llamada muscardina. (Steinhaus, 1963). Metchnikoff en 1879 hace el primer experimento significativo sobre la destrucción de insectos perjudiciales por microorganismos, durante sus investigaciones con Anisoplia austriaca Hersbt. Asimismo aisló un hongo bastante virulento, Metarrhizium anisopliae Metch. de escarabajos enfermos. Mucho tiempo después encontró la misma enfermedad en otro escarabajo nocivo Cleonus punctiventris Germ., una seria plaga del cultivo de la remolacha. Metchnikoff desarrolló métodos para el cultivo de hongos, específicamente sobre cerveza sin fermentar.

Casi al mismo tiempo el botánico Cienkowsky desarrolló otro método práctico para la obtención de esporas de hongos en grandes cantidades, el colocaba larvas infectadas



en cajones con tierra, después mezclaba el suelo con los insectos muertos por la infección, secos y pulverizados, para posteriormente asperjarlos sobre los cultivos y así infectar más insectos.

En los Estados Unidos; Snow en 1890, Forbes de 1895 a 1896, Thaxter en 1888 y otros realizaron experimentos con Beauveria globulifera (Speg) el cuál es bastante patogénico a muchos insectos, Rorer en 1910 hace uso de éste entomógeno hongo en el combate de Tomaspis varia (West) un Homóptero dañino a la caña de azúcar, asperjando las esporas diluídas en una mezcla de harina.

Krassilstchik de 1886 a 1893, utilizó los métodos de Metchnikoff y Cienkowsky y fundó en 1888 un laboratorio especial con el propósito de producir esporas de hongos entomógenos en gran escala. Desde ese tiempo las enfermedades fungosas han llamado considerablemente la atención, en Francia le Mout, de 1891 a 1912, reporta sobre un hongo patogénico a Melolontha vulgaris Fabricius. Giard en 1892 describe este bajo el nombre de Isaria densa.

## II.2 BACTERIAS

La existencia de bacterias causantes de enfermedades de insectos, al parecer fué primeramente observada por Metchnikoff en 1879 (Citado por Sweetman en 1958) quién observó que la larva enferma del escarabajo Anisoplia austriaca Hbst. estaba infectada con la bacteria Bacillus salutaris Metch.

Forbes en 1883 sugirió que Micrococcus insectorum Bur que se encontraba en el estómago medio de la chinche bug

Blissus leucopterus (Sog.) probablemente podía ser patogénica pero posteriores investigaciones demostraron que su presencia es normal.

d'Herelle en 1911 y 1912, durante una seria invasión de Schistocerca pallens Thomb. en Yucatán observó que un gran número de langostas morían por diarrea. De los intestinos de los insectos enfermos aisló una bacteria Aerobacter aerógenes (d'Her.) y sugirió que es factible su uso para el control de langosta en otros lugares.

Los científicos completaron su primer gran paso al perfeccionar el uso comercial de bacterias causantes de enfermedades de insectos, cuando la "Enfermedad Lechosa" del escarabajo japonés Popillia japónica New. producida por la bacteria Bacillus popilliae White, pasó de la etapa de laboratorio a la producción comercial y se usó por primera vez en el año de 1955 en el este de los Estados Unidos.

En los últimos años hemos visto la producción comercial de Bacillus thuringiensis Berliner, una enfermedad bacteriana que controla un gran número de larvas que atacan varios cultivos. El exitoso desarrollo de B. thuringiensis fué logrado por la industria en gran parte, como resultado de la investigación básica conducida desde hace varias décadas en el laboratorio de patología de invertebrados de la Universidad de California U.S.A. (Sweetman 1958).

### II.3 VIRUS

Este tipo de enfermedades fué descrito y claramente asociada con la poliedrosis por Cornalia y Maestri en 1856 sobre gusanos de seda Bombyx mori Linneo enfermos.

Las enfermedades virosas de insectos fueron confundidas por casi medio siglo con las enfermedades producidas por bacterias, protozoarios y otros tipos de microorganismos.

Verson en 1872 describió el virus de la poliedrosis del gusano de seda B. mori L. como cristales, sin reconocer su identificación. En 1892 Iwanowsky estableció que es un virus el que produce el mosaico a las plantas de tomate y no protozoarios, ni bacterias, como se creía.

En 1913 White, descubrió una enfermedad causada por un virus filtrable, sobre la abeja doméstica Apis mellifera Linn.

Glaser y Chapman en 1913 otro virus en la palomilla gitana Porthetria dispar Linn. Posteriormente varios autores listan un gran número de virus causantes de enfermedades de insectos.

#### II.4 PROTOZOARIOS

De acuerdo con Sweetman (1958) Anton Van Leewenhoek fué la primer persona que observó un protozoario parásito;

Los Oocistos de un Coccidio en un conejo.

El primer reporte sobre un estado activo de un protozoario vivo sobre otro organismo fué realizado por Dufour en 1828, quién observó Gregarinidos en el intestino de algunos coleópteros.

Los primeros conocimientos acerca de enfermedades de insectos causadas por protozoarios fueron adquiridos al observar gusanos de seda B. mori L. atacados por una enfermedad epizootica causada por Nosema bombycis Nag. La exis-

GRADUADO JUAN

-tencia de cuerpos móviles, ovoides y brillosos en los tejidos de larvas de Lepidóptera infectadas, fué por mucho tiempo considerada cómo un síntoma y no cómo agentes causantes - que en realidad son. Pasteur quién investigó la enfermedad - en 1864 descubrió el método de infección, pero observó los - cuerpos ovoides, no cómo animales, ni cómo vegetales en la - naturaleza, sino como cuerpos análogos a las granulaciones-- de las células del cáncer o las de la tuberculosis pulmonar.

Balbione a pesar de todo esto expresó su opinión de- que estos cuerpos eran esporas de hongos, reconociendo su na- turaleza protozoaria hasta 1866, posteriormente reafirmada - por Steimpel en 1909.

## II.5 NEMATODOS

Uno de los primeros reportes sobre nemátodos para -- sitios de insectos data de 1915 y es Fuchs el autor (Citado - por Sueettman en 1958), señalando que en Europa el escarabajo de la corteza Ips typographus Linn. es infestado por Para - sitylenchus dispar Fuchs y Aphelenchulus diplogaster (Lintst).

Goodey en 1930 reporta que el nemátodo Tylenchinema - oscinellae Good. se encuentra ampliamente distribuido en Gran Bretaña y el norte de Europa como un parásito de Osci-- nella frit Linn, en 1935 Thorne afirma que en Europa el es - carabajo montañés del pino Dendroctonus monticolus Hopkins - es parasitado por el nemátodo Aphelenchulus reversus Thorne

Lysaght en 1936 describe el nemátodo Ansuillulina aptini (Sharga) como parásito del Thysanóptero Aptinothrips rufus Gaelin. En 1973 Bovien describe el nemátodo Hetero - -

-tilenchus aberrans Buv. como parasito del gusano de la cebolla Hylamia antiqua Meig. En Dinamarca Linford y Oliveira en 1937 y Christie en 1939 descubren que los géneros Aphe-  
lenchoides, Dorylaimus, Discolaimus, Actinolaimus estan equipados con dientes huecos o estiletes los cuales insertan dentro del cuerpo del hospedero para succionar sus fluidos e inyectarles saliva.

### III. EPIZOOTIOLOGIA DE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS DE INSECTOS

Existen tres factores primarios que contribuyen para causar y desarrollar las epizootias\*, y además influyen las condiciones del medio ambiente.

#### III.1 LA POBLACION DEL HOSPEDERO

En el desarrollo de las epizootias, la distribución espacial relativa del hospedero puede ser más importante que el número total de individuos, ya que, entre más cerca esté uno de otro, será mayor la oportunidad de que haya contacto entre ellos y por consiguiente la infección y la dispersión aumentarán. Stallybras (1931) (citado por Tanada en 1963) dice: La máxima oportunidad para la dispersión de una enfermedad, ocurre cuando hay muchos agregados de hospederos susceptibles asociados a una marcada dispersión de éstos, y la rapidez en el progreso de las epizootias depende en gran medida de la velocidad de dispersión de los individuos afectados por la enfermedad.

#### III.2 LA POBLACION DEL PATOGENO

Las propiedades más significativas de los patógenos en la epizootiología son:

- a) VIRULENCIA.- Es la capacidad o poder que tiene un patógeno para causar la enfermedad.

---

\*EPIZOOTIA .- Enfermedad que acomete sobre una o varias especies de insectos por una causa general y transitoria. Equivalente a epidemia.

- b) INFECTIVIDAD.- Capacidad que tiene un patógeno para pasar de un individuo a otro.
- c) CAPACIDAD PARA SOBREVIVIR.- Se refiere a la capacidad de los patógenos para sobrevivir en el habitat del hospedero, en parásitos, depredadores y otros organismos relacionados con el mismo.

III.3 LOS MEDIOS DE TRANSMISION.- Existen métodos muy variados por medio de los cuáles los patógenos pueden invadir a los insectos, los más importantes son según Steinhaus - - (1963).

- a) PENETRACION POR VIA INTEGUMENTAL.- La estructura de la epidermis del integumento puede ser penetrada por Protozoarios, Bacterias, Hongos, Rickettsias y virus. Es bien conocido que las bacterias pueden penetrar el integumento y causar una infección. Es posible que la ruta de infección sean los ductos de las glándulas dérmicas.
- b) PENETRACION POR EL SISTEMA TRAQUEAL.- La membrana que recubre las tráqueas es muy delicada y permeable al agua y esto es factible para una fácil invasión por vía traqueal.
- c) PENETRACION POR ABERTURAS NATURALES.- Por estas vías (boca, ano, espiráculos, y aberturas genitales) los insectos son invadidos generalmente por bacterias, virus, rickettsias y protozoarios.
- d) A TRAVEZ DE LOS HUEVECILLOS.- Se transmiten virus y protozoarios, dentro o por encima, (Maddox 1975)

### III.4 FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE

Los factores abióticos como es de suponerse, tienen gran influencia en la iniciación y desarrollo de una enfermedad. La que varía con las características y propiedades de los factores primarios ya citados. De los factores físicos la temperatura y la humedad son los que reciben mayor importancia en lo que se refiere a los efectos que causan en las epizootias.

Otros factores físicos que pueden influir son la luz solar y las condiciones físico-químicas del suelo

Este último con otros factores puede afectar el desarrollo de las enfermedades de los insectos, que en el habitan.

De los factores bióticos, sobre los cuáles no se tiene información, se puede mencionar solamente que incluyen a la población hospedera, microorganismos patógenos, parásitos, depredadores, plantas, requerimientos nutricionales del hospedero, etc.



#### IV. ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

##### IV.1 CLASIFICACION

Los hongos o talofitos que atacan insectos están divididos en 4 grandes clases:

- a) Phycomycetes
- b) Ascomycetes
- c) Basidiomycetes
- d) Deuteromycetes

a) Phycomycetes; Son un grupo grande y diverso, que contiene tanto formas acuáticas, como terrestres. Las hifas que componen el micelio son usualmente multinucleadas y no septadas. Los órganos sexuales usualmente están presentes, los cuáles producen oosporas y zigosporas.

Los órdenes de la clase Phycomycetes son; Chytridiales, Mucorales, Blastocladales y Entomophthorales.

Los Phycomycetes más comunes entre los insectos son los pertenecientes a los géneros: Entomophthora (= Empusa), Massospora, Coelomomyces. Entomophthora es el género que se puede encontrar con mayor frecuencia en el campo parasitando insectos.

b) Ascomycetes; Son un grupo bastante grande y diverso, muchos de los cuáles son parásitos de insectos, Las características principales de los Ascomycetes son; La formación de un saco o asca que contiene un número definido de esporas (ascosporas) usualmente 8. En alguna etapa de su ciclo de vida pueden producir conidias. Las hifas son septadas.

El cuerpo fructífero llamado ascocarpo puede ser un Apotecio o un Peritecio. El peritecio usualmente posee una abertura apical llamada ostíolo, mediante el cuál las ascosporas escapan al madurar.

Los órdenes que contienen especies entomógenas son Myriangiales, Dothydeales, Hypocreales, Sphaeriales y Laboulbeniales, los géneros más comunes que atacan insectos son: Cordyceps, Hypocrella, Hirsutella, Myriangium, Nectria, Ophionectria, Ophiocordyceps, Podonectria, Sphaerostilbe, Sporotrichum y Torrubiella.

#### c) Basidiomycetes

Los Basidiomycetes poseen una forma especial de esporóforo, el basidio, el cuál produce basidiosporas casi siempre en número de cuatro y son alargadas y ensanchadas en los extremos. El asca y el basidio son homólogos, el grupo entomógeno de los basidiomycetes es de poca importancia en control microbiológico, quizás el género más conocido asociado con insectos es Septobasidium.

#### d) Deuteromycetes

Constituyen una división heterogénea de los hongos verdaderos, cómo clase no es comparable a los grupos discutidos previamente. A las especies que originalmente están colocados en Deuteromycetes solamente se les conoce su estado imperfecto.

Sin embargo puede darse el caso de que se conozca también su estado perfecto y surge el problema de que dos nombres genéricos son utilizados para nombrar un hongo, có-

-mo es el caso de Hypocrella libera S y D, para el estado perfecto y Aschersonia alevrodia Webber para el estado conidial. Muchos géneros de Deuteromycetos atacan insectos incluyendo estos: Arostalagmus, Aegerita, Aschersonia, Aspergillus, Beauveria, Cephalosporium, Cladosporium, Fusarium, Isaria, Metarrhizium, Microcera, Penicillium, Psorospora, Spicaria, Antenopsis, y Trichoderma.

#### IV.2 SINTOMAS CAUSADOS POR ENFERMEDADES FUNGOSAS

Los primeros signos de insectos infectados por hongos usualmente aparecen de 3 a 5 días después que las esporas entran en contacto con la cutícula del insecto o bien, son ingeridas por el insecto en su alimento, unos pocos días después los insectos mueren, algunos factores como el número de esporas, temperatura, etc., pueden influir en la rapidez con la cuál progresa la infección.

El primer síntoma de infección es que la cutícula toma desde el principio un color amarillo o con manchas café, las cuales se extienden a todo lo largo o en pequeñas porciones del cuerpo, usualmente los síntomas externos aparecen durante los primeros días, después de esto el insecto sufre fuertes disturbios nerviosos, que frecuentemente aparecen en los estados posteriores de la micosis. finalmente pierden los reflejos y el equilibrio y la micosis alcanza su estado final.

Después de la muerte del hospedero, ocurre un gran crecimiento del micelio sobre el cuerpo de éste, el micelio inmediatamente después invade la cavidad interior del

cuerpo, los cuerpos fructíferos son de color verde, gris, rojo, o negro dependiendo de la especie del hongo, Inmediatamente después de la muerte, larvas y formas de cuerpo - - blando se tornan mas blandos aún y demasiado flexibles y se les oscurecen algunas porciones de su cuerpo. Posteriormente el cuerpo del insecto queda momificado.

#### IV.3 HONGOS ENTOMOGENOS Y HOSPEDEROS

Un considerable número de especies de hongos son - conocidos como patogénicos a insectos, a continuación enlistamos una pequeña porción de ellas a manera de ejemplo

<u>PARASITO</u>	<u>HOSPEDERO</u>
<u>Antennopsis gallica</u> H. y B.	<u>Reticulitermes</u>
<u>Aschersonia goldiana</u> S y E	<u>Dialeurodes citrifoli</u> Morgan
<u>Beauveria bassiana</u> Bals.	<u>Periplaneta americana</u> (L.)
	<u>Rhynchites bicolor</u> (F.)
	<u>Attagenus piccus</u> (Olivier)
	<u>Epilachna varivestris</u> Mul.
	<u>Sitophilus granarius</u> L.
	<u>Musca domestica</u> L.
<u>Beauveria globulifera</u> (Speg.)	<u>Blissus leucopteros</u> Sag
<u>Cephalosporium lecanii</u> Zimm.	<u>Coccus mangiferae</u> Green
<u>Coelomyces anophelesica</u> Iy.	<u>Anopheles</u> spp
<u>Cordyceps roberstsi</u>	<u>Hepialus</u> sp.
<u>Empusa erupta</u> Fres.	<u>Lygus communis</u> var.
	<u>novascotiensis</u> Knight

<u>PARASITO</u>	<u>HOSPEDERO</u>
<u>Empusa grylli</u> Fres.	<u>Schistocerca</u> spp.
<u>Empusa muscae</u> Fres.	<u>Musca domestica</u> L.
<u>Entomophthora americana</u> (F.)	<u>Phaenicia mexicana</u> Macq.
<u>B. aulicae</u> Reich.	<u>Nygmia phaeorrea</u>
<u>E. fumosa</u> Speare	<u>Pseudococcus citri</u> (Risso)
<u>E. sphaerosperma</u>	<u>Anisoplia austriaca</u> Hbst.
	<u>Chromaphis juglandicola</u> (Kl.)
	<u>Psylla mali</u> (Schmdb.)
	<u>Plutella maculipennis</u>
<u>Metarrhizium anisopliae</u> Met.	<u>Laphygma exempta</u> Walker
	<u>Aeneolamia postica</u>
	<u>Tomaspis varia</u>
	<u>Oryctes rhinocerus</u> S.
<u>Mycoderma clayi</u>	<u>Ostrinia nubilalis</u> (Hübner)

#### IV. 4 UTILIZACION DE HONGOS ENTOMOGENOS

Generalmente las condiciones ambientales necesarias para que un hongo comience una epizootia son; Alta temperatura y una atmósfera húmeda, sumando a esto las condiciones de dispersión del hospedero. Al parecer es significativo que muchas epizootias ocurren cuando estos 3 factores coinciden por unos cuantos días o semanas.

Wolcott en 1955 (citado por Sweetman 1958) reportó una destrucción en masa de Sericocerca kruggi (Cresson) por Beauveria bassiana, la mosquita blanca de la guayaba Metaleurodicus minimus (Q.) y la escama verde Coccus viridis Green por Aschersonia goldiana.

El pulgón verde del durazno Myzus persicae (Sulz.) es controlado eficazmente por Acrostalagmus aphidum Ovd. y Empusa aphidis en Puerto Rico después de excesivas lluvias las cuales ocurrieron durante condiciones de huracán.

Este es un pequeño ejemplo de hongos entomógenos reportados con valor en el control de insectos dañinos en condiciones naturales, pudiendo ser utilizados por el hombre.

Aparentemente los primeros experimentos significantes con el uso de hongos para el control de plagas de insectos, fueron conducidos en Rusia, en 1894 De Bray condujo experimentos de contaminación artificial del escarabajo -- pulga Disoncha sp. con 8 diferentes especies de hongos y obtuvo resultados positivos con 5 especies, particularmente Beauveria globullifera fué la mejor especie. Los escarabajos adultos fueron infectados rápidamente, no así las larvas, que ofrecieron mediana resistencia.

Algunos investigadores Europeos condujeron experimentos con Aspergillus flavus Link, Beauveria bassiana Bals, Spicaria farinosa (Fres) y Metarrhizium anisopliae (Metch.) sobre el barrenador Europeo del grano Ostrinia nubilalis Hübner, reportando altos porcentajes de control, estos investigadores fueron, Metalnikov y Toumanoff en -- 1928, Vallengren y Johansson 1929, Vallengren 1930 y Hergula 1931.

Dustan en 1927 (citado por Sweetman 1958) demostró que el principal factor que contribuye en el control de el

psilido del manzano Psylla mali (Schmdb.) fué una enfermedad causada por Entomophtora sphaerosperma.

En Florida U.S.A. se reporta que las mas importantes especies de hongos que atacan Aleyrodidos en cítricos son: el hongo café Aegerita webberi, el hongo rojo Aschersonia aleyrodidis y el hongo amarillo A. goldiana, estos hongos pueden ser aplicados por el método de aspersión de esporas.

Endosclorium pseudococcia Harron y McKelvy desarrolla un importante papel en el control de Pseudococcus comstocki Kuw. sobre manzana en Virginia U.S.A., epizootias de esta enfermedad fueron asociadas con lluvia y humedad atmosférica alta y constante por algunos dias.

Nolla en 1929 (citado por Sweetman en 1958) reportó un magnífico control de los áfidos Rhopalosiphum persicae Aphis gossypii Glov. y otros áfidos bajo condiciones de campo, así como de laboratorio, después de asperjar las plantas con Acrostalagmus aphidum Cvd., los huevecillos fueron lentamente infectados, liberando rápidamente las plantas de la plaga con una sola aplicación. Este hongo también elimina efectivamente pulgón amarillo de la caña de azúcar Sipha flava Forbes.

Estos ejemplos claramente demuestran que los hongos entomógenos son bastante destructivos de los insectos, pero desafortunadamente requieren de condiciones especiales para su desarrollo, tales como, humedad y temperatura favorable las cuales no siempre se pueden encontrar bajo condiciones de campo.

Esta es una razón importante de el porqué, el uso de hongos para el control de insectos nocivos no ha tenido mucho éxito.

INSECTICIDAS PREPARADOS A BASE DE HONGOS (Ignoffo.-

1975)

NOMBRE COMERCIAL

ESPECIE DEL HONGO

Biotro FBB

Beauveria bassiana

Bouerin

Biotrol (FMA)

Metarrhizium anisopliae



## V. ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

### V.1 DESCRIPCION

Entre las principales características de las bacterias podemos mencionar que son organismos unicelulares que se reproducen por fisión, microscopicos y contienen un cuerpo de cromatina análogo al núcleo, sin poseer un núcleo verdadero.

### V.2 CLASIFICACION

Steinhaus en 1963 propuso la siguiente clasificación de bacterias entomógenas.

- 1.- Bacterias presentes comúnmente en el medio externo, sin ser entomógenas.
- 2.- Bacterias presentes comúnmente en el tracto digestivo de los insectos.
- 3.- Bacterias no esporulantes, es decir que no forman esporas, la mayoría de estas bacterias son facultativas (pueden o no causar enfermedad), aunque existen también potenciales y obligados.
- 4.- Bacterias esporulantes facultativas (pueden o no causar enfermedad en insectos).
- 5.- Bacterias esporulantes obligatorias, viven solo a expensas de insectos.
- 6.- Bacterias esporulantes cristalíferas.

V.2.1 BACTERIAS PRESENTES COMUNMENTE EN EL MEDIO EXTERNO

Sin importancia en patología insectil.

V.2.2 BACTERIAS PRESENTES COMUNMENTE EN EL TRACTO DIGESTIVO DE LOS INSECTOS.

No tienen importancia en patología insectil.

V.2.3 BACTERIAS NO ESPORULANTES

Las bacterias no esporulantes patógenas de insectos se encuentran en dos ordenes de la clase Schiromycetes; Pseudomonadales y Eubacteriales.

Las bacterias no esporuladas han sido colocadas en 3 grupos según Bucher (1960) citado por Nuñez (1980) basadas en las propiedades o requerimientos del rango de significancia patológica o de su posición taxonómica, los 3 grupos son:

- 1.-PATOGENOS OBLIGADOS
- 2.-PATOGENOS POTENCIALES
- 3.-PATOGENOS FACULTATIVOS

V.2.3.1 PATOGENOS OBLIGADOS

Los patógenos obligados requieren condiciones especiales para su desarrollo y reproducción, son cultivados in vitro y solamente en insectos hospederos específicos, los rangos de hospederos son limitados y solamente en algunas pocas especies de insectos pueden ser utilizadas. Ejemplos;

PARASITO

HOSTEDERO

Streptococcus pluton

Apis mellifera (L.)

PARASITO

HOSPEDERO

Achromobacter curvica

Apis mellifera (L.)

### V.2.3.2 PATOGENOS POTENCIALES

Los patógenos potenciales se multiplican extracelularmente en el homocelo de los insectos y producen una septicemia total, pueden crecer en cultivos microbiológicos y atacan a un buen rango de insectos, lo que no hacen los patógenos obligados.

Algunas bacterias inician la infección en el homocelo con dosis de 10 a 10000 células y otras con dosis de 1 a 10 millones de células.

Es de aceptarse que este grupo de patógenos potenciales pueden tener poca o nula patogenicidad, dependiendo principalmente de la dosis. Bucher (1960) citado por Nuñez (1980) define como patógenos potenciales a aquellas bacterias capaces de iniciar una infección en el homocelo con una dosis letal media ( $LD_{50}$ ) menor de 10,000 células.

### BACTERIAS POTENCIALES NO ESPORULANTES

PARASITO

HOSPEDERO

Pseudomonas aeruginosa Schroe.

Melanoplus bivittatus (Say)

Camula pellucida (Scuder)

Agrotis orhonesia (Morrison)

Phegethontius lextus (Johan.)

Pseudomonas chlororaphis

Cacoecia crataegana (Hübner)

Euproctis chrysorrhoea (L.)

Pseudomonas reptilivora

P. septica

Pseudomonas putida

P. striata

Bupalus piniarius (L.)

Saturnia pyri (L.)

Melolontha melolontha (L.)

Aporia crataegi (L.)

Trypodendron lineatum (Oliveer)

Phylloprta spp.

Euproctys chrysorrhoea

Hyphantrea cunea (Drury)

### V.3.3.3 PATOGENOS FACULTATIVOS

Este grupo de bacterias difiere del grupo de patógenos potenciales por poseer un mecanismo que invade a tejidos susceptibles del cuerpo del insecto o bien por el daño producido en el insecto haciendo que se dilate el intestino.

Para esto no requieren de condiciones específicas para su desarrollo. La especie característica de este grupo es Serratia marcescens (Bizio) la cuál pertenece a la tribu Serratiae y mas específicamente a la familia Enterobacteriaceae.

Lista de insectos susceptibles a Serratia marcescens (Bizio) recopilada por Steinhaus en su libro Insect pathology an advanced treatise.

<u>ORDEN</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>NOBRE CIENTIFICO</u>
Coleóptera	Curculionidae	<u>Cleonus punctiventris</u> (Germar)
		<u>Cylas fornicarius elongatulus</u> (Summers)
		<u>Pantomorus</u> spp.
		<u>Sitophilus granarius</u> (L.)

<u>ORDEN</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
		<u>Sitophilus orizae</u> (L.)
Coleoptera	Cerambycidae	<u>Saperda capricharia</u> (L.)
	Scarabeidae	<u>Melolontha melolontha</u> (L.)
Coleoptera	Scarabeidae	<u>Cryctes rhinoceros</u> (L.)
	Scolytidae	<u>Dendroctonus monticolae</u> (hopkins)
		<u>Pityokeines corvideus</u> Germar
		<u>Scolytus multistriatus</u> (Mar- sham)
	Tenebrionidae	<u>Tenebrio molitor</u> (L.)
		<u>Tribolium confusus</u> (Jaquel in Duval)
Diptera	Chironomidae	<u>Tendiper</u> Spp
	Drosophilidae	<u>Drosophila</u> Spp
	Muscidae	<u>Musca domestica</u> (L.)
	Tephritidae	<u>Docus dorsalis</u> (Hendel)
Hymenoptera	Braconidae	<u>Macrocentrus aneylivorus</u> (Rohwer)
Hymenoptera	Diprionidae	<u>Neodiprion lecontei</u> (Fitch)
		<u>Neodiprion banksianae</u> (Rohwer)

<u>ORDEN</u>	<u>FAMILIA</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
Hymenoptera	Diprionidae	<u>Neodiprion swainei</u> (Middl.)
	Megachilidae	<u>Megachile</u> spp.
	Pteromalidae	<u>Dibrachys cavus</u> (Walker)
	Tenthredinidae	<u>Dolerus ganager</u> (fabricius)
		<u>Nematus ribesii</u> (Scopoli)
		<u>Pristiphora erchsonii</u> (Hart.)
	Vespidae	<u>Polistes</u> spp.
<u>Vespula germanica</u> (Fab.)		
Isoptera	Rhinothermitidae	<u>Reticulitermes santonnensis</u> (De feytoud)
Lepidoptera	Arctidae	<u>Estigmene acrea</u> (Drury)
	Bombicidae	<u>Bombyx mori</u> (L.)
	Galleridae	<u>Galleria mellonella</u> (L.)
	Gellechidae	<u>Gnorimoschema operculella</u> (Zeller)
	Geometridae	<u>Sabulodes caberata</u> (Guenee)
	Lasiocampidae	<u>Malacosoma neustria</u> (L.)
	Lymantriidae	<u>Porthetria dispar</u> (L.)
	Noctuidae	<u>Agrotis ipsilon</u> (Hufnager)
		<u>Chorizagrotis auxiliaris</u> (Gro te)
<u>Heliothis zea</u> (Bodie)		
<u>Perveyma cruegeri</u> (Butter)		
	<u>Peridroma margaritosa</u> (Hawort)	
	<u>Pseudalectia unipuncta</u> (Haw.)	

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO
Lepidoptera	Nymphalidae	<u>Nymphalis antiopa</u> (L.)
		<u>Junonia coenia</u> (Boisduval)
	Thorthricidae	<u>Carpocapsa pomonella</u> (L.)
	Pieridae	<u>Colias eurytheme</u> (Bois.)
Orthoptera	Acrididae	<u>Camnula pellucida</u> (Scudder)
		<u>Locustana pardalina</u> (Walker)
		<u>Melanoplus bilituratus</u> (WALK.)
		<u>M. packardii</u> (Scudder)
		<u>Schistocerca gregaria</u> (Folskal)
	Blattidae	<u>Blattella germanica</u> (L.)

#### V.2.4 BACTERIAS ESPORULANTES FACULTATIVAS

Este grupo de bacterias normalmente son saprófitas, pero bajo ciertas condiciones pueden invadir insectos ocasionándoles la muerte. Para que se produzca la enfermedad las condiciones ambientales deben ser óptimas., este grupo no representa ninguna promesa para el control de insectos.

Ejemplos :

Bacillus cereus Fr. y Fr.

Bacillus subtilis Cohn emen Praz

#### V.2.5 BACTERIAS ESPORULANTES OBLIGATORIAS

Las bacterias pertenecientes a este grupo están dentro de la familia Bacillaceae, esta familia de bacterias formadoras de esporas y parásitas de insectos está constituida únicamente por 2 géneros; Bacillus y Clostridium (Núñez 1980).

Probablemente las 2 enfermedades bacterianas de insectos mejor conocidas producidas por bacterias del género Bacillus son; "El Loque Americano" y "El Loque Europeo" de las abejas, el loque Europeo es una enfermedad infecciosa causada por Bacillus alvei Chessire and Cheyne, y es caracterizada por una licuefacción de los tejidos del insecto atacado. Las larvas muertas o moribundas poseen una peculiar apariencia, como si se derritieran por la influencia del calor, pierden su consistencia y su color blanco brillante tornándose amarillas o grises y eventualmente oscurecen en color hasta llegar a un café oscuro.

El Loque Americano es una enfermedad similar causada por Bacillus larvae White, las larvas infectadas por esta bacteria cambian su color blanco normal, al principio obsucuresiéndose a café, estos se tornan blandos y pierden su forma, sorprendentemente viscosas por dentro y finalmente secos, las larvas infectadas pueden pupar antes de morir.

En el año de 1940 Dutky describe enfermedades lechosas del escarabajo japonés Popillia japónica Newman causados por Bacillus popilliae White y B. lentimor<sup>b</sup>osus Dutky las larvas infectadas por B. popilliae muestran una turbiedad de la sangre la cual oscurece, al igual que los vasos dorsales y los sacos rectales. La oscuridad de las patas es incrementada, las larvas rápidamente adquieren una apariencia blanco lechosa, unos días antes de morir sus movimientos se hacen mas pausados, la porción dorsal del cuerpo



se torna ligeramente café, y el lado ventral blanco con apariencia yesosa.

El rango de temperatura favorable para el desarrollo de esta enfermedad va desde 16 a 36°C, siendo de 21° C la temperatura óptima.

En la enfermedad lechosa tipo B causada por Bacillus lentimorbus Dutky, la sangre infectada asume la apariencia blanco lechosa característica de estas enfermedades, y aparece 6 después que la larva es infectada (La infección en estas dos enfermedades es por ingestión en los alimentos) y se incrementa este color en la sangre conforme la esporulación se va completando. En cuanto al número de esporas producidas Dutky señala que son de 2 a 5 billones de esporas y Beard afirma que son de 5 a 10 billones de esporas son desarrolladas por cada larva, así mismo afirmaba que aproximadamente 11,000 esporas son necesarias para infectar una sola larva. Pocos cambios degenerativos de los tejidos son evidentes, la putrefacción después de la muerte de las larvas es producida por organismos secundarios. El curso general de estas dos enfermedades es similar, excepto que Bacillus lentimorbus se desarrolla más lentamente.

#### V.2.6 BACTERIAS ESPORULANTES CRISTALIFERAS

Las bacterias más importantes usadas en el control microbiológico de insectos son aquellas que cuando esporulan forman cristales de proteínas tóxicas. Estos cristales son altamente tóxicos para ciertos insectos, principalmente

lepidópteros, pero son al parecer innocuos para otras formas de vida, estas bacterias son similares en muchos aspectos a Bacillus cereus F. y F. pero se diferencian por la presencia del cristal en el esporangio, su patogenicidad característica para los insectos, y otras diferencias físicas menores.

La especie más importante de este grupo de bacterias es Bacillus thuringiensis Berliner, que fué descubierta por Berliner en 1915 sobre larvas de palomilla de la harina Anagasta (= Ephestia) kunhiela al observar que se trataba de una bacteria patógena en la localidad de Thuringia, Alemania.

Por el año de 1902, Ishiwata (1905) aisló de larvas enfermas del gusano de seda en Japón un bacilo cristalífero que se conoce como Bacillus sotto Ishiwata. Esta también es una bacteria cristalífera. En 1951 Toumanoff y Vago reportaron, como la causa de la flacheria del gusano de seda, a una bacteria que nombraron Bacillus cereus var. alesti. Después se encontró que era una especie cristalífera. Estas tres formadoras de esporas están relacionadas entre si y sólo se distinguen de la bacteria común del suelo Bacillus cereus, en que ésta no contiene la inclusión cristalina en su esporangio.

Las células del género Bacillus poseen forma de bacilo y algunas veces forman cadenas, producen endosporas. El esporangio es parecido a células vegetativas, excepto en algunas especies,

la espora presenta un diámetro grande y las células en algunos casos se engrosan. La mayoría de las especies del género Bacillus atacan una gran variedad de substratos mediante enzimas que son excretadas como material de desecho por la célula.

Son bacilos Gramm positivos, productores de catalasa.

#### V.2.6.1 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE B. thuringiensis Berliner.

En la mayoría de las variedades encontradas de B. thuringiensis se describe un cristal irregular en forma de diamante, que puede ser de forma octaédrica o tetragonal. Esto no es invariable ya que existen otras formas de cristales que pueden ser triangulares o cuboidales y algunas de estas formas ya han sido reportadas y estudiadas, comúnmente las células al esporular contienen 1 cristal, pero se ha reportado que algunas células pueden contener 2 cristales. Steinhaus (1963)

#### V.2.6.2 SEROTIPOS DE Bacillus thuringiensis Berliner

- 1.- thuringiensis
- 2.- finitus
- 3.- olesti
- 4a-4b.- sotto
- 4a-4c.- kenyae
- 5.- galleriae

- 6.- entomocidus
- 7.- aizawi
- 8.- anagastae
- 9.- tolworthi
- 10.- darmstadiensis
- 11.- teumonoffii

#### V.2.6.3 TOXINAS PRODUCIDAS POR Bacillus thuringiensis Berl.

Las diferentes variedades de B. thuringiensis producen cuatro tipos de toxinas, y son según Hempel (citado por Nuñez 1980).

- a).- exotoxina
- b).- exotoxina
- c).- exotoxina
- d).- endotoxina

exotoxina; El producto toxico es la fosfolipasa C.

exotoxina: Ha sido aislada en medio de crecimiento bacterial y se ha reportado 1:1:1 ratio de adenina, ribosa y fosforo. El modo de acción de la oxotoxina parece ser que inhibe los nucleotidos y el DNA dependiente de los polimerasas del RNA involucrados con ATP impidiendo la síntesis del RNA.

exotoxina: Estructura molecular desconocida

endotoxina: Contiene un cuerpo paraesporal cristalino, es termolábil y soluble en soluciones alcalinas

El cristal protéico es sintetizado por aminoácidos derivados del crecimiento de la célula vegetativa durante la esporulación. La estructura integral del cristal es probablemente debida al enlace proteínas-silicones y esterés.

Esta endotoxina funciona en intestini alcalinos de de larvas de Lepidópteros. Al infectarse las larvas estas dejan de comer debido a una parálisis del intestino que ocurre pocos minutos después de la ingestión de los cristal es.

V.2.6.4 HOSPEDEROS DE Bacillus thuringiensis Berl.

Núñez (1980)

NOMBRE CIENTIFICO

Abelomoschus esculentus (L.)

Acleris variana

Alabama argillacea

Alosophila pometaria (Harris)

Anagasta kunhiela (Zeller)

Anomis leona (Schaus)

Anomis insulata (Schaus)

Anticarsia gemmatalis

Archips argyrospilus

Anisota sentaoria (J.E. Smith)

Antigrasta catalaunalis

Aporia crataegi

Bombyx mori (L.)

HOSPEDEROS (continuación)

NOMBRE CIENTIFICO

---

Brassolis sophorae  
Caligo ilineus  
Ceramidia sp.  
Clysia ambiguella (Hübner)  
Colias eurytheme (Boisduval)  
Desmia funeralis  
Diatrea sacharalis (Fabricius)  
Earias biplaga (Boisduval)  
Earias insulata (Boisduval)  
Ephestia cautella (Walker)  
Ephestia elutella (Hübner)  
Erannis defoliaria  
Erannis tiliaria  
Erinnis ello  
Estigmene acrea  
Euproctys chrysorrhoea  
Gelechia gossypiella (Saunders)  
Harrisma brillians  
Hedya nubiferana  
Herse cingulata  
Heliothis armigera (Hübner)  
Heliothis virescens  
Heliothis zea (Bodie)  
Lipeurus caponis (L.)  
Hyphantrea cunea  
Hyponomeuta malinellus

CURTIS COLLECTION

BRITISH MUSEUM

HOSPEDEROS... (continuación)

NOMBRE CIENTIFICO

---

Lymantria (=Portetria) dispar

Mocis latipes

Mocis punctualis

Malacosoma fragile

M. disstria (Hübner)

M. neustria

Manduca quinquemaculata

M. sexta

Menacanthus stramineus (Nitzsch)

Menopon gallinae (L.)

Musca autumnalis (De Geer)

Musca domestica

Oiketicus kirbi

Operophtera brumata

Opsiphanes cassina

O. numatius

O. sp.

Orgyua pseudosugata (McDunnough)

Ostrinia nubilalis (Herbst.)

Palaearctic vernata

Papilio cresphontes

Phygadeuon californica

Phthorimaea operculella

Pieris brassicae

Pieris rapae

Pieris sp.

HOSPEDEROS... (continuación)

NOMBRE CIENTIFICO

---

Platynota sp.

Platypena scabra (Fabricius)

Plusia sp.

Plodia interpunctella (Hübner)

Plutella maculipennis

Plutella sp.

Prays citri

Prays oleae

Prodenia litura (Fabricius)

Pseudoplusia includens

Porthetria dispar (Linneo)

Ostrinia nubilalis (Hübner)

Sibine fusca

Sitotroga cerealella (Oliver)

Sparganothis pilleriana (Schiffenüller)

Spilonota ocellana

Spodoptera frugiperda (Smith)

S.            litoralis (Fallen)

S.            ornitogalli

Stenona cecropia

Sylepa derogata (Fallen)

Thamnonoma wavyaria

Thymelicus lineola

Thyridopteryx ephemeraformis (Haworth)

Trichoplusia ni (Hübner)

Tortryx viridiana.

ENTOMOLOGICAL



#### V.2.6.5 COMPATIBILIDAD DE Bacillus thuringiensis Berliner.

En lo que se refiere a la compatibilidad con los diferentes compuestos químicos usados en la agricultura se ha encontrado que los insecticidas; Diazinón, Dieldrin, Dinicresol, Endosulfán, Naled, Paratión, etílico, Parathión metílico, Ryania, Toxafeno, Dipterex y los fungicidas; Acetato fenil mercurio, Azufre, Captán, Cloramil, Dichlone, Dodine, Ferbam, Maneb, Oxiclورو de cobre, Thiocarbamatos, Zineb, Ziram, y el acaricida Difocol, No reducen significativamente el efecto de B. thuringiensis, obteniéndose buenos resultados de compatibilidad en pruebas de campo.

Además Núñez cita otra serie de productos químicos cuyo uso combinado con B. thuringiensis no se ha recomendado, pero no existen evidencias, de que dañen a la bacteria y que probablemente sean inofensivos a ella, tales productos son:

Insecticidas; Endrin, Malathión, Mevinphos, Phosphamidón, Piretrinas, Rotenona, Strobane, TDE, Trithión.

Fungicidas; Daconil, Difolatán, Dimetoato, Dithane M22, M45, 278, Dyrene, Folpet.

Acaricidas; Aramite y Tetradifón.

### V.3 SINTOMAS CAUSADOS POR BACTERIAS

De acuerdo con Sweetman (1958), los insectos atacados por bacterias muestran los siguientes síntomas generales:

- a) Pérdida gradual del apetito
- b) Descargas orales o rectales
- c) Pérdida gradual de la actividad
- d) Ablandamiento del cuerpo, deformándose este al morir el insecto.

Cuándo las bacterias invaden la cavidad del cuerpo la infestación termina en una septicemia\*, después de la muerte el cuerpo del insecto se seca y se arruga, tomando una coloración café o negra, los tejidos internos se descomponen y adquieren una consistencia viscosa y un olor desagradable.

### V.4 UTILIZACION DE BACTERIAS ENTOMOGENAS

En la actualidad B. thuringiensis es producido industrialmente y aplicado en forma comercial, ya sea en aplicación directa (líquido o sólido) o combinado con algún producto químico.

---

Septicemia: Enfermedad causada por la invasión y multiplicación de microorganismos patógenos en la sangre.

V.4 — Existen varios laboratorios que producen diferentes variedades y serotipos de B. thuringiensis. A continuación se citan:

<u>PRODUCTO</u>	<u>LABORATORIO</u>	<u>PAIS</u>
Agritol	Merk	USA
Bactospeine	Roger Bellon	Francia
Bakthanol-69	Rhom and Hass CD.	USA
Baktukai	Spolana A.P.	CHecoslovaquia
Biopspor 2802	Nutrilit Hoeschst	Alemania
Biotrol B+B	Nutrilit	USA
Dendrobacillin	AT Novocibirsk	URSS
Dipel	Abbott	USA
Entobacterin 3	Near Moscow	URSS
Parasporine	Grain Proc.	USA
Plantibac	Procida	Francia
Sporeine	L.I.B.E.C.	Francia
Thuricide	Bioferm Co.	USA

Los insectos microbiales basados en B. thuringiensis, no ofrecen riesgos para la salud humana como los insecticidas químicos, sin embargo es preciso mencionar que las variedades de Bacillus thuringiensis que producen la Beta--exotoxina son patógenos para el hombre. Steinhaus (en 1963) menciona que se han efectuado extensas pruebas sobre la patogenicidad de B. thuringiensis var. thuringiensis sobre el

hombre. obteniendo como resultado que no hubo alteración en las funciones o capacidad del cuerpo de las personas tratadas. Además se han llevado a cabo pruebas con patos, gallinas y peces, sin que se haya determinado daño alguno hasta el momento.

GRAND CENTRAL

## VI. ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

### VI.1 DESCRIPCION

Las enfermedades virosas de insectos son extremadamente interesantes y económicamente muy importantes, además mucho se ha escrito sobre este tema, no obstante se desconoce mucho sobre este tipo de organismos. Los virus parásitos de insectos podemos encontrarlos principalmente en Lepidópteros, algunos Himenópteros y Dípteros e incluso en Isópteros y Neurópteros.

Los virus son cuerpos submicroscópicos no visibles con microscopios ordinarios; su tamaño varía entre 10 y -- 300 mu, se multiplican solamente en células vivas, o sea que son parásitos obligatorios, están constituídos por un tipo de ácido nucleico (ADN ó ARN) rodeado de una envoltura de proteína.

### VI.2 CLASIFICACION DE VIRUS ENTOMOGENOS

La clasificación de virus entomógenos puede ser basada en varios criterios como morfología, métodos de reproducción, composición química, propiedades físicas, propiedades serológicas e inmunológicas, susceptibilidad a agentes físicos y químicos.

Los diferentes virus pueden ser separados por las características de sus partículas virales y sus cuerpos de inclusión como sigue:

ENFERMEDAD	CUERPO DE INCLUSION	PARTIC. DE VIRUS	HOSPEDEROS
Tipo	Localidad	Forma Ac. Nucl.	
POLIEDRO- SIS NUCLE- AR. (VIRUS BORRELINA)	POLIE- DRO.	NUCLEO	BASTON ADN LEPIDOPTE- ROS, HYMEN- OPTÉROS, DÍ- PTEROS.
POLIEDRO- SIS CITO- PLASMICA, (VIRUS SMITHIA)	POLI- EDRO.	CITOPLAS- MA	ESFERI- CA ARN LEPIDOPTE- ROS, ISOP- TEROS, NEU- ROPTERCS.
GRANULO- SIS (VI- RUS BERG- OLDIA)	CAPSU- LA	CITOPLAS- MA-NUCLEO	BASTON ADN LEPIDOPTE- RA
INCLUSION POLIMORFI- CA. (VIRUS PAILOTELA)	POLI- MORFICA	CITOPLAS- MA	----- --- LEPIDOPTE- RA
SIN INCLU- SION (VI- RUS MORA- TOR)	NINGUNA	-----	ESFERI- CA, OVO IDÉ. ARN ADN LEPIDOPTE- RA, DIPTERA.

Cuadro # 1 Clasificación de virus según su cuerpo de inclu-  
sión.

### V.2.1 VIRUS DE LA POLIEDROSIS NUCLEAR (VIRUS BORRELINA)

Son los mas comunes y fáciles de detectar, ya que los poliedros son visibles con el microscopio ordinario. El tamaño de las partículas de virus varía de 150 a 130  $\mu$  de largo por 20 a 60  $\mu$  de ancho, contienen ácido desoxirribonucleico (ADN). Se multiplican en el núcleo de las células infectadas, pero pueden adherirse al tejido graso, a las

tráqueas matrices, a la hipodermis, epidermis, intestino medio y las células sanguíneas de Lepidóptera. En Hymenóptera solo es atacado el epitelio del intestino medio.

Los virus pueden transmitirse por la boca o por el huevecillo, a la fecha los virus de poliedrosis nucleares son los que más comúnmente se usan para control microbial de insectos, contra ciertas plagas de lepidópteros en alfalfa y un Tenthredínido en Canadá.

#### VI.2.2 VIRUS DE LA POLIEDROSIS CITOPLASMICA.(VIRUS SMITHIA)

Esta clase de poliedros se forman en el citoplasma de células del epitelio medio y ocasionalmente atacan los ovarios en Isópteros de la familia Thermitidae. Las partículas de virus se multiplican en el citoplasma de células atacadas para formar los poliedros que tienen forma de icosaedro.

Las partículas del virus son esféricas, midiendo alrededor de 15 a 80  $\mu$  de diámetro, el ácido nucleico de las partículas del virus es siempre acidorribonucleico, (ARN)

Los siguientes grupos han mostrado susceptibilidad al ataque de poliedrosis citoplásmicas: Lepidoptera, Neuroptera e Isoptera.

#### VI.2.3 VIRUS DE LAS GRANULOSIS(VIRUS BERGOLDIA)

La inclusión de este tipo de virus es en forma de cápsula y puede desarrollarse tanto en el núcleo como en el

citoplasma de las células atacadas. Los tejidos atacados pueden ser: el tejido adiposo, algunas veces la hipodermis, la matriz traqueal y las células sanguíneas.

Una sola partícula está presente en cada cápsula, la cápsula se forma gradualmente comenzando en un extremo y creciendo hasta el otro, alrededor de la partícula, la encapsulación tiene lugar en el núcleo o en el citoplasma. La partícula de virus se produce en el núcleo, su tamaño varía de 150 a 400  $M\mu$ , mientras que la cápsula de 20 a 30  $M\mu$ .

Las infecciones por granulosis se producen a través de la boca o se inician en el huevecillo.

Algunas granulosis han sido aplicadas para controlar Trihoplusia ni Hubner y otras especies de Lepidópteros.

#### VI.2.4 INCLUSION POLIMORFICA (VIRUS PAILLOTELLA)

Como su nombre lo indica, las inclusiones son polimórficas y fueron observadas por primera vez en el año de 1924 por Paillot y además es el único patólogo que ha encontrado esta inclusión. La inclusión polimórfica no se origina en el núcleo, sino que parece originarse en las mitocondrias. Los cuerpos de inclusión probablemente son formados por el huésped y se encuentran alrededor del núcleo.



### VI.2.5 VIRUS SIN INCLUSION (VIRUS MORATOR)

La forma de las partículas de estos virus es esférica y no están asociados con ningún cuerpo de inclusión, con un diámetro de aproximadamente 25  $\mu$ , contiene dos especies Morator actulatae Holmes y Morator nudus Wasser. (Sweetman-1958.)

### VI.3 SINTOMAS CAUSADOS POR VIRUS

#### VI.3.1 DE INSECTOS ATACADOS POR POLIEDROSIS NUCLEAR

Los insectos atacados por poliedrosis nucleares, presentan los siguientes síntomas: movimientos escasos y pausados, pérdida del apetito, adquieren una coloración blanquecina, los tejidos se licúan, el integumento se vuelve frágil las larvas de ciertas especies atacadas tienden a subir a la parte superior de los árboles, esta tendencia se ha denominado Wipfelkrankheit que en alemán significa enfermedad de la parte superior de los árboles.

#### VI.3.2 SINTOMAS CAUSADOS POR POLIEDROSIS CITOPLASMICAS

Los insectos atacados por poliedrosis citoplasmica muestran los siguientes síntomas: La porción media del intestino de la larva cambia a una coloración blanca sucia o amarillenta pierde el apetito y es menos activo, los tejidos internos se licúan pero el integumento permanece firme.

### VI.3.3 SINTOMAS CAUSADOS POR GRANULOSIS.

Las larvas infectadas por granulosis adquieren un color blanco lechoso, pierden el apetito, decrece su actividad, su consistencia es mas suave, pero su intergumento permanece firme.

### VI.3.4 SINTOMAS CAUSADOS POR VIRUS MORATOR Y VIRUS PAILO TELLA.

Los sintomas generales que presentan los insectos atacados por virus morator y virus pailotella son; licuepacción de los tejidos y rapida desintegración, los insectos generalmente se tornan de un color pulido o amarillento en algunas ocasiones, aunque pueden presentarse tonalidades oscuras. Al tocar o apretar el intergumento se desintegra rapidamente y sale del cuerpo un liquido opaco o turbio.

### VI. 4 HOSPEDEROS

Sweetman en 1958 elaboró una lista de las familias de insectos que contienen especies conocidas que pueden ser atacadas por virus las cuales son las siguientes:

<u>ORDEN</u>	<u>FAMILIA</u>
Lepidoptera	Pyromorphidae
	Tineidae
	Psychidae
	Gecophoridae

<u>ORDEN</u>	<u>FAMILIA</u>
Lepidoptera	Tortricidae
	Phaloniidae
	Olethreutidae
	Saturniidae
	Bombycidae
	Lasiocampidae
	Limacodidae
	Geometridae
	Sphingidae
	Notodontidae
	Liparidae
	Droptidae
	Noctuidae
	Arctiidae
	Lycaenidae
Pieridae	
Nymphalidae	
Hymenoptera	Dyprionidae
	Tenthredinidae
	Apidae

HOSPEDEROS (continuación)

ORDEN	FAMILIA
Díptera	Tipulidae
	Chironomidae
	Cecidomyiidae
	Caliphoridae

Como ejemplo de Lepidópteros susceptibles a virus pe demos citar los siguientes géneros:

HOSPEDERO	VIRUS
<u>Bombyx mori</u> (L.)	<u>Borrelina bombycis</u> Paillot
<u>Lymantria monacha</u> (L.)	<u>B. efficiens</u> Holmes
<u>Prodenia praefica</u> Grote	<u>B. rerrimens</u> Holmes
<u>Colias philodice eurytheme</u>	<u>B. olethria</u> Stein.
<u>Phryganidia californica</u> Pack	<u>B. permptor</u> Stein.
<u>Archips fumiferana</u> (Clem)	<u>B. fumiferana</u> Bergold
<u>Archips fumiferana</u> (Clem)	<u>Bergoldia calypta</u> Stein.
<u>Peridroma margaritosa</u> (Haw)	<u>Bergoldia daboia</u> Stein.
<u>Junconia coenia</u> (Hbn.)	<u>Bergoldia lathetica</u> Stein.
<u>Estigmene acrea</u> (Drury)	<u>Bergoldia thompsonia</u> Stein.
<u>Pieris brassicae</u> L.	<u>Bergoldia brassicae</u> Stein.
<u>Argyrotaenia velutinana</u> (Wlk.)	<u>Bergoldia nosedes</u> Hughes yT.
<u>Sabulodes caberata</u>	<u>Bergoldia virulenta</u>

Lepidópteros susceptibles (continuación)

<u>HOSPEDERO</u>	<u>VIRUS</u>
<u>Pieris rapae</u> L.	<u>Smithia rotunda</u> Bergold
<u>Arctia villica</u> L.	<u>Paillotella pieris</u> Stein.
<u>Pieris brassicae</u> L.	<u>Morator aetulatae</u> Holmes
<u>Pseudaletia unipuncta</u> (Haw.)	<u>Morator nudus</u>

---

VI.5 UTILIZACION DE VIRUS ENTOMOGENOS

En California U.S.A. la palomilla Porthetria dispar sufre severas epizootias del virus Borrelina reprimens Holm. de esta manera infestaciones frecuentes y extensivas son pronto controladas , pero no tan a tiempo para prevenir defoliaciones. Glaser (citado por Sweetman en 1958) realizó experimentos preliminares sobre Porthetria dispar, pero la completa diseminación del virus evitó llegar a conclusiones concretas.

No obstante experimentos bien planeados tomando en cuenta el conocimiento presente, basados en repetitivas aplicaciones deben ser llevados a cabo, esto es especialmente necesario ya que se usan actualmente insecticidas en áreas extensivas para el control de Porthetria dispar. Un importante avance se puede lograr si se implementa el uso de enfermedades epizooticas efectivas las cuáles podrían reemplazar algunos potentes venenos con un costo mucho menor al de estos.

Un gran número de plagas de la familia Noctuidae sufren de severas epizootias de virus poliédricos, tal es el caso de de las siguientes especies:

<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>	<u>NOMBRE COMUN</u>
<u>Prodenia praefica</u> Grote	Gusano soldado
P. <u>ornitogaki</u> Guen.	" "
P. <u>litura</u> Fabr.	" "
<u>Pseudaletia unipuncta</u> Haw.	" "
<u>Spodoptera frugiperda</u> (S.)	Gusano cogollero
<u>Heliothis zea</u> (Bodie)	" elotero
<u>Alabama argillacea</u> (Hbn.)	" medidor

Estas especies son unas pocas de las que podemos encontrar en México y Norte América, además de muchas otras en el mundo.

Una gran cantidad de pruebas científicas y comerciales han sido efectuadas sobre la oruga de la alfalfa Colias philodice eurytheme Boisduval en California U.S.A. (Steinhaus 1948, Steinhaus y Thompson 1949 y 1950), que incluyen la aplicación del virus Borrelina campeoles Stein., que contienen 5 millones de poliedros por milímetro cúbico, con una dosis de 5 galones por acre.

Las epizootias fueron iniciadas entre poblaciones de baja densidad, así como en poblaciones altas, funcionando en ambos casos satisfactoriamente. Equipo terrestre o aéreo puede ser usado exitosamente, el costo de la aplicación es el mismo que para los insecticidas, pero con la gran ventaja; el cultivo queda libre de sustancias venenosas.

El material viroso puede ser preparado en grandes cantidades y a un costo relativamente bajo. El tiempo de aplicación es importante ya que las orugas se reproducen rápidamente, antes de que el daño se pueda observar es necesario efectuar la aplicación.

Productos a base de virus desarrollados por la industria de los Estados Unidos de Norte América para su empleo comercial o experimental, preparados a base de virus de la poliedrosis nuclear. (FAO/OMS, 1972)

<u>NCMBRE DEL PRODUCTO</u>	<u>HOSPEDERO</u>
Biotrol VHZ	<u>Heliothis</u>
Viron/H	"
Vitrex	"
Polyvirocide	<u>Neodripion</u>
Biotrol VPO	<u>Spodoptera</u>
Viron/P	"
Virus del <u>Trichoplusia</u>	<u>Trichoplusia</u>
Viron/T	"
Biotrol VTN	"
Virin GKB	<u>Pieris</u>

## VII. ENFERMEDADES CAUSADAS POR PROTOZOARIOS

### VII.1 DESCRIPCION

El phylum Protozoa comprende animales unicelulares y sus especies varían grandemente en habitats, desde formas de vida libre hasta predadores y parásitos de otros animales, numerosos protozoarios viven en el estómago de los insectos siendo inofensivos a ellos, pero también se encuentran ahí comensales y parásitos, muchos de los cuáles atacan vigorosamente el estómago u otros tejidos, produciendo extensas epizootias entre las poblaciones de insectos.

### VII.2 CLASIFICACION DE PROTOZOARIOS QUE ATACAN INSECTOS

Los protozoarios están agrupados dentro de 2 sub phylum dependiendo su medio de locomoción en; Plasmodroma y Ciliophora. Los mas primitivos Plasmodroma poseen pseudopodos o flagelos y estan subdivididos dentro de 3 clases: - Mastigophora, Sarcodina y Sporozoa. Los Ciliophora poseen cilios y estan divididos dentro de 2 clases: Ciliata y Suctoria.

Las principales divigiones del phylum contienen miembros parásitos de insectos e incluso parásito de invertebrados.

Los Mastigophora o protozoarios flagelados son la mayoría de vida libre, pero muchos son parásitos del sistema circulatorio y digestivo de sus hospederos .



Muchos de los asociados con insectos están limitados al tracto digestivo.

La gran mayoría de estos están dentro del orden Protomonadina. La familia Trypanosomatidae es la mayor conocida y muchos miembros de esta familia están confinados a insectos.

Unas pocas especies de la clase Sarcodina pertenecientes al orden Amoebeina permanecen en el estómago de los insectos, el presente conocimiento no garantiza la consideración de este grupo para proyectos de control biológico.

La clase entera de Sporozoa son parásitos sobre animales entre los cuales hay una gran cantidad que ataca insectos. En el año de 1946 Kudo (Citado por Sweetman 1958) divide la clase Sporozoa entre subclases: Telosporidia, Acnidosporidia y Cnidosporidia. Las especies que tienen el ciclo de vida confinado a insectos se encuentran en las subclases: Telosporidia y Cnidosporidia. Entre los Telosporidia, los Gregarinidos son bastante comunes en el estómago de los insectos, como comensales y simbioses mutualistas, desempeñan un papel secundario en la destrucción de insectos.

Weiser en Checoslovaquia considera los Schizogregarines como capaces de producir epizootias entre plagas de granos almacenados. Los Coccidia son también comunes en el estómago de los insectos y solo unas cuantas especies son capaces de producir epizootias entre los insectos.

De la subclase Cnidosporia, solo el orden Microsporida es capaz de producir epizootias entre los insectos y patogenos bastante comunes de ellos, Muchas epizootias que han sido reportadas son producidas por este grupo y la mayoria de estas especies estan confinadas a la familia Nosematidae .

### VII.3 SINTOMAS CAUSADOS POR PROTOZOARIOS

Las enfermedades causadas por protozoarios frecuentemente tienen un curso mas lento o mas cronico que los otros tipos de infecciones. No obstante en los primeros estados de tal enfermedad, el insecto puede mostrar los signos usuales de perdidas de apetito y actividad reducida. Si actúan lentamente, el protozoario puede afectar el grado de crecimiento y desarrollo de su hospedero; larvas de insectos infectados frecuentemente muestran una variación considerable en tamaño y desarrollo al compararlos con insectos sanos. Debido a la presencia de esporas o quistes, el insecto infectado puede asumir una apariencia blanquizca, opaca, o mostrar otra decoloración. En algunos casos el insecto infectado puede no presentar, en forma externa, sino quizá algún entorpecimiento. El animal enfermo, después de la muerte, puede obscurecerse y secarse hasta volverse quebradizo. El exámen al microscopio de insectos enfermos puede mostrar los tejidos infectados.

#### VII.4 CICLO DE VIDA

Entre la clase Mastigophora, la subclase Zoomastigina se reproduce asexualmente por fisión longitudinal, el enquistamiento ocurre y la reproducción sexual es desconocida - la transmisión ocurre generalmente por la boca.

El orden Amoebina de la clase Sarcodina ordinariamente se reproduce por fisión binaria, sin embargo la fisión múltiple puede ocurrir ocasionalmente, el enquistamiento es común y la reproducción sexual también, aunque no está bien confirmado esto último. A pesar de todo esto aún se desconoce bastante sobre el ciclo de vida de este orden.

La clase Sporozoa presenta tanto reproducción sexual como asexual, la reproducción sexual es por isogamia o fusión antisogámica, o autogamia y algunos presentan esporogonios. La reproducción sexual es por fisión binaria o múltiple o por injerto.

En la subclase Telosporidia las esporas penetran en el hospedero por la boca, los Coccidios tienen una existencia intracelular, mientras que los Gregarinidos se desarrollan en alguna cavidad orgánica, usualmente el estómago del insecto, muchos de los gregarinidos no sufren ezquizogonia, obtienen el alimento por ósmosis. Los Coccidia se reproducen asexualmente por ezquizogonia y sexualmente por anisogamia en muchas especies, muchos de los Coccidia son parásitos del epitelio del estómago y de órganos asociados.

Los Microsporidia invaden y destruyen las células hospederas, frecuentemente las células infectadas muestran e<sub>n</sub>ormes hipertrofias de el citoplasma y núcleo, las esporas son relativamente pequeñas, de 3 a 6 micrones de largo, la membrana de la espora es una sencilla pieza que aparentemente envuelve el esporoplasma y el filamento polar, que es bastante largo y fino.

Los miembros de la clase Ciliata, especialmente los del subphyllum Ciliophora, poseen tanto reproducción sexual como asexual, esta es por fisión binaria o injerto y sexualmente por conjugación.

Los tejidos atacados pueden ser; el adiposo, los tubos de malpigio en cucarachas, o en las células de la sangre así cómo en el epitelio intestinal.

PHYLUM	SUBPHYLUM	CLASS	SUBCLASS	ORDEN	SUBORDEN	FAMILIA
Protozoa	Plasmodroma	Mastigophora	Zoomastigina	Rhizomastigina		
				Protomonadina		
				Polimastigina		
				Hypermastigina		
		Sarcodina	Rhizopodia	Amoebeina		Amobina
		Sporozoa	Telosporidia	Gregarinida	Eugregarines Schizogregarines	
				Coccidia		
				Cnidosporidia	Microsporidia	Nosematidae
					Helicosporidia	
				Acnidosporidia		
Ciliophora	Ciliata		Hymenostomata			

Cuadro # 2 Clasificación de protozoarios entomógenos

VII. 5 HOSPEDEROS

<u>PARASITO</u>	<u>HOSPEDERO</u>
<u>Herpetomonas pyraustae</u>	<u>Pyrausta nubilalis</u> Hbn.
<u>Valkampfia mellificae</u>	<u>Apis mellifera</u> L.
<u>Malameba locustae</u> King	<u>Schistocerca americana</u> Drury
<u>Mattesis dispersa</u> Nav.	<u>Plodia interpunctella</u> (Hbn.)
	<u>Ephestia kunhiella</u> Zell
<u>Adelina mesnili</u> Perez	<u>Tineola biselliella</u> Hbn.
	<u>Ephestia kunhiella</u> Zell
	<u>Plodia interpunctella</u> (Hbn.)
<u>Nosema bombyas</u> Nag.	<u>Hyphantria cunea</u> Drury
	<u>Bombyx mori</u> Einneo
<u>Nosema apis</u> Zander	<u>Apis mellifera</u> Linneo
<u>Nosema destructor</u> Stein.	<u>Gnorimoschema operculella</u> Zell
<u>Nosema cactoblastis</u> Fan.	<u>Cactoblastis cactorum</u> Berg
<u>Nosema carpocapsae</u> Paillo.	<u>Carpocapsa pomonella</u> (L.)
<u>Perezia pyraustae</u> Pail.	<u>Pyrausta nubilalis</u> Hbn.
<u>Perezia pieris</u> Pail.	<u>Pieris brassicae</u>
<u>Thelohania legeri</u> Hesse	<u>Anopheles quadrimaculatus</u>
<u>Plistophora schubergi</u> Z.	<u>Porthetria dispar</u> (L.)
	<u>Nygma phaeorroea</u> (Donov.)
<u>Phytomonas davidi</u> (laf.)	<u>Nysius euphorbiae</u>

En el año de 1928 Paillot (citado por Sweetman en 1958) declaró que los protozoarios desempeñan un papel más importante que las bacterias en el control de insectos perjudiciales, no existen evidencias que sostengan tal afirmación. Aparentemente él creía que el medio ambiente físico es mucho menos importante para la transmisión y diseminación de protozoarios en comparación con las enfermedades bacteriales.

En todo caso, una vez que los protozoarios tienen acceso a un hospedero conveniente, aún cuando sea en número limitado, su habilidad para establecer infecciones al parecer es apreciablemente más grande que la de hongos y bacterias.

La clase Sporozoa ofrece más promesas para uso en control biológico de insectos que todos los restantes protozoarios. El presente conocimiento de estas enfermedades es insuficiente como para llegar a conclusiones finales con relación a este grupo.

Una gran parte de las epizootias producidas por enfermedades protozoarias que han sido reportadas, han ocurrido tanto en condiciones de campo, como bajo condiciones de laboratorio favorables, demostrando que son bastante destructivas de insectos.

Con relación a la posibilidad de la utilización de protozoarios se conoce poco y no existen experimentos significantes acerca de la diseminación de estos organismos.

Al parecer es completamente probable que las técnicas de producción de virus y bacterias que son usadas actualmente, pueden usarse favorablemente con protozoarios, sin embargo se sugiere la producción masiva sobre hospederos, y una vez que estos han sido infectados, prepararlos para su aplicación en el campo.

---

PROTOZOARIO	HOSPEDERO
<u>Adelina tribolii</u> Bhatia	Complejo de plagas de los productos almacenados.
<u>Farinocystis tribolii</u> W.	
<u>Malamceba locustae</u> K. y T.	Algunas especies de Orthópteros
<u>Thelohania hyphantriae</u> Weiser	<u>Hyphantria cunea</u> Drury
<u>Glugea pyraustae</u>	<u>Cstrinia nubilalis</u> Hübner
<u>Glugea gasti</u>	<u>Anthonomus grandis</u> Boheman
<u>Mattesia povolnyi</u> Weiser	<u>Homeosoma ellectellum</u>
<u>Haplosporidium typographi</u> Weiser	<u>Ips typographus</u> Linn.

---

Cuadro # 3 Protozoarios considerados considerados como los más factibles de usar en el control de plagas de insectos (según Mc Laughlin, 1971).



## VIII. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS

### VIII.1 DESCRIPCION

Los Nematelminthes o gusanos redondos presentan las siguientes características en común:

a) Cuerpo de simetría bilateral la mayoría, algunos tienen simetría radial.

b) No poseen aparato respiratorio, ni circulatorio, respiran por ósmosis, la circulación es por difusión.

c) No poseen células flamíferas, Ascaris lumbricoides si las tiene.

d) Tienen 3 capas germinales; Ectodermo, Endodermo, Mesodermo.

e) Poseen un tubo digestivo completo.

f) La pared del cuerpo con fibras longitudinales -- musculares solamente.

h) La cavidad del cuerpo es un pseudoceloma de origen endodérmico.

i) Cuerpo no segmentado.

j) El sistema nervioso está formado por un anillo nervioso.

k) Existen sexos separados y dimorfismo sexual.

## VIII.2 - CLASIFICACION DE NEMATODOS ENTOMOGENOS

Las familias de Nemathelminthes, las cuáles tienen miembros que utilizan a los insectos como hospederos primarios y al parecer presentan probabilidades de uso en el control de insectos son:

<u>CLASE</u>	<u>FAMILIA</u>
Phasmidia	Rhabditidae
	Steinernematidae
	Diplogasteridae
	Tylenchidae
	Allantonematidae
	Gordiidae
Aphasmidia	Chordodidae
	Mononchidae
	Dorylaimidae
	Mermithidae

## VIII.3 DIAGNOSTICO DE INSECTOS ENFERMOS POR NEMATODOS

Según De Bach (1963) los síntomas y signos de diagnóstico asociados con las infecciones de nemátodos varían grandemente, y esto dificulta su generalización. En algunas enfermedades causadas por nemátodos no hay evidencia externa de la infección; en otras, los cambios son marcados y dramáticos, normalmente es necesario confirmar el diagnóstico con un examen al microscopio del contenido del insecto--

infectado, aunque algunas veces el nemátodo es tan grande, que puede ser fácilmente visible sin la ayuda del microscopio.

Comúnmente los insectos infectados disminuyen su apetito y son menos activos que los normales, las larvas infectadas se vuelven flácidas, coloreadas y algunas veces de apariencia moteada. En el caso de infecciones causadas por Neoaplectana, la larva del insecto toma un color rojizo o café; al principio la coloración toma una distribución puntual, posteriormente, antes y después de la muerte, el color es más uniforme.

#### VIII.4 HOSPEDEROS

A continuación se presenta una lista de algunos de los nemátodos entomógenos y sus hospederos, presentada por Sweetman (1958).

<u>NEMATODOS</u>	<u>HOSPEDEROS</u>
<u>Agamermis paradecaudata</u> S.	<u>Helopeltis antonii</u> Sign.
<u>Agamospirura anabri</u> C.	<u>Anabrus simplex</u> Hald
<u>Allantonema mirabile</u> Leuck.	<u>Hylobius pini</u> Marsh.
	<u>Hylobius apietis</u> (L.)
A. <u>muscae</u> R. y M.	<u>Musca vicina</u> Macq.
<u>Allomermis myrmecophila</u> Bay.	<u>Lasius</u> sp.
<u>Anphimermis zuimushi</u> K.I.	<u>Chilo simplex</u> But.
<u>Anguillulina aptini</u> (Sharga)	<u>Aptinothrips rufus</u> Gm.
<u>Aerurus agile</u> C.	Scarabaeidae

NEMATODO

HOSPEDERO

<u>Aprurus agile</u> C.	Scarabaeidae.
A. <u>diesingii</u> Hammersch.	<u>Blatta orientalis</u> L.
	Scarabaeidae.
A. <u>subcloatus</u> C.	<u>Osmoderma scabra</u> Beauv.
A. <u>philippinensis</u> C. & C.	<u>Panestia javanica</u>
<u>Aphelenchulus reversus</u> Thorne	<u>Dendroctonus monticolae</u> Hopk.
A. <u>diplogaster</u> Lint.	<u>Ips typographus</u> (L.)
A. <u>mollis</u>	<u>Cyllene picta</u> Drury
A. <u>tomici</u> Bov.	<u>Fytiogenes bidentatus</u> (Hbst.)
<u>Aproctonema enthomophagum</u> Keil	<u>Sciara pullula</u> Winn.
<u>Atractonema gibbosum</u> (Leuck.)	<u>Cecidomya pini</u> De G.
<u>Blattophila sphaerolaima</u> C.	<u>Panestia javanica</u>
<u>Bradynema rigidum</u>	<u>Aphodius fimentarius</u> L.
<u>Chondronema passali</u> (Leidy)	<u>Passalus cornurus</u> Fabr.
	<u>Popilius interruptus</u> (L.)
<u>Diplogaster aphodii</u> Bov.	<u>Saperda tridentata</u> Oliv.
<u>Fergusobia currieri</u> (Cur.)	<u>Fergusonina</u> sp.
<u>Gordius acuatus</u> L.	Orthoptera
G. <u>robustus</u> L.	<u>Anabrus simplex</u> Hald.
G. <u>villoti</u> Rosa	Orthoptera
<u>Heterotylenchus aberrans</u> Bov.	<u>Hylemia antiqua</u> (Meig.)
<u>Hexameris microamphidis</u> S.	<u>Diatraea sacharalis</u> (Fabr.)
	<u>Helopeltis antinii</u> Sign.
H. <u>albicans</u>	<u>Tinea evonymella</u>
<u>Howardula benigna</u> C.	<u>Acalymma</u> sp.
H. <u>phyllostretae</u> Old.	<u>Phyllostreta</u> sp.

Continuación:

NEMATODO

HOSPEDERO

Hydromermis sp.

Aedes communis Deg.

A. nearticus D.

A. nigripes (Zett.)

Hystriognathus rigidus Leidy

Passalus cornutus Fabr.

Mermis nigrescens Duj.

Phyllophaga spp.

M. subnigrescens C.

Orthoptera

Neoplectana glaseri St.

Popillia japonica Newmar

N. chresina St.

Heliothis zea (Bodie)

N. menozzi Trav.

Popillia japonica New.

Popillia japonica "

N. bibionis Bov.

Diptera

Oxyuris socialis Leidy

Gryllus assimilis Fabr.

Paramermis canadensis S.

Aedes vexans Meig.

Parasitylenchus scolytii Old.

Scolytus scolytus Fabr.

P. dispar Fuchs

S. multistriatus Marsh

Ips typographus (L.)

Pristionchus aerivora C.

Heliothis zea (bod.)

Proatractonema sciarae Bov.

Leucotermes lucifugus Rossi

Sciara sp.

Scarabanema brevicaudatum C.

Ligyrodes sp.

S. cylindricum C.

Scarabaeidae

S. leukarti

Amphimallon assimilis Hbst.

A. solstitialis L.

Scatonema wulkeri Bov.

Scatopse fuscipes Meig.

Sphaerularia bombi Duf.

Bomus sp.

Vespa sp.

Tetradenema

Sciara

Continuación

NEMATODO		HOSPEDERO
<u>Thelastoma</u>	<u>apendiculatum</u> Le.	<u>Blattia orientalis</u> L.
T.	<u>macramphidum</u> C.	<u>Csmoderma scabra</u> Beauv.
T.	<u>papilliferum</u> C.	<u>Csmoderma scabra</u> Beauv.
T.	<u>robustum</u> Leidy	Scarabaeidae
F.	<u>palmetum</u> C. & C.	<u>Panestia javanica</u>
	<u>Tripius gibbosus</u> Leuck.	<u>Cecidomya pini</u> (Deg.)
	<u>Tylenchinema oscinellae</u> Good.	<u>Oscinella frit</u> L.

VIII.5 UTILIZACION DE NEMATODOS PARASITOS DE INSECTOS

En el año de 1932 Glaser (citado por Sweetman en 1958 hizo un reporte preliminar de un intento para utilizar Necaplectana glaserie St. en el control del escarabajo japonés Poppillia japonica New., este parásito posee una gran capacidad reproductiva y puede ser utilizado en nuevos territorios con tratamientos superficiales de suspensiones de nemátodos criados en laboratorio.

Glaser y Wilcox en 1918, reportaron que durante una temporada en Vermont, U.S.A., aproximadamente el 60% de dos especies de saltamontes fueron infectados con Mermis subnigrescens C., usualmente solo 1 o 2 nemátodos parasitaban un solo saltamonte y las hembras de los saltamontes mostraron un porcentaje más alto de parasitismo que los machos.

Cobb, Steiner y Christie en 1923 estudiaron Agamermis

decaudata C,S y CH., en Virginia U.S.A. ; este es un Mermítido distribuido en las regiones calientes de U.S.A. que ataca al orden Crthoptera y otros insectos, ellos encontraron -- una infestación natural en Schistocerca spp. que sobrepasaba el rango del 25%, los saltamontes infestados artificialmente contenían de 6 a 8 nemátodos, los ovarios de las hembras infestadas nunca produjeron huevos funcionales y también los machos fueron encontrados estériles.

Hungerford en 1919 trabajando con Tetradonema pli-  
cans Cobb encontró que es bastante destructivo a la mosca micetofílida Sciara coprophila Lint., esta mosca se reproduce - en el suelo alrededor de las raíces de las plantas de invernadero, el parásito se reproduce tanto en larvas como en adultos, los adultos infestados constituyen un importante agente de dispersión.

Se ha observado que un gran número de nemátodos parasitan insectos, desafortunadamente, la mayor parte de la información que se tiene acerca de ellos está reducida al conocimiento de su taxonomía. Muchos de estos, tales como los mermítidos y los Allantonematidos constituyen - sin duda- un factor importante en el control natural de insectos.

Entre las especies mejor estudiadas, además de las anteriormente mencionadas se encuentran los Nemathomorpha o gusanos peludos, que son parásitos comunes de insectos acuáticos (Chironomidae, Ephemeridae, Trichoptera), pero también se encuentran en insectos terrestres.

## IX. ENFERMEDADES CAUSADAS POR RICKETSIIAS

### IX.1 DESCRIPCION

Durán (1980) menciona las siguientes características de las rickettsias:

a) Visibles sólo al microscopio, tamaño pequeño, intermedio entre virus y bacterias.

b) Son Gram-negativas.

c) Pueden vivir en las células o entre las células del huésped.

d) Pueden ser simbiotes o patógenos.

### IX. 2 CLASIFICACION

Las infecciones rickettsiales se han reportado en -- larvas del escarabajo japonés Popillia japonica New. , del -- mayate de mayo Melolontha spp., del coccinélido Sthetorus sp. y otros. Las especies de rickettsias se han nombrado con el género de su hospedero y se han situado en el género Rickettsiella (Steinhaus) (1964).

Ejemplos; Rickettsiella melolonthae, que ataca a Melolontha sp., y Rickettsiella popilliae que ataca a Popillia japonica New.

### IX. 3 SINTOMAS

La enfermedad causada por las rickettsias tiene un--



lento desarrollo, puede dar al tejido graso del insecto una coloración verde-azulosa y matar a su hospedero en un lapso de 1 a 4 meses.

Algunos cuerpos cristalinos peculiares ocurren en asociación con las rickettsias, pero aún no se conoce su importancia, también pueden presentar un disturbio en el metabolismo del hospedero en los primeros días de la infección. Steinhaus (1964).

#### IX. 4 UTILIZACION

Debido a que algunas rickettsias que atacan insectos, pueden también causar enfermedades en mamíferos, es posible que este tipo de organismos no pueda ser usado como agente de control de plagas insectiles. Además el desarrollo de este tipo de enfermedades es demasiado lento y por lo tanto, no es posible obtener un control efectivo rápidamente (National Academy of Sciences)(1978).

X. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS METODOS DE CONTROL MICROBIOLOGICO DE INSECTOS.

Las diferentes características de los diversos grupos de microorganismos que producen enfermedades tienden a regular la utilización de muchos patógenos de insectos y por consecuencia existen ciertas ventajas y desventajas en los métodos de control microbiológico, las cuales han sido analizadas por Steinhaus (1956c). Las principales ventajas de los métodos de control microbiológico son:

1. La naturaleza inocua y no tóxica de los patógenos de insectos para otras formas de vida con la consecuente ausencia de residuos tóxicos.
2. El relativamente alto grado de especificidad de la mayoría de los patógenos los cuales tienden a proteger a los insectos benéficos.
3. La compatibilidad de muchos patógenos con muchos insecticidas hasta el grado de que los dos pueden ser usados en forma conjunta y, cuando menos en algunos casos, en forma sinérgica, dado que la infección puede originar que los insectos sean más susceptibles al envenenamiento con los productos químicos.
4. La facilidad y bajo costo con que algunos patógenos pueden ser producidos.
5. La gran versatilidad de los patógenos microbiológicos en lo que se refiere a los métodos de aplicación.

Algunos microorganismos pueden ser introducidos y colonizados dando por resultado que se pueda obtener un control permanente. Otros patógenos pueden ser usados en aspersiones o espolvoreaciones de la misma manera que los insecticidas.

6. La aparente lentitud mediante la cual el huésped susceptible desarrolla resistencia a un patógeno microbiológico.

7. Las bajas dosis que en algunos casos se requieren para lograr el control.

Desventajas de los métodos de control microbiológico.

1. La necesidad de una aplicación cuidadosa y a tiempo del patógeno con respecto al período de incubación de la enfermedad.

2. La marcada especificidad de la mayoría de los patógenos algunas veces disminuye el espectro de efectividad para solamente una especie de insectos en casos donde varias plagas estén involucradas, todas las cuales pueden ser destruidas por un solo insecticida químico.

3. La necesidad de mantener al patógeno en condiciones viables, de alta virulencia y en un estado durable o resistente hasta que se ponga en contacto con el insecto

4. La dificultad de producir algunos patógenos ya sea en grandes cantidades o a bajo precio, o ambos casos.

5. La tendencia de algunas enfermedades a originar que los insectos o parte de ellos permanezcan adheridos al follaje de la planta huésped. Esto puede ser particularmente objetable con cultivos de alimentos en los cuales las normas de calidad no permiten partes de insectos.

6. El requerimiento de algunos patógenos de condiciones climáticas favorables a fin de invadir e infectar sus huéspedes artrópodos.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

LITERATURA CONSULTADA

- Borror, D.J. White, R.E. 1970. A Field Guide to the Insects of America North of Mexico. Houghton Mifflin Company Boston.
- Durán, P.H.A. 1981. Control integrado de plagas de insectos apuntes de la materia, FAUANL, Marín N.L.
- Falcón, L.A. 1971. Use of bacteria for microbial control of insects, In: Microbial control of insects and mites H.D. Burges and N.W. Hussey. Academic, Press.
- FAO/OMS, 1972. El empleo de los virus para combatir plagas de insectos y vectores de enfermedades. Publicado por la FAO y la OMS.
- Ignoffo, C.M. 1975. Entomopathogens as insecticides. In: Insecticides of the future. Martin Jacobs. Marcel Dekker Inc.
- Leyva, J.L. 1978 Aspectos generales del control microbiológico de insectos. seminario. Colegio de Post graduados rama de Entomología CHapingo. Mex.
- Mc Laughlin, R.E. 1971. Use of Protozoan for control of Insects. In: Microbial control of insects and mites H.D. Burgess and N.W. Hussey. Academic Press.

- National Academy of Science. 1978. Manejo y control de plagas de insectos. Control de plagas de plantas y animales. Vol.III. Limusa. México.
- Núñez, C. 1980. Determinación de parasitismo en Spodóptera frugiperda (J.E. Smith). Tesis de Ingeniero Agrónomo parasitólogo. FAUANL. México.
- Steinhaus, E.A. 1964. Enfermedades microbianas de los insectos. En: Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas. Paul de Bach. CECSA.
- Sweetman, H.L. 1958. The principles of biological control. W.M.C. Brown Co. Dubuque, Iowa.
- Tanada, Y. 1964. Epizootiología de las enfermedades infecciosas de insectos. En: Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas. Paul de Bach. CECSA.
- Turk, A. Turk, J.T. White, J. 1963. Ecología, Contaminación y Medio Ambiente. Trad. por Ottenwaelder, C.G. Interamericana. México.

