

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**Aspectos ecológicos del hongo *Entomophaga calopteni* (Fresenius), (Complejo *Entomophaga grylli* patotipo 2), en Buenavista Saltillo, Coahuila, México.**

**POR**

**CARINA ROBLEDO DOMINGUEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TITULO DE :**

**INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**SALTILLO, COAHUILA, MEXICO**

**DICIEMBRE 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**Aspectos ecológicos del hongo *Entomophaga calopteni*  
(Fresenius) (Complejo *Entomophaga grylli* patotipo 2) en  
Buenavista, Saltillo Coahuila.**

**POR**

**CARINA ROBLEDO DOMÍNGUEZ**

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL HONORABLE JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TITULO DE INGENIERO EN AGROBIOLOGIA**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Dr. Sergio Rene Sánchez Peña.**

**Asesor**

**Asesor**

---

**Biol. Sofía Comparan S.**

---

**Dr. Jesús Valdez Reyna.**

**Asesor**

---

**Biol. Miguel Agustín Carranza P.**

**COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

---

**MC. Arnoldo Oyervides García**

**BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA MEXICO., DICIEMBRE DEL 2005**

## DEDICATORIA

### *A TODA MI FAMILIA:*

*Mi madre Ma. Del Refugio Domínguez Cárdenas y mi padre Nicolás Robledo Cortes, por ese gran amor y apoyo que me han brindado en todo momento de mi vida y la de mi hija.*

*Susana, Noe, Nicolás, Judith, José Manuel y Alejandro gracias por confiar en mi y alentarme a seguir adelante.*

*A MIS ABUELITAS QUE ESTAN DENTRO DE MI CORAZÓN Y NO LAS OLVIDO.*

### *A MI ASESOR DE TESIS:*

*Dr. Sergio le agradezco la oportunidad de haber realizado satisfactoriamente mi trabajo de tesis, que en lo personal estoy muy orgullosa de él, de igual manera su amistad, tiempo y dedicatoria.*

### *Y ESPECIALMENTE :*

*A mi pequeña familia a quien Amo con todo mi ser, eres y serás la parte esencial que alimenta mi vida y mis sueños **KAREN VALENTINA.***

*A TI QUE HAS COMENSADO A FORMAR PARTE DE MI VIDA **JPD***

## *AGRADECIMIENTOS*

*A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por darnos la oportunidad de formar parte de esta gran institución académica a nivel superior y de realizar el sueño de tantos compañeros en todo el país.*

*A TODOS MIS COMPAÑEROS DE LA CUARTA GENERACIÓN DE LA CARRERA, POR HABER COMPARTIDO GRANDES MOMENTOS.*

*A LA BIOL. SOFIA COMPARAN SÁNCHEZ A QUIEN LE AGRADEZCO TODA LA AYUDA PRESTADA PARA LA REALIZACIÓN DE MI TRABAJO DE TESIS Y DURANTE MI ESTANCIA EN LA CARRERA.*

*AL BIOL. MIGUEL AGUSTÍN CARRANZA PÉREZ GRACIAS POR FORMAR PARTE DE MI COMITÉ DE TESIS Y EL APOYO BRINDADO.*

*AL Dr. JESÚS VALDEZ REYNA GRACIAS POR FORMAR PARTE DE MI COMITÉ.*

*ALMA TERRA MATER*

# INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	v
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
2. REVISION DE LITERATURA	
2.1. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS .....	4
2.1.1. Control natural .....	5
2.1.2. Control Biológico.....	5
2.1.3. Control Microbiológico .....	6
2.2. GENERALIDADES DE LOS HONGOS ENTOMOPATOGENOS.....	6
2.2.1. Clasificación taxonómica de los hongos entomopatógenos .....	8
2.2.1.1 Clasificación taxonómica de <i>Entomophaga calopteni</i> (Fresenius).....	8
2.2.2. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos .....	8
2.2.3 Condiciones favorables para el desarrollo de Epizootias.....	11
2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS Entomophthorales.....	12
2.3.1 Características generales del complejo <i>Entomophaga grylli</i> .....	12
2.3.1.1.Rango de hospederos.....	14
2.4. Características generales de los chapulines (Orthoptera:Acrididae).....	14
2.4.1. Morfología de los chapulines (Orthoptera:Acrididae).....	16
2.4.2 Tipo de daño de los chapulines (Orthoptera:Acrididae).....	17
2.5. Ciclo de vida de <i>Entomophaga calopteni</i> .....	18

2.5.1. Efectividad relativa.....	19
3. MATERIALES Y METODOS	
3.1. Área de estudio .....	20
3.1.1 Ubicación geográfica .....	20
3.1.2 Condiciones climáticas.....	20
3.1.3. Descripción de los sitios de conteo y colecta.....	21
3.2. Monitoreo y censo.....	21
3.3. Identificación de hongos.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1 Identificación de estructuras vegetativas de <i>E. calopteni</i> .....	23
4.2. Especies de chapulines hospederos atacadas por el (complejo <i>Entomophaga grylli</i> ) patotipo 2 <i>Entomophaga calopteni</i> .....	24
4.3. Fluctuación poblacional de hospederos y patógenos 2004 y 2005.....	25
4.4. Proporción por cada especie infectada 2004 y 2005.....	27
4.5. Otros hongos patógenos que inciden en forma natural sobre plagas de chapulín en la región.....	29
4.6. Mapa de desarrollo por la epizootia de <i>E. calopteni</i> .....	30
5. CONCLUSIONES.....	32
6. LITERATURA CITADA .....	33
7. APÉNDICE.....	37

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Imágenes que muestran a *Melanoplus bivittatus* (Say) y *Phoetaliotes nebrascensis* (Thomas) muertos infectados por *E. calopteni*.

Figura 2.- Esquema de la morfología de los chapulines (Orthoptera:Acrididae)

Figura 3.- Imagen del tipo de daño que originan los chapulines (Orthoptera:Acrididae)

Figura 4.- Esquema del ciclo biológico de *Entomophaga calopteni*.

Figura 5.- Imagen que muestra las esporas de *E. calopteni*.

Figura 6.- Imagen que muestra a *Melanoplus bivittatus* identificado como hospedero de *E. calopteni*.

Figura 7.- Imagen que muestra a *Phoetaliotes nebrascensis* identificado como hospedero de *E. calopteni*.

Figura 8.- Fluctuación poblacional de hospederos y patógenos del 2004

Figura 9.- Fluctuación poblacional de hospederos y patógenos del 2005

Figura 10.- Porcentaje de mortalidad de *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis* de la epizootia del 2004.

Figura 11.- Porcentaje de mortalidad de *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis* de la epizootia del 2005.

Figura 12.- Imagen que muestra a *Melanoplus bivittatus* muertos por *Beauveria bassiana*.

Figura 13.- Mapa que representa el foco de infección de *E. calopteni* en esta región.

Figura 14.- Mapa de desarrollo de la epizootia de *E. calopteni* en esta región.

Figura 15A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Agosto 2004.

- Figura 16A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Agosto 2005
- Figura 17A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Septiembre 2004
- Figura 18A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Septiembre 2005.
- Figura 19A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Octubre 2004.
- Figura 20A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Octubre 2005.
- Figura 21A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Noviembre 2004.
- Figura 22A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Noviembre 2005.

# INTRODUCCIÓN

La búsqueda de estrategias, técnicas y métodos que incrementan la productividad agrícola y mantengan el equilibrio ecológico sin agredir los ecosistemas constituye hoy en día un gran reto para la agricultura.

En este sentido, microorganismos benéficos producen sustancias químicas útiles para la producción de plaguicidas son usados como microorganismos infecciosos útiles para el hombre como controles biológicos de plagas y enfermedades.

Por esta razón el uso de hongos entomopatogenos en la agricultura es con el interés de incrementar las alternativas de control biológico al uso intensivo de pesticidas químicos y cuidar mas el equilibrio ecológico.

Los hongos entomopatogenos son un grupo de microorganismos ampliamente estudiados. En todo el mundo existen mas de 700 especies reunidas en 100 géneros. Tienen la particularidad de parasitar a diferentes tipos de artrópodos y de encontrarse en los hábitat mas variables, acuáticos o terrestres teniendo ciertas ventajas como métodos de control de plagas; no contaminan el ambiente, no afectan a enemigos naturales, no son tóxicos para el hombre y animales de sangre caliente y tienen cierta residualidad.

Los hongos entomopatogenos del orden Entomophthorales son de la clase Zygomycetes, se caracterizan por la ausencia de esporas flageladas y reproducción sexual con la formación de Zygosporas.

Dentro de la familia de los Entomophthoraceae existen cinco patotipos reportados del complejo de especies *Entomophaga grylli* (Zygomycetes : Entomophthorales) parásitos obligados que pueden causar espectaculares epizootias en chapulines y langostas.

Aterrizando la conidia de *Entomophaga calopteni* sobre la cutícula del hospedero crea un tubo germinativo asta penetrar al homocelo del insecto considerada una ruta de invasión universal de hongos entomopatogenos incluyendo al complejo *Entomophaga grylli*

Este trabajo pretende dar a conocer algunos aspectos de la biología acerca de la enfermedad epizoótica de *Entomophaga calopteni* localizada en esta región.

*Entomophaga grylli* se encuentra localizada esporádicamente, cubre grandes áreas y puede ser un factor significativo en la reducción de poblaciones de ortópteros, (Pickford and Riegert, 1964).

Los esfuerzos por desarrollar el hongo como agente del control biológico han sido obstaculizados por las dificultades en el crecimiento de medios artificiales y la infección de insectos en laboratorio.

# OBJETIVOS

## OBJETIVO GENERAL

- Determinar algunos aspectos ecológicos del hongo *Entomophaga calopteni* en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar e identificar las especies de chapulines hospederos atacadas por *Entomophaga calopteni* (patotipo 2 del complejo *Entomophaga grylli*)
- Registrar fluctuación poblacional de hospederos y patógenos
- Determinar la proporción por cada especie infectada de hospederos.
- Identificar los hongos patógenos que inciden en forma natural sobre plagas de chapulín en la región.
- Localización espaciotemporal del desarrollo de la epizootia de *E. calopteni*.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## 2.1. MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Se define como un método de control integrado de plagas a la integración de un conjunto de estrategias confiables desde el punto de vista ecológico, económico y toxicológico con énfasis en el empleo de elementos naturales para la prevención y control de insectos que perjudiquen los cultivos.

Los agricultores también pueden aprender otras técnicas de control de plagas, útiles cuando corren peligro los cultivos. Entre éstas está la eliminación y destrucción manual de los insectos, la reproducción de insectos depredadores benéficos, colocar trampas para las plagas, alternar y diversificar los cultivos. También se promueve la utilización de variedades de plantas resistentes a las plagas. Como último recurso se aplica cantidades limitadas de una variedad restringida de insecticidas contra cierto tipo de plagas.

El efecto más indeseable derivado del uso intenso de plaguicidas es el envenenamiento de las especies silvestres, debido a las características de los plaguicidas. Estos productos con su alta toxicidad crean persistencia y acumulación en el medio ambiente.

El Manejo Integrado de Plagas permite reducir a niveles económicos la población de una plaga minimizando el uso de plaguicidas fomentando el control natural, para la reducción poblacional de la plaga en un determinado momento.

### 2.1.2. Control natural

De Bach (1985); lo define como el mantenimiento de la densidad de una población mas o menos fluctuante de un organismo dentro de ciertos limites superiores e inferiores definibles sobre un periodo de tiempo por la acción de factores abióticos y factores bióticos ambientales

### 2.1.3. Control Biológico

Es el uso de enemigos naturales (parasitoides, depredadores y patógenos) bien sean nativos, introducidos o manipulados con la finalidad de ser empleados como agentes reguladores de poblaciones no deseadas.

La liberación de machos esterilizados, la utilización de organismos entomopatogenos como hongos, nematodos y virus, así como obtención de extractos de plantas como repelentes y biopesticidas generan nuevas alternativas para el control de plagas y enfermedades en la actualidad.

Roberts and Humber (1984); mencionan que de los 90 géneros de hongos entomopatogenos solo se encuentran en proceso de desarrollo 12 géneros, con miras al control de los principales grupos de insectos dañinos (Culicidae, Aphididae, Delphacidae, Cicadellidae, Cercopidae, Aleyrodidae, Coccoidea, Thysanoptera, Coleoptera y Lepidoptera). Existen mas de 700 especies de hongos entomopatógenos, ubicados dentro de la clasificación taxonómica a los principales géneros de hongos patógenos de insectos conocidos hasta la actualidad. Existen países que realizan estudios intensivos para desarrollar nuevas técnicas en la producción masiva de hongos entomopatógenos con

finés comerciales, encontrándose en el mercado varias formulaciones tanto líquidas como en polvo a base de hongos para algunas plagas de los cultivos.

#### 2.1.4. Control Microbiológico

Dentro de los microorganismos asociados a insectos se encuentran bacterias, hongos, protozoarios, nematodos y virus.

La idea del control microbiano tiene su origen en el siglo XIX. Bassi 1835; (citado por Olayo 1999), demostró la naturaleza del hongo muscardino blanca, *Beauveria bassiana*, en el gusano de seda.

Valenzuela (1987) menciona que el desconocimiento de las condiciones de infección y del efecto del clima en la relación insecto-patógeno y la aparición y uso generalizado de los insecticidas químicos después de la Segunda Guerra Mundial, hizo que la práctica del control microbiológico se suspendiera hasta la segunda mitad del presente siglo.

## 2.2. GENERALIDADES DE LOS HONGOS ENTOMOPATOGENOS

Los primeros microorganismos que se encontraron causando enfermedad en insectos, fueron los hongos por su crecimiento macroscópico sobre la superficie de sus hospederos. Algunos hongos entomopatógenos, sin embargo no producen crecimiento superficial o producen muy poco. La mayoría son patógenos obligados o facultativos y algunos son simbióticos.

Su crecimiento y desarrollo están limitados principalmente por las condiciones ambientales externas en particular, alta humedad y temperatura adecuada para

la esporulación y germinación de esporas. Las enfermedades causadas por estos hongos son denominadas “micosis” (Tanada and Kaya, 1993).

De Bach (1987), menciona que *B. bassiana* es responsable de la enfermedad hasta de 175 especies que se conocen en Norteamérica, y que también ha sido encontrada causando epizootias naturales en Minnesota, Iowa y Kansas.

Los hongos entomopatógenos infectan individuos en todos los ordenes de insectos; la mayoría comúnmente son Hemiptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Hymenoptera y Orthoptera. Ferron, (1981). La especificidad del hospedero varía considerablemente, algunos hongos infectan un amplio rango de hospederos y otros están restringidos a unos pocos o a una sola especie de insectos.

Hajek y Leger (1994);(citados por Espericueta,1997) quienes aseguran que de las 700 especies de hongos entomopatogenos que se conocen solo 10 se han desarrollado para control, por lo que el potencial completo de los hongos no ha sido aprovechado.

*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* infectan cerca de 100 especies diferentes de insectos en varios ordenes, pero aislamientos de estos dos hongos tienen un alto grado de especificidad, (Ferron *et al.* 1972).

### 2.2.1. Clasificación taxonómica de los hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos se encuentran en la división Eumycota y en las subdivisiones: Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina, (Tanada and Kaya 1993).

#### 2.2.1.. Clasificación taxonómica de *Entomophaga calopteni*

Reino.....Mycetae

División.....Amastigomicotina

Clase.....Zygomycetes

Orden.....Entomophthorales

Familia.....Entomophoraceae

Género.....*Entomophaga*

Especie.....*calopteni*

### 2.2.2 Mecanismos de acción de los hongos entomopatógenos

De acuerdo con Humber and Roberts (1984) en el proceso de desarrollo de una enfermedad fungosa están consideradas las siguientes etapas: 1) Fijación o adhesión de la unidad infectiva (comúnmente suele ser una conidia) a la cutícula del insecto, 2) Germinación de la unidad infectiva, 3) Penetración en el huésped, 4) Desarrollo del hongo en el hemocelo, usualmente como las blastosporas, 5) Producción de toxinas (esto no ocurre en todos los hongos entomopatógenos), 6) Muerte del huésped, 7) Desarrollo extensivo (como

hifas) en los órganos del huésped, 8) Penetración continua de hifas en la cutícula y avance hacia el exterior del insecto, 9) Formación de unidades infectivas (usualmente conidias) en la cutícula del huésped y 10) Dispersión de unidades infectivas.

Pérez (1990) menciona que los hongos penetran al cuerpo de su huésped principalmente a través de la cutícula, boca o por los espiráculos; y que condiciones de temperatura y humedad elevadas favorecen la infección fungosa.

Se entiende por germinación el proceso mediante el cual una espora emite uno o varios pequeños tubos germinales, los cuales por crecimiento y alargamiento dan origen a las hifas (Volcy y Pardo, 1994); (citado por Olayo, 1999).

La germinación de las esporas en gran parte depende de la humedad ambiental y temperatura, y en menor grado de las condiciones de luz y nutricionales (Tanada y Kaya, 1993).

El nivel de agua es determinante en el crecimiento de los hongos y pequeñas diferencias en los niveles de humedad relativa después de la aplicación de conidias, pueden determinar de un modo u otro el éxito del hongo en el control de insectos plaga (Guillespie, 1988);(Citado por Olayo, 1999)

El resultado de la germinación y la penetración no depende necesariamente del porcentaje total de germinación sino del tiempo de duración de la germinación,

modo de germinación, agresividad del hongo, el tipo de espora y la susceptibilidad del hospedero (Samson *et al.* 1988); (Citado por Olayo, 1999)

Una vez aterrizando la conidia de *E. calopteni* sobre el hospedero penetra a la cutícula creando un tubo germinativo asta llegar al homocelo del insecto una vez dentro comienzan a producir protoplastos amoboideos durante la fase invasiva del hongo, (Ramoska *et al.*, 1988); (Carruthers *et al.*, 1994).

Después de la proliferación y muerte del hospedero los cuerpos hifales protoplastos amoboideos producen pared celular (esporas), la ruta infecciosa de los protoplastos comienza por atacar al tejido graso como una fuente de nutrientes para su crecimiento terminando la invasión en su tejido nervioso antes de su muerte, los saltamontes infectados se desplazan hacia las partes superiores de las plantas donde quedan firmemente agarrado hasta su muerte. respectivamente como resultado de una mejor dispersión de las esporas.

### 2.2.3 Condiciones favorables para el desarrollo de Epizootias

El desarrollo de una epizootia esta muy ligado a la densidad del insecto hospedero, junto con su sensibilidad al patógeno y comportamiento es frecuente que una especie de insecto sea hospedero obligado para un hongo determinado.

Para que la enfermedad se propague de un individuo a otro en el seno de una población es necesario que la cepa sea muy virulenta, y que tenga propiedades elevadas de sobrevivencia y dispersión. Los entomólogos designan el nombre de cepas epizoóticas a todas aquellas que presentan estas características. Las conidiosporas de los Deuteromycetes normalmente son muy resistentes pues se las puede localizar después de un largo periodo de sequía.

De los factores abióticos del medio, tales como la temperatura y la humedad así como de los factores bióticos. Se debe considerar la influencia para el desarrollo de epizootias, ya que determinan las diferentes potencialidades de los ecosistemas. Las condiciones de temperatura y humedad durante las estaciones, pueden ser un factor indicativo de la aparición de epizootias repetidas en la misma zona. Sin embargo en plagas aéreas, tal parece que la humedad relativa juega un papel mas importante para el desarrollo de la epizootia que la temperatura . En el suelo la temperatura aparente es el factor determinante en estos dos sitios aéreo y subterráneo la dispersión y la conservación del hongo es también diferente.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS Entomophthorales.

En las especies de Entomophthorales la invasión y proliferación es mediante el desarrollo del micelio que puede ser septado o segmentos multinucleados a veces separados formando cuerpos hifales característicos (King and Humber 1988); (Citado por Olayo, 1999)

A pesar de la frecuencia de cuerpos hifales existe mal acoplamiento en su crecimiento. Se consideran los cuerpos hifales como un modo de crecimiento vegetativo, de hecho, el desarrollo de muchas especies de entomopatógenos es exclusivamente el micelio; que nos ayuda a explicar lo incierto de algunas especies que posan en el abdomen.

### 2.3.1 Características generales del complejo *Entomophaga grylli*.

Chapman *et al.*, (1979) realizaron un estudio ecológico con *E. grylli* (patotipo 5) como un factor que afecta poblaciones de *Zonocerus variegatus* al sureste de Nigeria. Milner, (1978) reportó la ocurrencia de *E. praxibuli* (patotipo3) causando extensivas epizootias en New South Wales en Australia. Pickford y Riegert, (1964) reportaron a esta enfermedad fúngica (patotipo 1) *entomophaga macleodii* y sus efectos en poblaciones de chapulines en Saskatchewan en 1963, así mismo Roffey (1968) reporta la ocurrencia del hongo en langostas y chapulines en Tailandia (patotipo 4). Carruthers *et al.*, (1994) reportaron al patotipo 1 (informalmente llamado *E. macleodii*) en Arizona parasitando a *Camnilla pellucida*, causando una extensiva mortalidad de esta especie. Treherne y Buckell (1949); Pickford y Riegert (1964); Soper *et al.*,

(1983) reportaron como un enemigo natural de chapulines al patotipo 2, *Entomophaga calopteni* en Norte América en los estados de Kansas, Minnesota, Ohio Iowa, Dakota y Nuevo México y al occidente de Canadá, afectando a chapulines de la Familia Melanoplinae, (*Melanoplus femurrubrum*, *M. differentialis* y *M. bivittatus*) (Citados por Ramoska *et al.*, 1988). Sánchez Peña, (2000) Reporta a *Entomophaga calopteni* (patotipo 2) como una asociación hongo-insecto observada desde 1993 en Buenavista Saltillo, Coahuila México. (Comunicación personal Sánchez Peña, 2004).

La infección inicia por la penetración de la conidia a la cutícula del hospedero la cual experimenta varios cambios de desarrollo durante las próximas 2 semanas, tiempo aproximado hasta la muerte del insecto en campo (Ramoska *et al.*, 1988).

*E. calopteni* se identifica con facilidad en el campo. Antes de su muerte, los saltamontes infectados se desplazan hacia las partes superiores de las plantas donde quedan firmemente agarrado hasta su muerte.

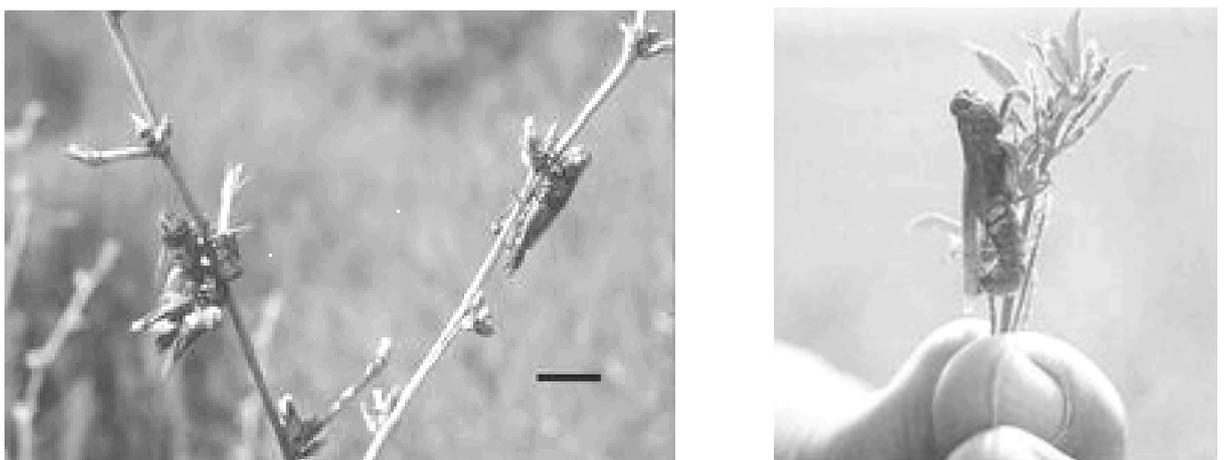


Figura 1.- Imágenes que muestran a *M. bivittatus* (Say) y *P. nebrascensis* (Tomas) muertos infectados por *E. calopteni*.

#### 2.3.1.1. Rango de hospederos

*Entomophaga macleodii* infecta a saltamontes de la subfamilia Oedipodinae, por otra parte *E. calopteni* infecta a los saltamontes de la Familia Melanoplineae. *E. praxibuli* infecta tanto a la subfamilia Oedipodinae y Melanoplineae en EEUU, Carruthers *et al* .,(1989).

#### 2.4. Características generales de los chapulines (Orthoptera: Acrididae)

El ciclo biológico de los chapulines inicia al colocar los huevos en el suelo a partir de los primeros estadios ninfales a los adultos son cerca de 4-6 semanas esta respuesta depende de las condiciones favorables de la temperatura y de la humedad (Hewitt, 1979).

Los huevos del saltamontes se ponen generalmente debajo de la superficie del suelo en un material espumoso que los endurezca y proteja contra condiciones ambientales adversas. Las ninfas se desarrollan con una serie de 5 o 6 estadios, cada uno levemente mayores que el anterior. Las alas se inician como cojines pequeños en el tórax hasta la muda final al estado del adulto, cuando se bombean y llegan a ser completamente extendidas.

En Norteamérica los chapulines se distribuyen en una amplia variedad de hábitat de desiertos de baja elevación, calientes, secos, a prados de alta elevación, frescos, húmedos. En general, la mayoría de las especies del saltamontes se distribuyen en los ambientes semiáridos, y están en los prados y las tierras semiáridas calientes. La diversidad de la especies del saltamontes y sus densidades demográficas son de las más grandes, (Otte, 1976).

Los chapulines son insectos relativamente grandes, activos y requieren hábitat abiertos donde están físicamente libres para moverse y donde encuentran altos niveles de radiación solar, así pueden mantener un metabolismo elevado. Los altos niveles de radiación solar son especialmente importantes para los huevos y las ninfas, para acumular las suficientes unidades calor y completar su ciclo biológico.

La especificidad del hábitat varía considerablemente entre diversas especies de chapulines (Joern, 1979).

La especificidad del hábitat se correlaciona a menudo con especificidad de la dieta: los chapulines tienden alimentarse de las plantas particulares que se distribuyen en su hábitat.

Las poblaciones de chapulines se distribuyen frecuentemente en extensas regiones agrícolas. Aunque todas las poblaciones del saltamontes fluctúan en un cierto tiempo su densidad, algunas fluctúan mucho más y alcanzan densidades totales más altas que otras (Pfadt,1977). La mayoría de las especies tienden a permanecer en densidades relativamente bajas, aunque sus poblaciones pueden fluctuar considerablemente.

Las moscas ladronas (*Asilidae*) y las avispas cazadoras (*Sphecidae*) son probablemente los depredadores más significativos de saltamontes. Los huevos del saltamontes en el suelo tienen depredadores y parásitos que pueden tener un impacto significativo en poblaciones del saltamontes. Los depredadores importantes del huevo incluyen roedores, las larvas de la mosca

abeja (*Bombyliidae*), las larvas del escarabajo de la ampolla o botijones (*Meloidae*), y los escarabajos terrestres (*Carabidae*).

Los parásitos importantes del saltamontes en general incluyen las larvas de varias moscas (*Sarcophagidae*), de un protozooario (*Nosema*), y un hongo entomopatogeno (Complejo *Entomophaga grylli*). Estos parásitos cuanto más alta es la densidad del saltamontes, mayores es la extensión y el índice de infección de estos protozoarios y hongos.

*Nosema* y *Entomophaga* dependen de las condiciones atmosféricas, siendo favorecidas por el tiempo húmedos. Estos protozoarios y hongos de saltamontes ofrecen un cierto potencial como agentes del biocontrol del saltamontes, porque pueden reducir poblaciones elevadas del saltamontes en algunos casos. Richman *et al.*, 2003

#### 2.4.1. Morfología de los chapulines (Orthoptera:Acrididae).

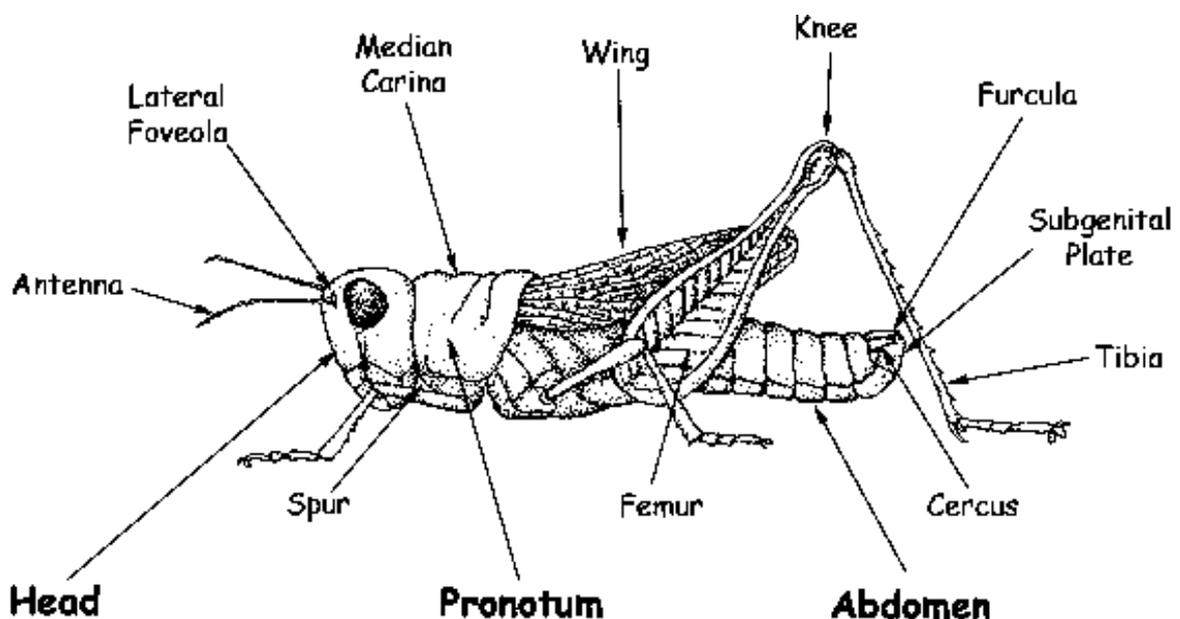


Figura 2.- Esquema de la morfología de los chapulines (Orthoptera:Acrididae)

Quartarone *et al.*, 2004.

#### 2.4.2. Tipo de daño de los chapulines (Orthoptera:Acrididae)

Los daños son causados por ninfas y adultos, al alimentarse del follaje, tallos y frutos tiernos de las malezas, y después afectan a los cultivos agrícolas. Se alimentan de pastos y hojas anchas; prefieren las hojas anchas con lo cual se desarrollan más rápido, crecen de mayor tamaño y producen más huevos que cuando consume mezclas de pastos, también pueden alimentarse de girasol, soya y plantas de trigo, incluyendo cereales de grano pequeño, algodón y árboles como el mezquite, huizache y pirul.



Figura 3.- Imagen del tipo de daño que originan los chapulines (Orthoptera:Acrididae)

## 2.5. Ciclo de vida de *Entomophaga calopteni*

*Entomophaga calopteni* es monocíclico, es decir, forma esporas de descanso durante el invierno, permitiendo que el ciclo de la enfermedad ocurra en los años subsecuentes.

El proceso de desarrollo de la enfermedad fungosa causada por *E. calopteni* es muy similar al mencionado por Humber y Roberts (1984) solo que no existe avance de las hifas hacia el exterior del insecto, ni producción de unidades infectivas (usualmente conidias) en la cutícula del huésped; Sin embargo, una vez desintegrado el chapulín ocurre la dispersión de las zygosporas bajo condiciones favorables en el suelo. Estas germinan creando un tubo germinativo en la parte superior se encuentran las conidiosporas que se disparan como unidades infectivas hacia el huésped.

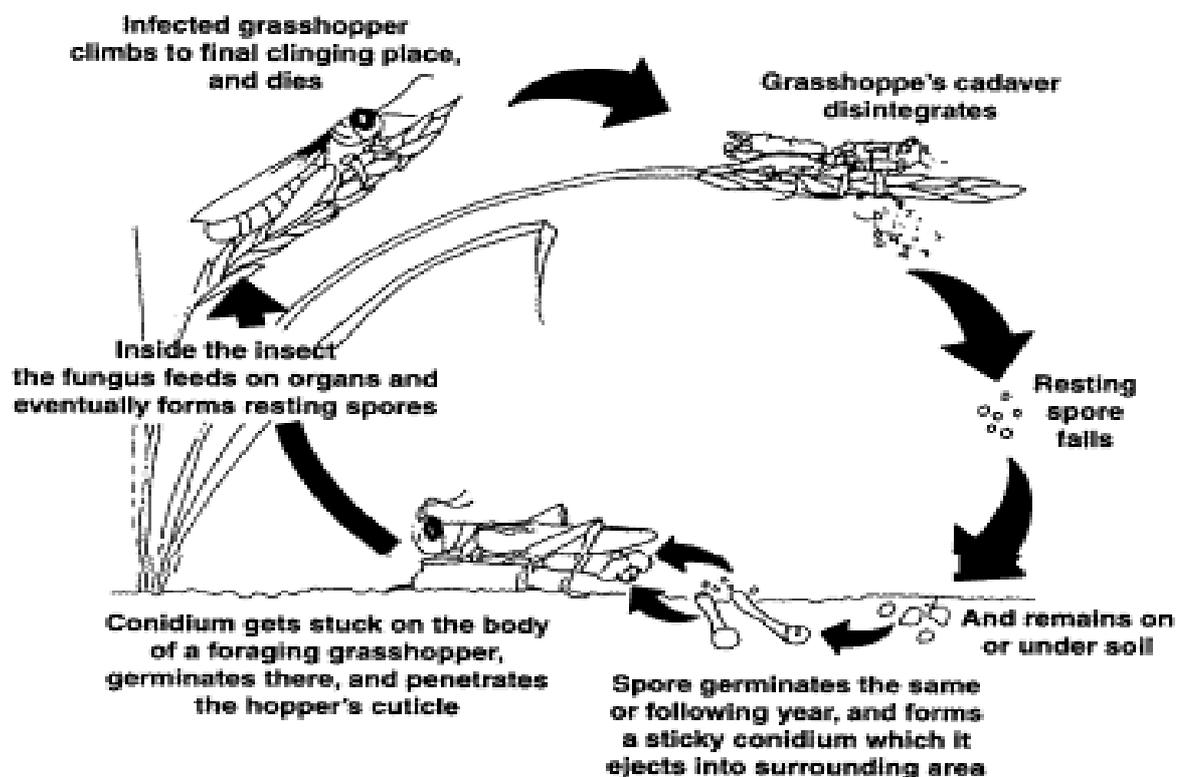


Figura 4.- Esquema del ciclo biológico de *Entomophaga calopteni*.

Glogoza y Weiss, 1997

### 2.5.1 Efectividad relativa.

Actualmente, el complejo de *E. grylli* tiene limitaciones como agente de biocontrol. No puede ser producido masivamente, y depende de las condiciones climáticas para actuar. Adicionalmente, existen más de 600 especies de saltamontes en Norteamérica, por lo que no es viable realizar pruebas de susceptibilidad en cada una de estas. Sin embargo, la introducción de *Entomophaga praxibuli* desde Australia fue parte de un proyecto de control biológico clásico (introducción y establecimiento) que incluyó el estudio de otros agentes de biocontrol (virus, parasitoides y otro patógeno, *Beauveria bassiana*) en Estados Unidos (Carruthers *et al.* , 1994).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Área de estudio

El área de trabajo se encuentra dentro de los límites de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el ejido San Juan al extremo noroeste.

##### 3.1.1. Ubicación geográficas.

El reporte de Sánchez-Peña (2000) sugiere el área donde se realiza este trabajo con una alta prevalencia del hongo en las siguientes coordenadas:

Latitud 25° 21'38''

Longitud 101°00' 17''

Altitud 1730msnm

##### 3.1.2. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas para agosto, septiembre, octubre y noviembre meses en los cuales se presenta la epizootia del hongo *E. calopteni* en esta región con una temperatura promedio máxima para el mes de Agosto 28.6 °C, Septiembre 26 °C , Octubre 23.8 °C, Noviembre 22.3 °C. La precipitación promedio en estos meses es de entre 40 y 60 mm y una Humedad Relativa promedio en Agosto 68%, Septiembre 72% , Octubre 70% y Noviembre 75% en estos meses es cuando se presenta la mayor humedad relativa de todo el año.

### 3.1.3. Descripción de los sitios de censo y colecta

En esta zona semiárida es fácil identificar mezquital, huizachal, chaparral, matorral submontaño, pastizal natural, matorral espinoso y matorral xerófilo.

Predominando en el área una vegetación de malezas anuales de *Kochia scoparia*, *Baccharis glutinosa*, *Simsia amplexicaulis* donde se encuentra en mayor proporción al insecto muerto por el hongo.

#### **Materiales:**

Red entomológica

Recipientes de plástico transparentes

Malla mosquetera

GPS (Sistema de Posicionamiento Geográfico)

Microscopio compuesto

Estereoscopio

Cámara fotográfica

Lápiz y cuaderno

### 3.2. Muestreo y Censo

El muestreo y censo se realizaron de Agosto a Noviembre del 2004 y 2005. Según reportes anteriores, en múltiples años se observaron a chapulines muertos en esta zona con evidentes características de muerte por una infección fungosa causada por *E. calopteni*.

Muestreo de chapulines hospederos.- Para estimar las poblaciones de chapulines vivos se uso una red estándar de 38cm de diámetro y se realizaron 10 redazos a paso lento en diferentes puntos determinadas al azar, dentro del área de alta prevalencia en la unidad de muestreo. La estimación de las poblaciones de chapulines vivos hospederos se realizo por conteo directo en la red solo en por lo menos cinco puntos por unidad de muestreo (McLeod, 1994; Glogoza y Weiss, 1997; Philip y Mengersen, 2000; (citados por Gurreola y Chairez 2004)

Para determinar la dinámica y comportamiento de la epizootia con el GPS se marcaron los puntos en las diferentes fechas donde se encontraba localizado cada chapulín muerto por este hongo entomopatógeno. Cada punto marcado se anotaba en el cuaderno así como se identificaba la especie de chapulín a la cual ataco el hongo con el objetivo de evaluar la proporción por especie de chapulín infectada, Richman *et al.*, 2003; A manual of the grasshoppers of New México.

### 3.3. Identificación del hongo

La identificaron del hongo se realizó con un corte abdominal en el insecto recién muerto, colocando una muestra del material interno en un porta objetos con un poco de agua estéril procediendo a la observación al microscopio para el reconocimiento de estructuras vegetativas causantes de una invasión fúngica y muerte del hospedero.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4. Identificación de estructuras vegetativas de *Entomophaga calopteni*

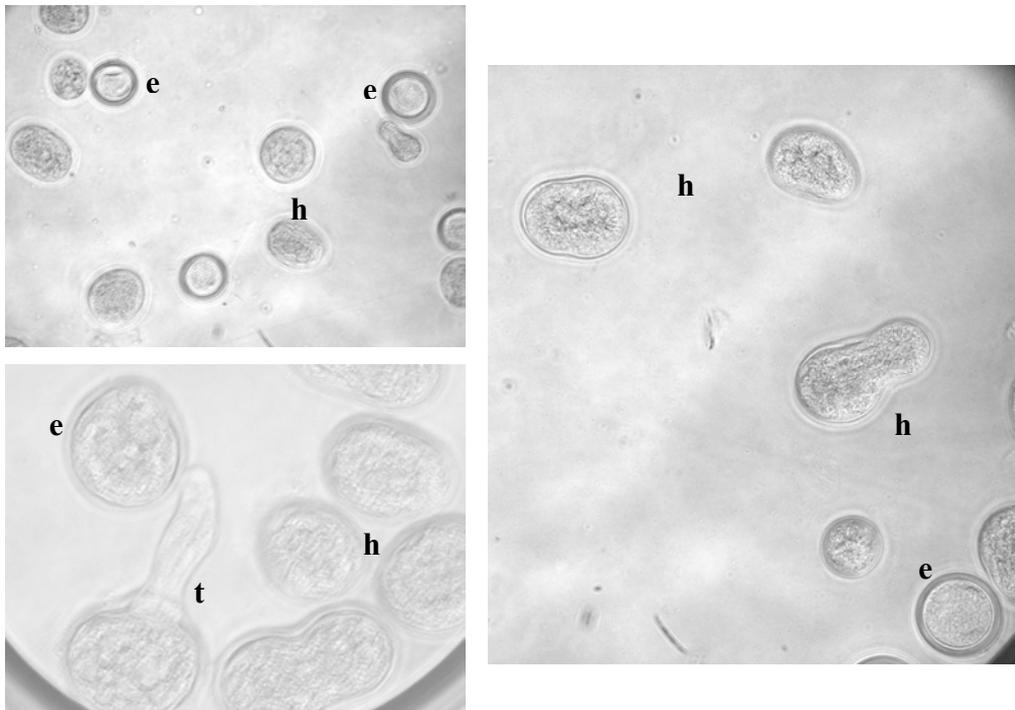


Figura 5.- Estas imágenes muestran las Fases vegetativas de *E. calopteni* durante su invasión en *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis*, (e) Zygoesporas, (t) transición de cuerpo hifal (ameboidea) a Zygoespora y (h) cuerpos hifales (ameboidea).

4.2. Especies de chapulines hospederos atacadas por el patotipo 2  
*Entomophaga calopteni* (complejo *Entomophaga grylli*)



Figura 6.- Imagen que muestra a *Melanoplus bivittatus* identificado como hospedero de *E. calopteni*.



Figura 7.- Imagen que muestra a *Phoetaliotes nebrascensis* identificado como hospedero de *E. calopteni*.

Ramoska *et al.*, (1988) solo había reportado a *E. calopteni* atacando a algunas especies de chapulines de la familia Melanoplinae como *M. differentialis*, *M. femurrubrum*, *M. bivittatus*, etc. En este foco de infección observamos que parásita a *Phoetaliotes nebrascensis*; este hospedero no había sido reportado con anterioridad.

#### 4.2. La fluctuación poblacional de hospederos y patógenos 2004 y 2005.

La fluctuación poblacional del patógeno aparente estuvo en función de la precipitación, la humedad relativa y la temperatura; estos factores afectan e influyen en la dinámica del patógeno. Esto se representa en el comportamiento de los hospederos muertos, la dinámica del patógeno de los meses de Agosto a Octubre presentan un mínimo pero estable número de hospederos muertos infectados. Los picos poblacionales de la epizootia se presentaron para el 5 de Noviembre del 2004 con una densidad de 95 chapulines hospederos muertos y el segundo pico poblacional se presentó al año siguiente el 12 de Noviembre del 2005 con 110 chapulines hospederos muertos por *Entomophaga calopteni*.

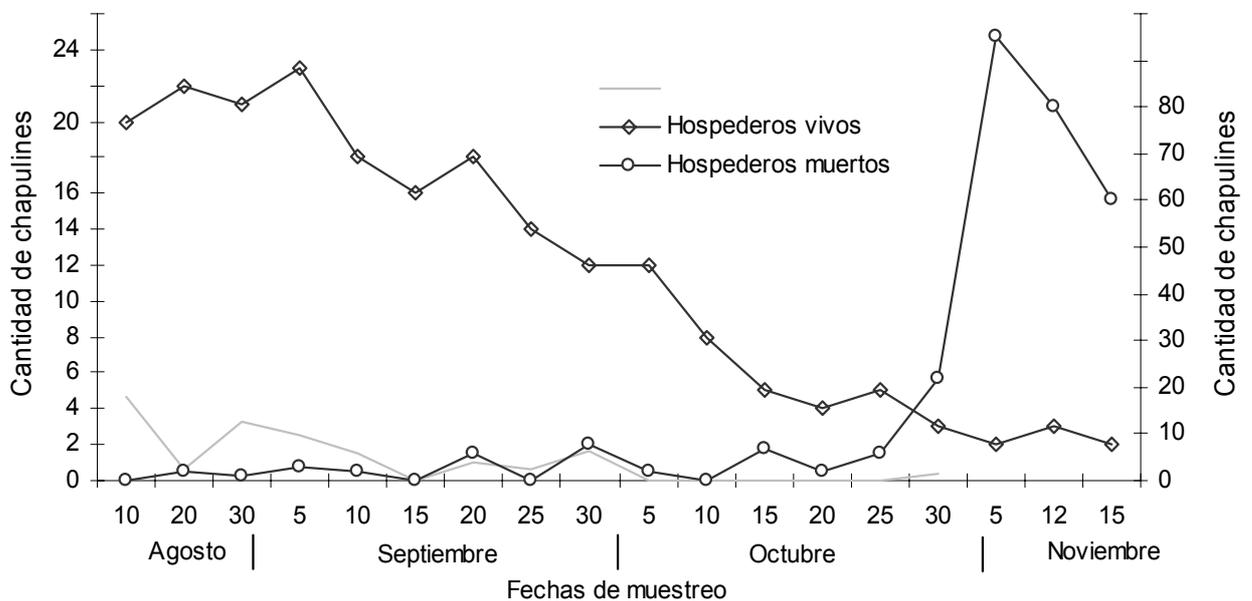


Figura 8.- Fluctuación poblacional de hospederos y patógenos del 2004

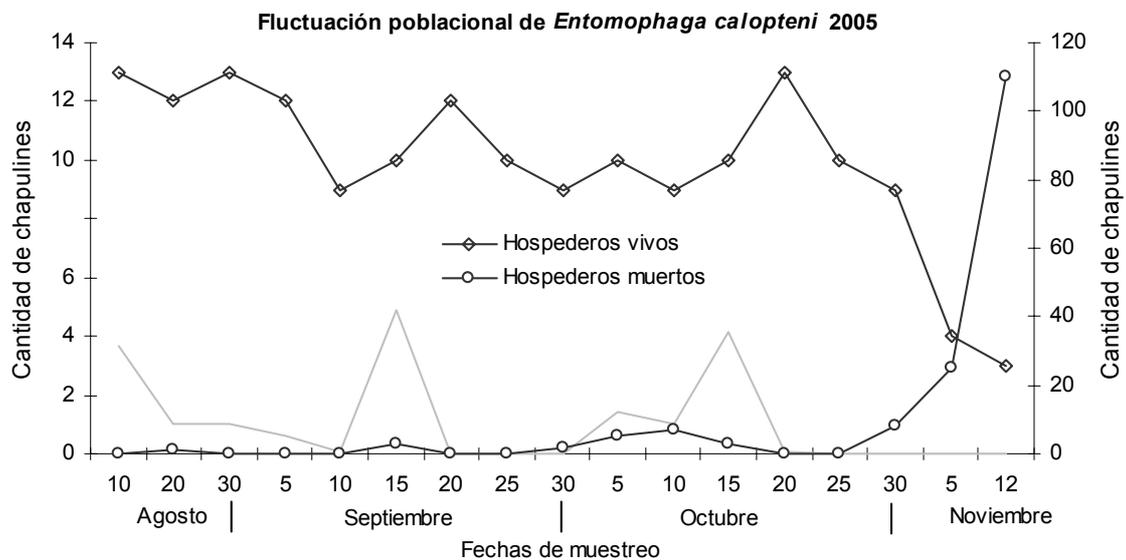


Figura 9.- Fluctuación poblacional de hospederos y patógenos del 2005

La información anterior coincide con los resultados obtenidos durante 2004 y 2005 en esta región, las precipitaciones pluviales establecen índices de humedad relativamente altos disponibles lo que significa la existencia de humedad excesiva en el suelo representado en la epizootia del hongo.

Se observó que la población de chapulines vivos se mantenía estable hasta que se presentaron los picos de mortalidad por el patógeno, lo cual dio como resultado una evidente reducción de la población adulta de *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis* apreciándose solo las ninfas de estas especies, es importante mencionar que el periodo de incubación del hongo permite la sobrevivencia de ninfas por cierto periodo de tiempo.

Buggs *et al.*, 2005; publican un boletín en el estado de Ohio, mencionando que los chapulines fueron igualmente abundantes en el 2004 y 2005 en campos y bordes de la carretera. Las dos especies más comunes observadas eran *Melanoplus differentialis* y *Melanoplus femurrubrum*. Sin embargo, las

poblaciones del saltamontes también aparecían ser afectadas perceptiblemente. Los millares de chapulines muertos fueron encontrados al aferrarse en los vástagos de la mala hierba atacados por el complejo *Entomophaga grylli* con dos patotipos distintos en Norteamérica *E. macleodii* y *E. calopteni*.

Reportándose de igual manera que en este estudio la aparición de epizootias repetidas en la misma zona, con picos de mortalidad en una misma época de manera periódica año tras año. Sánchez Peña (2000) indica que el área de estudio se ha observado consecutivamente año tras año la epizootia causada por *Entomophaga calopteni*.

#### 4.3. Proporción por cada especie infectada 2004 y 2005.

En la figura 10 *Melanoplus bivittatus* muestra una frecuencia como hospedero del 67.56% para el 2004, estando presente durante toda la dinámica del patógeno. Esto se representa con la reducción de la población del hospedero en el área del foco de infección. Para *Phoetaliotes nebrascensis* la frecuencia es del 32.43%, para el 2005 la proporción fue muy diferente; en el porcentaje del hospedero para *Phoetaliotes nebrascensis* 2.47% lo cual no representa una reducción significativa de la población de esta especie aunque para *Melanoplus bivittatus* 97.53% pudiera ser un factor de reducción de la población de este hospedero y por otra parte a considerar esta zona adecuada para el desarrollo y crecimiento de la población de este hospedero.

*Melanoplus bivittatus* aparentemente es la más abundante con respecto a las otras especies lo que hace suponer que en este lugar también se puede encontrar una abundancia del hospedero como resultado de la evaluación dinámica del hospedero/patógeno.

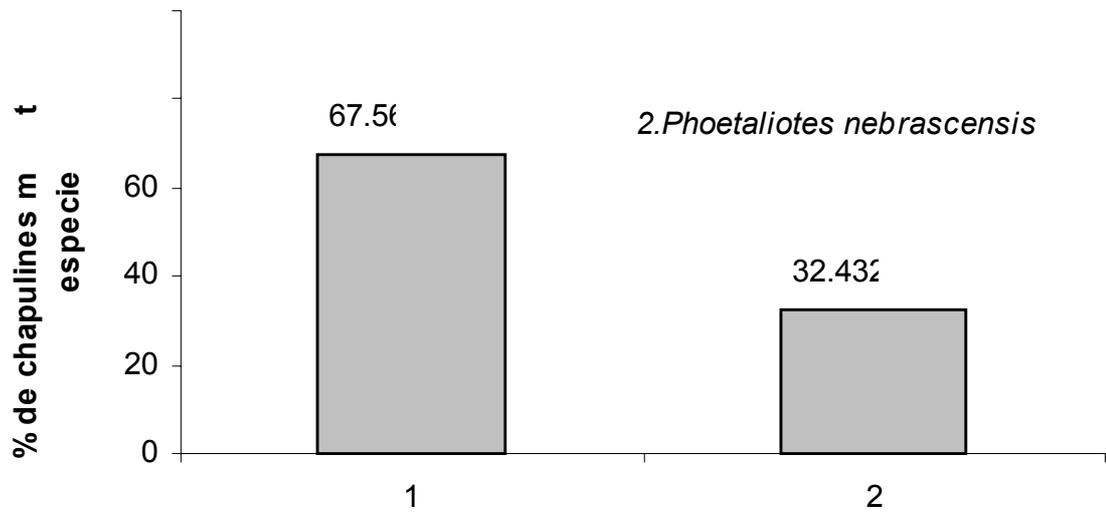


Figura 10.- Porcentaje de mortalidad de *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis* como hospederos de la epizootia del 2004.

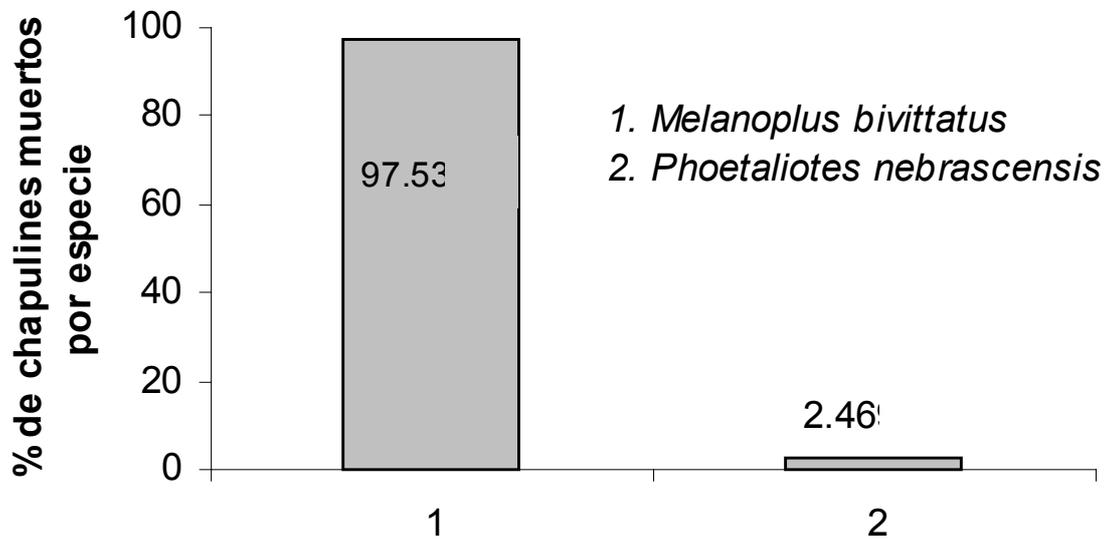


Figura 11.- Porcentaje de mortalidad de *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis* como hospederos de la epizootia del 2005.

Dado que la enfermedad es un factor de mortalidad del tipo densidad dependiente del hospedero, como lo ha sido establecidos por Bucher (1958),

los insectos que viven en agregaciones o forman poblaciones grandes, son más susceptibles a las epizootias que las que presentan a bajas densidades de población.

Sin embargo, algunos patógenos como *Beauveria bassiana* han desarrollado la habilidad para controlar insectos plaga en condiciones de muy baja densidad de huésped (Hernández y Berlanga, 1996).

4.4. Otros hongos patógenos que inciden en forma natural sobre plagas de chapulín en la región.

*Beauveria bassiana* otro hongo entomopatogeno detectado en la región como causante de la muerte de chapulines este hongo se presenta con muy poca frecuencia menos del 1%.



Figura 12.- Imagen que muestra a *Melanoplus bivittatus* muertos por *Beauveria bassiana*.

De Bach (1987) menciona que *B. bassiana* es responsable de la enfermedad hasta de 175 sp de insectos en Norteamérica y que también ha sido reportado causando epizootias naturales en chapulines en Minnesota, Iowa y Kansas.

4.5. Localización del desarrollo de la epizootia de *E. calopteni*.



Figura 13.- Mapa que representa el foco de infección de *E. calopteni* en esta región.

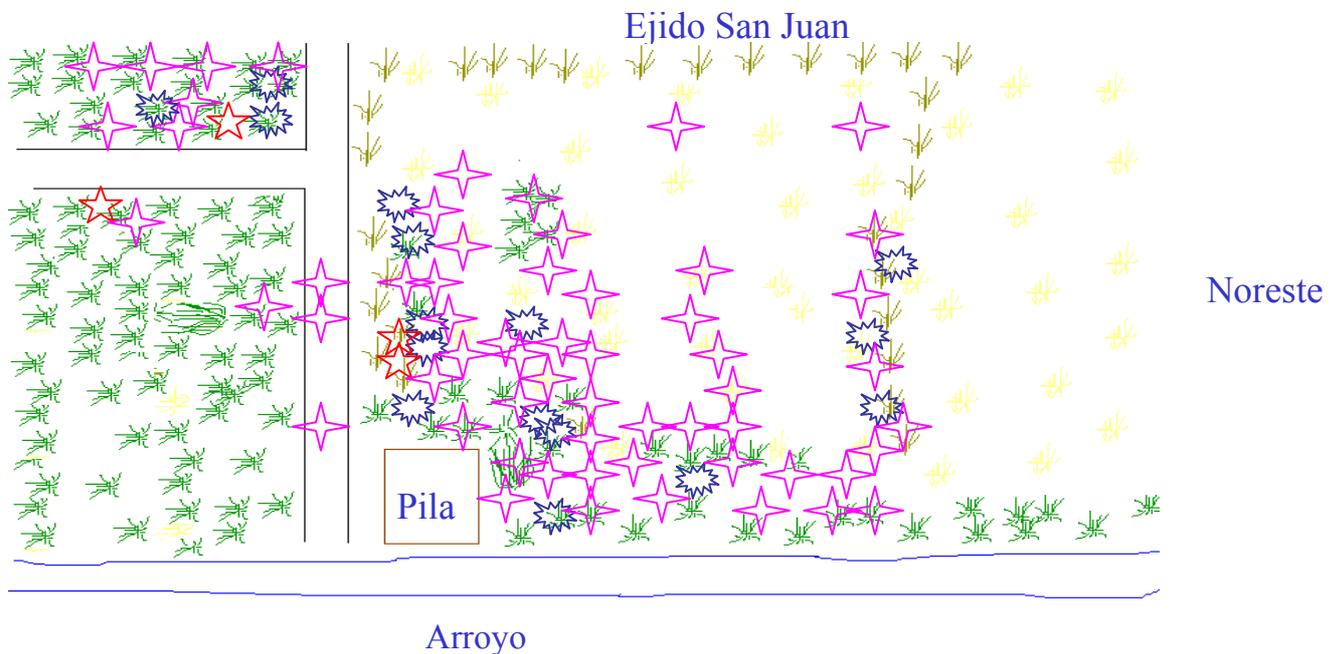


Figura 14.- Mapa de desarrollo de la epizootia de *E. calopteni*, UAAAN, 2005.

-  Del 10 de Agosto al 10 de Septiembre
-  Del 11 de Septiembre al 10 de Octubre
-  Del 11 de Octubre al 15 de Noviembre

Escala 1cm: 10 m

Nota: Alrededor de un 50% de los puntos, representan mas de 1 insecto muerto (rango: 2-20)

Este comportamiento de la epizootia concuerda con los reportes de Ramoska *et al* (1990) al mencionar que las condiciones ambientales durante las estaciones, pueden ser un factor determinante de la aparición de epizootias repetidas en la misma zona por el complejo *E. grylli*.

## CONCLUSIONES

En esta investigación se detectó un foco de infección por *Entomophaga calopteni* atacando específicamente a hospederos de la familia Melanoplinae (Orthoptera: Acrididae): *Melanoplus bivittatus* y *Phoetaliotes nebrascensis*. Este foco de infección se encuentra en los campos agrícolas de la UAAAN. Este foco de infección se atribuye, entre otros factores, a las altas densidades presentes de estos insectos.

Se describe el desarrollo de la epizootia en el foco de infección mencionado para el periodo Agosto- 15 Noviembre 2005.

El hospedero mas frecuente de *E. calopteni* fue *M. bivittatus*.

Se registró un pico de mortalidad de chapulines hospederos producido por este patógeno y un descenso (aparentemente asociado) en la población de estos hospederos.

Se observó una posible relación con la lluvia debido a que unas semanas después de una precipitación pluvial aparecieron hospederos muertos en el foco de infección.

Las condiciones de temperatura, humedad y precipitación, la presencia del hospedero y patógeno claramente permiten la aparición de la epizootia año tras año en esta región.

Podemos añadir que el desarrollo de la epizootia de *Entomophaga calopteni* en esta región aparentemente se ha visto afectado a través de los años, reduciéndose a tan solo un área determinada. Quizá en unos años mas desaparezca este hongo entomopatogeno; las labores agrícolas son posiblemente el factor principal de la reducción de *E. calopteni*. Este es un ejemplo de control biológico natural hacia una especie de insecto que generalmente se convierte en una plaga.

## LITERATURA CITADA

- Buggs *et al.*, 2005. Ornamental Plants Annual Reports and Research Reviews 2005, Special circular 195: Insect and Mite Activity Noted in Ohio Nurseries and Landscapes. Bulletin, The Ohio State University.
- Carruthers R.I, Feng Z, Ramos M.E, y Soper Richard. 1988. The effect of solar radiation on the survival of *Entomophaga grylli* (Entomophthorales: Entomophthoraceae) conidia. Journal of Invertebrate Pathology 52, 154-162.
- De Bach P.1985. Control Biológico de las plagas de insectos y malas hierbas, 12ª impresión, México, 949 pp.
- De Bach, P. 1977. Lucha biológica contra los enemigos de las plantas. Ediciones mundi-prensa. Ed. Continental. México. Pp. 608-614, 616-619.
- Espericueta, P. 1997. Efecto de aplicaciones conidiales de *Beauveria bassiana* (Bals) sobre *Spodoptera frugiperda* (Smith) y *Helicoverpa zea* (Boddie) y su relación con el rendimiento de maíz en Buenavista, Saltillo Coah. Tesis de Maestría en Parasitología, UAAAN.

- Ferron P. 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. En Burges, H. D. Microbial Control of Pest and Plant Diseases. Academic Press, Londres.
- Fargues. J. 1984. Adhesion of the fungal spore to the insect cuticle in relation to pathogenicity Ed. Robert D.W y J:R. Aist Infection Processes of Fungi. The Rockefeller Foundation, USA pp 90-110.
- Glogoza A. P y Weiss J.M, 1997 Grasshopper Biology and Management. North Dakota State University Extension Service.  
<http://www.ext.nodak.edu/.../plantsci/pests/e272-1.htm>
- Gurrola R, J. Natividad y Chairez H 2004. Los chapulines y su relación con pastizales de Durango, Entomología Mexicana 2004. 3, 185-188
- King. D. S. y Humber, R. A. 1982 Identification of the Entomophthorales. En Burjes, H. D. Microbial Control of Pest and Plant Diseases.
- Metcalf, L.R. y Luckmann, H:M. 1992. Introducción al manejo de plagas de insectos. Limusa-grupo Noriega México. p 710
- Nelson D.R., Valovage W.D. y Frye R.D 1982. Infection of grasshoppers with *Entomophaga (Entomophthora) grylli* by injection of germinating resting spores. Journal of Invertebrate Pathology 39, 416-418.

Olayo R.P 1999. Entomopatogenos utilizados en Control Microbial de Insectos Plaga. UAAAN, Parasitología Monografía de Licenciatura, Buenavista Saltillo Coahuila. México.

Quartarone R, Reuter C., Black L., Foster N y Staten R, 2004.. Common Grasshoppers of the Western United States. Center for Plant Health Science and Technology.  
<http://www.lucidcentral.org/keys/grasshopper/choice.htm>

Quechulpa M, F. 1998 Actividad de Hongos Entomopatógenos Contra el Picudo de la Yema, *Crociderma sp*, (Coleoptera: Curculionidae), Plaga del Manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila. México. UAAAN Parasitología Tesis de Licenciatura Buenavista, Saltillo Coahuila. México.

Ramoska A.W, Hajek Ann E, Ramos Mark E y Soper S. Richard 1988. Infection of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) by members of the *Entomophaga grylli* species complex. (Zygomycetes: Entomophthorales) Journal of Invertebrate Pathology 52, pp 309-313

Ramoska A.W, Funk C. Joel and B. Bechtel Donald 1993. Histopathology of *Entomophaga grylli* pathotype 2; Infections in *Melanoplus differentialis*. Journal of Invertebrate Pathology 61, 196-202.

Richman B. D, Lightfoot A.C, Sutherland y Ferguson J.D, 2003. A manual of the grasshoppers of New Mexico. New Mexico State University Cooperative Extension Service Las Cruces, University of Wyoming.  
<http://www.sdvc.uwyo.edu/grasshopper/ghnmtoc.htm#lifecycles>

Roberts D.W. y R.A Humber 1984. Entomopatogenic fungi ED. Roberts D.W y J:R: Aist Infection processes of fungi. The Rockefeller Foundation; USA pp 1-10

Sanchez-Peña, S. R. 2005 . In vitro production of hyphae of the grasshopper pathogen *Entomophaga grylli* ( Zygomycota:Entomophthorales); potential for production of conidia. Florida Entomologist 88 (3), pp 332-334.

Tanada and H. K. Kaya ,1993. Insect Pathology. San Diego, Academic Press. San Diego Ca. P. 666.

Valenzuela, L. E. 1987 Microorganismos entomopatogenos: su aprovechamiento en el control de insectos plaga. U. A. Chapingo. Dirección general de patronato Universitario Chapingo, Estado de México p 119.

## APÉNDICE

VARIABLES CLIMÁTICAS. NOTA: LA HUMEDAD RELATIVA INDICADA ES EL VALOR MÁXIMO DIARIO.

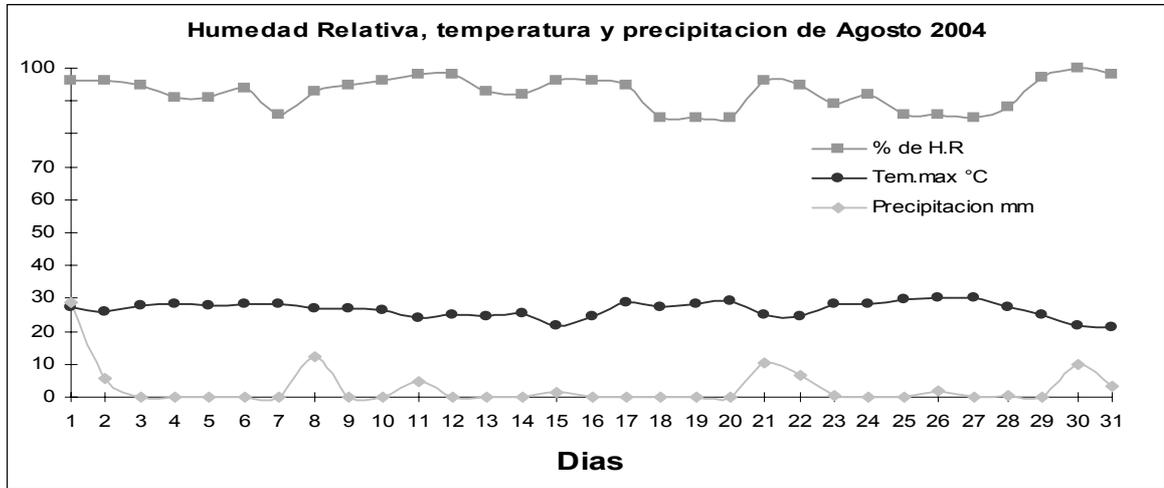


Figura 15A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Agosto 2004.

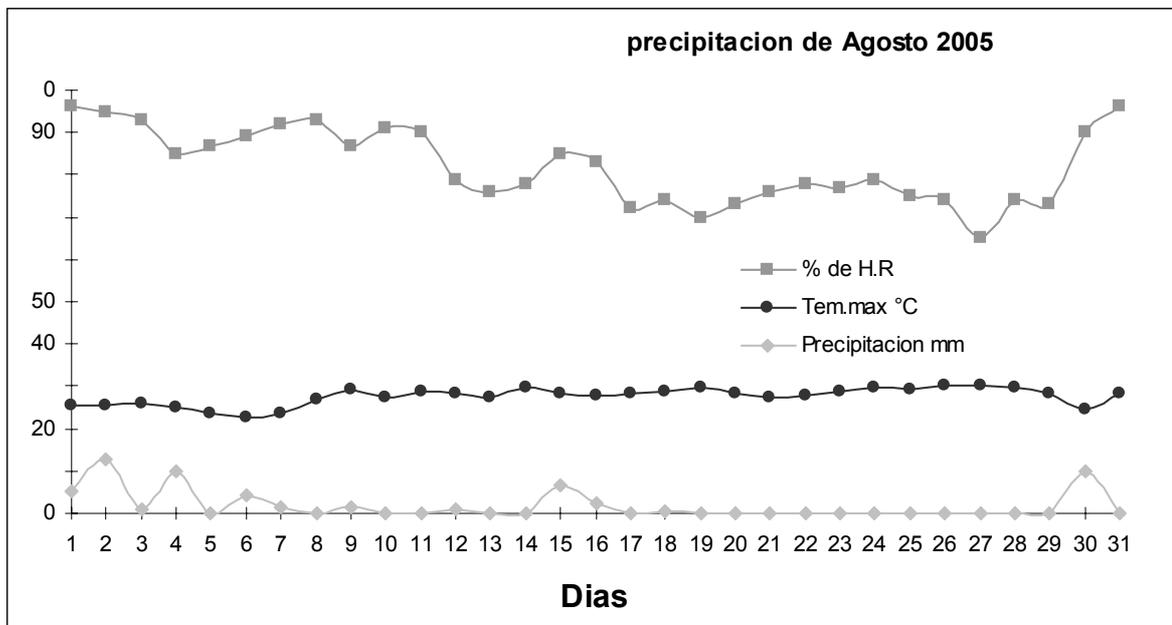


Figura 16A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Agosto 2005

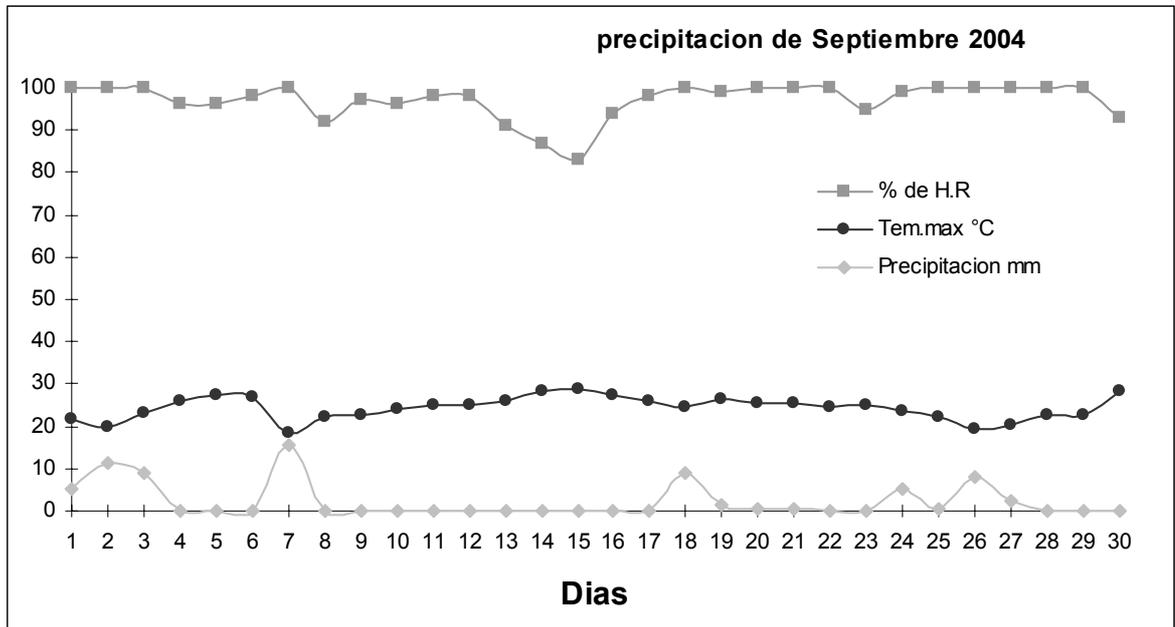


Figura 17A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Septiembre 2004

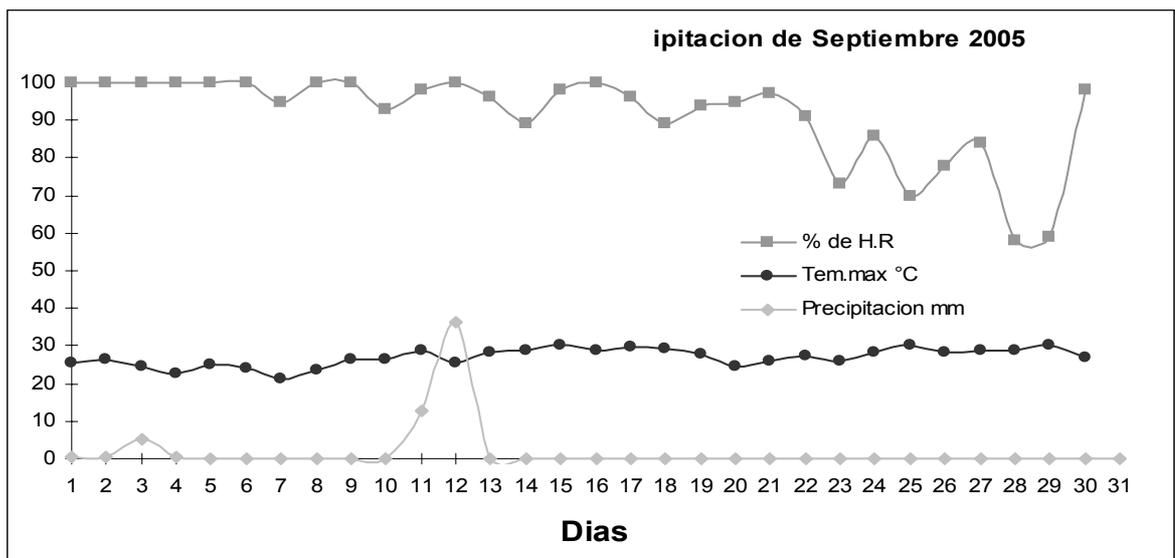


Figura 18A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Septiembre 2005.

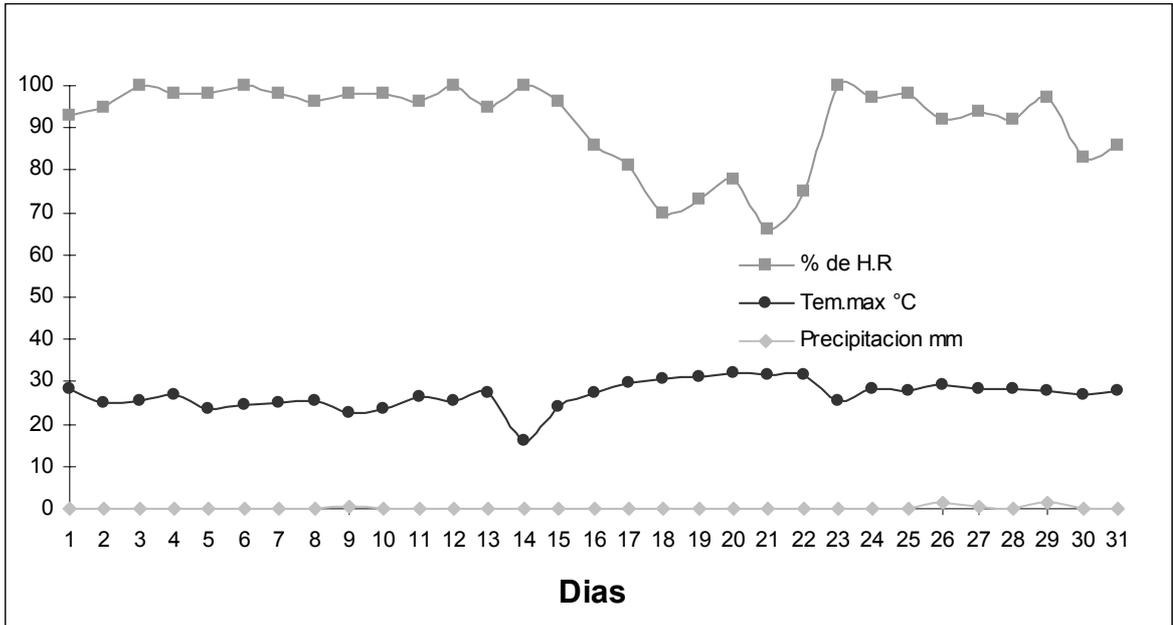


Figura 19A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Octubre 2004.

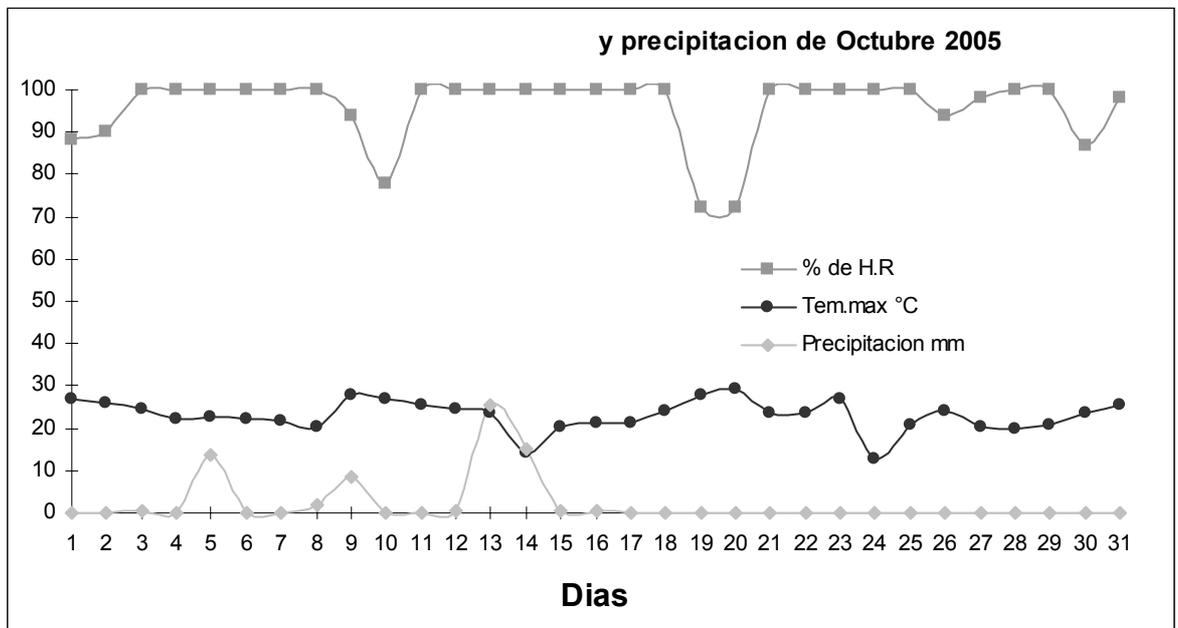


Figura 20A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Octubre 2005.

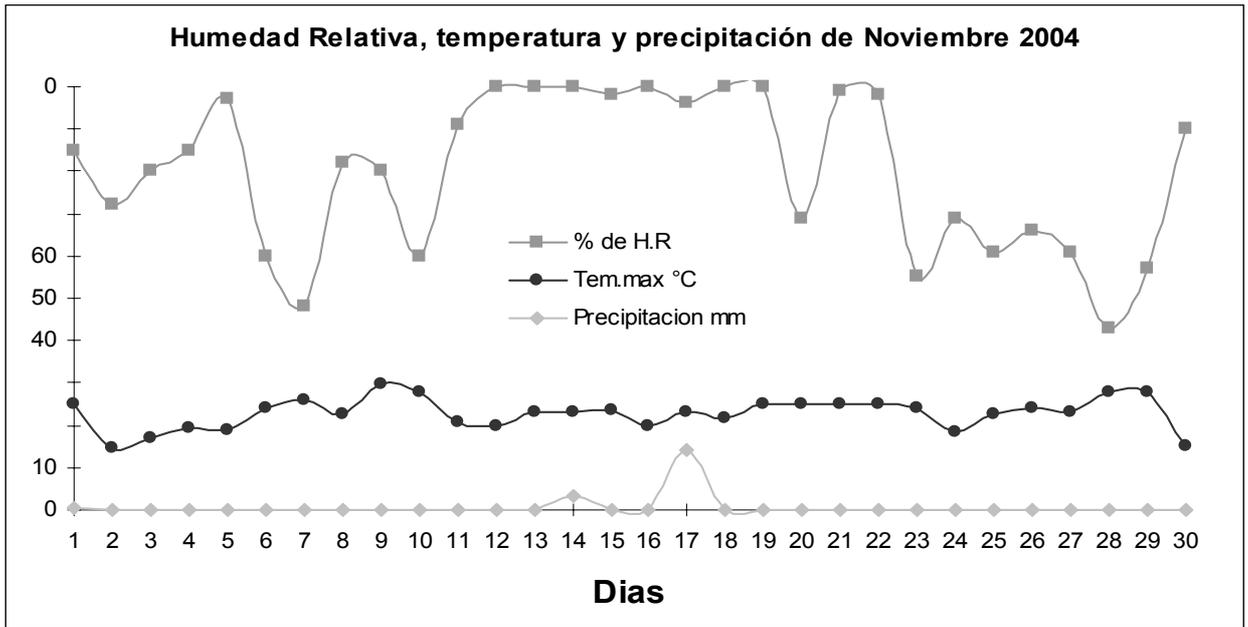


Figura 21A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Noviembre 2004.

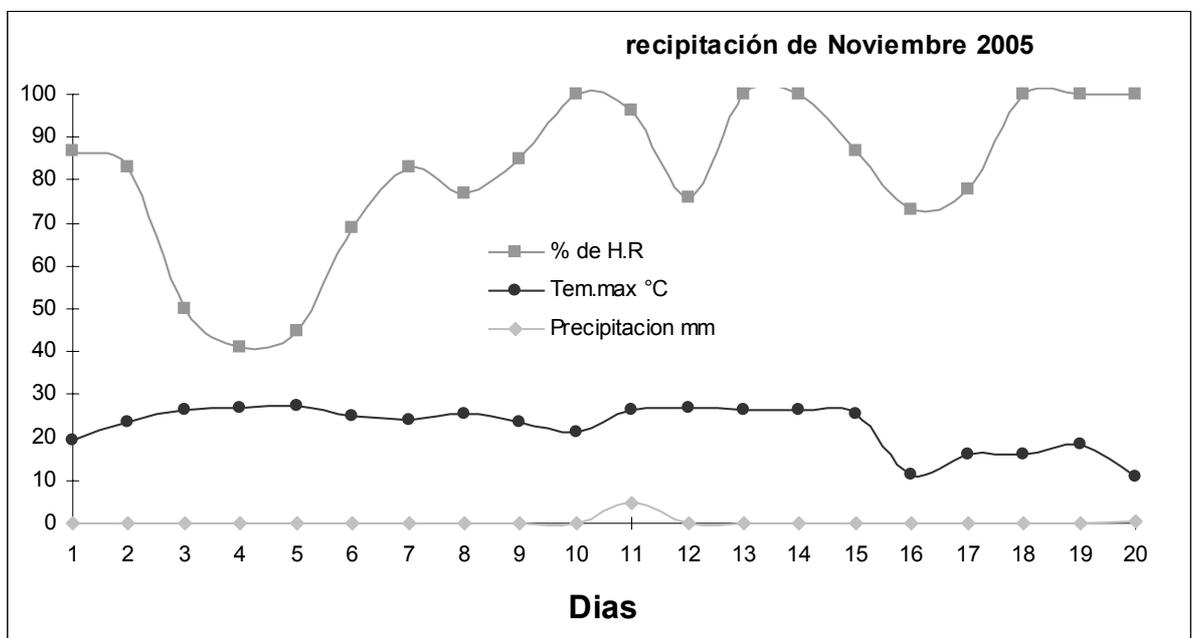


Figura 22A.- Imagen que muestra la Humedad relativa, temperatura y precipitación de Noviembre 2005.