



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL BIOLÓGICO
PARA COMBATIR LAS “PLAGAS DE LANGOSTA
(Orthoptera-Acrididae)”, EN EL EJIDO “LA SALITRERA”
EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO DE ANAYA, ESTADO
DE HIDALGO.**

**SEMINARIO DE TITULACIÓN
TÓPICOS SELECTOS EN BIOLOGÍA**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA

ABEL HERNÁNDEZ GÓMEZ

DIRECTOR DE TESINA: M. EN C. JORGE PADILLA



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE-----	2
1. INTRODUCCIÓN-----	4
2. JUSTIFICACIÓN-----	5
3. OBJETIVO-----	6
3.1. General-----	6
3.2. Especifico-----	6
4. AREA DE ESTUDIO-----	6
4.1. Ubicación geográfica -----	7
4.2. Características generales (suelo, vegetación, etc.) -----	7
5. ORTÓPTEROS. -----	8
5.1. Morfología-----	8
5.2. Distribución geográfica-----	8
5.3. Taxonomía-----	9
5.4. Ciclo Biológico-----	9
6. CONTROL BIOLÓGICO-----	12
6.1. Definición-----	12
6.2. Tipos de Control microbiano-----	13
6.2.1. Micótico -----	13
6.2.2. Bacteriano-----	16
6.2.3. Viral-----	18
6.2.4. Nematodos entomopatógenos-----	20
6.2.5. Protozoarios-----	21
7. PLAGUICIDAS QUÍMICOS USADOS COMUNMENTE.-----	22
7.1. Disponibilidad, costo y rendimiento por Ha-----	24
8. PLAGUICIDAS BIOLÓGICOS PARA ORTOPTEROS-----	24
8.1. Plaguicidas biológicos utilizados experimentalmente-----	24
8.2. Disponibilidad comercial, costo y rendimiento por Ha-----	25
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS-----	25
10. CONCLUSIONES-----	27
11. LITERATURA CITADA-----	39

AGRADECIMIENTOS

- *CON PROFUNDO E INOLVIDABLE CARIÑO A MIS PADRES Y HERMANOS QUE YA SE ADELANTARON.*

Papá, Mamá, Alfredo, Javier y Evelia: estoy seguro que desde cualquier parte del universo y en la forma que el pensamiento humano aún no es capaz de percibir ni describir, compartirán este momento de inmensa alegría para toda la familia.

- *A MI ESPOSA Y AL PAR DE CHIQUITINES CON LOS QUE DIOS Y LA VIDA ME BENDIGO INMERCIDAMENTE. Marina...gracias por tu paciencia, comprensión y confianza en mí,. ojala que juntos recibamos el otoño de nuestra existencia y compartamos desde el balcón de la casa, esas puestas de sol tras las montañas, al atardecer de cada día y en el atardecer mismo de nuestras vidas. Francisco y Fernando, estoy seguro que ustedes pondrán su mejor esfuerzo en la continua superación del ser humano y cuando flaqueen, ahí estaré, siempre para apoyarlos.*
- *A MIS HERMANOS CON LOS QUE TENGO LA FORTUNA DE CONVIVIR EN ESTE ESPACIO-TIEMPO TERRENAL. (Otilia, Santiago, Manuel, Guadalupe Fragedes, Jaime y José Luis. Por lo poco o mucho con lo que pudieron ayudarme cuando lo necesité, y por todos los momentos de alegría que pasamos y ojala sigamos pasando juntos.*
- *A TODOS MIS FAMILIARES POR TODA LA AYUDA MATERIAL Y ANÍMICA EN LOS ALTIBAJOS QUE TENEMOS EN LA VIDA. Carmela, un gracias es muy simple para expresar todo mi agradecimiento por tu ayuda invaluable y tu paciencia y animo cuando más te necesitamos. A Arturo (+) a Víctor(+),. A TODOS MIS TIOS, PRIMOS Y SOBRINOS (en especial a Arturin y a Víctor), por su cariño, respeto, admiración y amistad.*
- *A TODOS MIS AMIGOS, CONOCIDOS Y PAISANOS QUE SIEMPRE ME ECHARON PORRAS PARA SEGUIR ADELANTE Y SALIR DE ESE LUGAR HUMILDE DONDE CRECIMOS Y CORRIMOS DESCALZOS CON NADA MÁS QUE LA ROPA QUE TRAÍAMOS AL NACER. “¿Se acuerdan hermanos?”*
- *A LA INSTITUCIÓN EN LA QUE ME CAPACITARON PARA MI VIDA PROFESIONAL, PÉRO PRINCIPALMENTE GRACIAS A TODOS LOS MAESTROS QUE CONFORMAN A ESA GRAN INSTITUCIÓN DE LA QUE TODOS ESTAMOS ORGULLOSOS DE EGRESAR, “LA UNAM.”*
- *AL M. EN C. JORGE PADILLA POR SU DISPOSICIÓN Y ASESORAMIENTO EN LA DIRECCIÓN DEL PRESENTE TRABAJO, DE CORAZÓN, MI MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO POR ELLO.*
- *Y FINALMENTE, GRACIAS A TODOS LOS MAESTROS Y FELICIDADES A TODOS LOS COMPAÑEROS CON LOS QUE COMPARTÍ ESTE SEMINARIO DE TITULACIÓN (ojalá sigamos en contacto). ¡¡ EN HORABUENA!!*

1. INTRODUCCIÓN

Los cambios climáticos a nivel mundial han desencadenado una serie de cambios en la distribución y diversidad de los seres vivos, donde antes no se conocían algunos organismos, ahora aparecen como bendición, o en la mayoría de los casos, como maldición celestial y a falta de depredadores naturales y cuando las condiciones climáticas le son favorables se reproducen en forma incontrolable convirtiéndose en realidad aquel pasaje bíblico del que mencionan las sagradas escrituras. *“y por la mañana el viento del este trajo la langosta, la cual se extendió y cubrió toda la tierra de Egipto. Muy feroz fue la langosta...cubrió completamente la faz de la tierra, de modo que los terrenos se obscurecieron, y comieron todas las plantas y todas las frutas sobre los arboles; no quedo nada verde sobre los arboles o las hierbas del campo en toda la tierra de Egipto” (éxodo 10:13-15)*. Convirtiéndose en el azote de cultivos tradicionales en zonas áridas como el maíz y frijol.

En el ejido “La salitrera”, Municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo, en la última década y especialmente cuando la precipitación pluvial no es tan escasa como ya es costumbre en esta zona, grandes cantidades de acrídidos que la los lugareños denominan como saltamontes y langostas, los cuales tienen efectos desastrosos en la ya de por si raquítica cosecha de cultivos como maíz *Zea mays* y frijol *Phaseolus vulgaris*, más debido a la renuencia por parte de los ejidatarios, para usar insecticidas químicos que pudieran causar cualquier problema toxico al consumir lo poco que se cosecha, no solo para el campesino si no también en el ganado a quien se le da el “rastrojo” resultante de la siembra.



Desde hace varios años también, los campesinos han echado mano a los insecticidas a veces en forma indiscriminada tan solo con el propósito de controlar a la plaga de la langosta, casi siempre sin una asesoría profesional y adecuada en el manejo de los plaguicidas, más que lo recomendado por el vendedor del insumo agropecuario.

El uso constante de dichos plaguicidas, así como sus efectos secundarios sobre el medio ambiente, obligó a prohibir en 1970 el uso de organoclorados, incluyendo el dieldrín; fueron reemplazados por productos menos persistentes como organofosforados, carbamatos y más recientemente los piretroides sintéticos. Todos estos productos aunque controlan eficientemente, deben ser aplicados sobre toda el área infestada, requiriéndose regularmente varias aplicaciones en áreas muy extensas. Las aplicaciones masivas y las aplicaciones repetidas han ocasionado también efectos ambientales negativos no deseables (Brader, 1988 en Barrientos, L 2007). Ante la necesidad de proteger la calidad del medio ambiente, el nuevo reto es desarrollar estrategias de control que tengan bajo impacto ambiental, bajo costo y una efectividad mayor o igual que los métodos existentes.

2. JUSTIFICACIÓN

Las langostas y saltamontes son componentes esenciales de ecosistemas y agro ecosistemas (pastizales, malezas, cultivos básicos, frutales) y sus poblaciones se mantienen en equilibrio por factores abióticos (temperatura, precipitación, humedad relativa) y bióticos (enemigos naturales). No obstante, estos mecanismos de regulación ocasionalmente fallan y las poblaciones se disparan y se produce lo que conocemos como explosión poblacional. La manera más rápida y efectiva de combatir langostas y saltamontes cuando ocurre una explosión poblacional, continúa siendo el control químico. Sin embargo, los costos ambientales y daño a los ecosistemas pueden ser altos, particularmente cuando se asperjan productos químicos en áreas grandes. (Barrientos-Lozano, L. 2007)

Los ortópteros como plaga, tienen un gran impacto en la economía de los estados afectados, de acuerdo al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección general de sanidad Vegetal de México, los Estados más afectados por alguna plaga de chapulín son: Chihuahua, Durango, Zacatecas, Guanajuato Querétaro, San Luis Potosí, Veracruz, Michoacán Estado de México, Tlaxcala Puebla e Hidalgo. Los cultivos que son afectados en mayor medida son gramíneas (trigo, maíz, sorgo arroz), leguminosas (haba, frijol, garbanzo, cacahuete), cucurbitáceas (melón, pepino, sandía, calabaza) y frutales. Si no se toman medidas para controlar las plagas del chapulín, las pérdidas de la producción pueden llegar a ser hasta del 30% (MOCh, 2003 en Lucero García, García, L. y Fontana P.

2008), más de 30 especies han sido catalogadas como plagas de importantes cultivos en México y pertenecen principalmente a la familia Acrididae. (Barrientos 2003, Anaya 2004)

3. OBJETIVO

3.1. General

Por lo anterior, el presente trabajo pretende contribuir en la búsqueda de una alternativa para el control de la plaga de langosta, mediante la aplicación de un método de control biológico

3.2. Específico

Analizar la implementación y aceptación por parte de la Comunidad Ejidataria, de algún plaguicida biológico como alternativa en el control de la langosta en el ejido “la salitrera”, Municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1. Ubicación geográfica

La Salitrera es uno de los ejidos del Municipio de Santiago de Anaya en el Estado de Hidalgo, comprende aproximadamente 300 Hectáreas repartidos entre 30 ejidatarios. Colinda al Norte con la Comunidad de el Porvenir, al Noreste, con la comunidad de Hermosillo, al Noroeste con El Águila y el ejido del “Shotadi”, al sur con la colonia del Puerto de la Cabecera municipal, Santiago de Anaya. El municipio cuenta con aproximadamente 15 000 habitantes y se encuentra a 56 km de Pachuca, la Capital, ubicado entre las coordenadas 20° 23' 04" de Latitud; 98° 57' 53" de Longitud y a una altura de 2040 metros sobre el nivel del mar, con un clima semifrío y con una temperatura promedio de 15 °C.

Santiago de Anaya es uno de los 84 municipios que conforman el Estado de Hidalgo que está dividido en 19 comunidades de bajos recursos, de las cuales un 70% por ciento de la población, aún habla el idioma original de esta cultura prehispánica, el “ñañu” u Otomi”, el cual afortunadamente hoy en día se enseña en las escuelas primarias bilingües de la región. La mayor parte de los terrenos ejidales del Municipio, son temporaleros, sin embargo, al sur de la cabecera Municipal se encuentra el Ejido el

“Tablón”, en los cuales se ha implementado el uso de agua potable para el riego mediante la perforación de varios pozos.

4.2. Características generales (Suelo, Vegetación, etc.)

Los terrenos que comprenden el ejido de la “salitrera”, son temporaleros y dependen completamente de la precipitación pluvial natural. Abarca una superficie de aproximadamente 70 hectáreas de los cuales el 80% por ciento está constituido por una gran barranca de suelos aluviales profundos, rodeado de montañas con laderas pedregosas con vegetación espinosa escasa principalmente de uña de gato (“shasni”) *Mimosa biuncifera*.

Dentro de la barranca en los terrenos no cultivados aún, se observa una gran cantidad de arbustos principalmente de huizache *Acacia farnesiana* y acompañado de remanentes de pirúl *Shinus molle* y menos abundantes algunos mezquites *Prosopis laevigata*.



El cultivo más abundante año con año es *Zea Mays* y si las lluvias se tardan, frijol *Phaseolus vulgaris* y cebada *Hordeum vulgare*



Zea mays



Phaseolus vulgaris

5. ORTÓPTEROS

El orden Orthóptera significa alas rectas (Ortho, recta Ptera, alas), comprende unas 20 000 especies a nivel mundial su distribución es cosmopolita sin embargo su diversidad y abundancia es mayor en áreas tropicales. Su tamaño varía de 5 mm a 120 mm o más y en este orden, se ubican las langostas, saltamontes, esperanzas, grillos y grillos-topo.

La mayoría de los ortópteros son fitófagos, algunos son depredadores y otros se alimentan de desechos y pocos son omnívoros. El orden incluye plagas de gran impacto económico y social, temidas por su voracidad y capacidad para formar grandes agregaciones y emigrar a grandes distancias.

La especie que sin duda es de las más dañinas es la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons*, ya que esta se concentra en enormes cantidades de individuos y puede arrasarse con los cultivos en muy poco tiempo. ¡Una manga o agregación puede llegar a tener 300 000 millones de individuos! Esta especie se ha detectado en 14 estados de la República (CIMILC 2005) y en las islas Revillagigedo. Otras especies plaga importante en México son: *Sphenarium mexicanus*, *S. purpuracem* y varias especies del género *Melanoplus* (MOCCCh, 2003, en García García, P. y Fontana, P. 2008).

5.1. Morfología

Los Ortópteros adultos pueden tener alas bien desarrolladas, alas cortas o carecer de ellas el primer par de alas está generalmente bien desarrolladas, engrosadas y con muchas venas, y se les llama tegmina por su grado de dureza (tegmen en singular); el segundo par de alas es membranoso. El aparato bucal es masticador y las patas posteriores son grandes y fuertes, adaptadas para saltar. Los tarsos tienen de dos a cuatro segmentos. El cuerpo es alargado y el ovipositor es grande y bien desarrollado en algunas especies, mientras que en otras es corto como en el suborden Caelifera. Las antenas son largas y multiarticuladas, algunas veces más larga que el cuerpo como en el caso del suborden Ensifera.

5.2. Distribución geográfica.

México ocupa un sitio biogeográfico privilegiado dentro del continente Americano (Zepeda, 1961, en García García, P. y Fontana, P. 2008) lo que lo hace un país mega diverso en cuanto a flora y fauna. Estas características hacen del centro de México una región con una alta cantidad de micro hábitats ideales para la evolución, asentamiento y

desarrollo endémicas, raras y amenazadas de flora y fauna (NOM-059-ECOL-1954); debido a estas condiciones biogeográficas, es probable que el centro de nuestro país, sea un sitio de especiación de ortópteros. (Rzedowski, Rzedowski, 1979).

A nivel mundial, una de las especies de langosta que ocasiona mayor daño es la langosta del desierto (*Schistocerca gregaria*, Forskal) la cual representa uno de los problemas fitosanitarios más graves y onerosos en el continente africano y parte de Asia; la langosta italiana (*Calliptamus itálica* L.) en el sur, Oriente de Europa y Norte e África; el gafanhoto' migratorio (*Rhammatoserus, schistocercoides*, Rehn), en la región centro oeste del Brasil, la langosta suramericana (*Schistocerca cancellata* Serville), en la Argentina, la langosta Australiana (*Chortoicetes terminifera*, Walker), la langosta de Espuela (*Austracris gutulosa*, Walker), y la langosta migratoria (*Locusia migratoria*, L.), en Australia. La langosta voladora o langosta centroamericana (*Schistocerca piceifrons*, Walker) se presenta desde el noreste de México hasta Costa Rica y actualmente representa uno de los problemas fitosanitarios de mayor importancia en México y América Central.

5.3. Taxonomía

El orden Orthoptera contiene más de 20 000 especies, la mayoría tropicales (Presto/Mafhan, 1990); se reconocen dos subórdenes: Caelifera y Ensifera (fig. 23.1-2). Los miembros del suborden Ensifera se caracterizan principalmente por tener antenas tan delgadas como un cabello y normalmente más largas que el cuerpo. El tímpano se localiza en la base de las tibias anteriores. Las hembras de este suborden tienen el ovipositor fuerte y largo como un sable (Barrientos Lozano L., 2004). Los miembros del suborden Caelifera, por su parte, poseen antenas cortas, tiene el tímpano en la base del abdomen y las hembras poseen un ovipositor corto y robusto. Los grillos, pero también otros ortópteros estridulan, es decir, “cantan”. Para ello los ortópteros del suborden Ensifera regularmente frota sus alas entre sí y para aumentar el sonido utilizan una membrana llamada “espejo”, localizada en el dorso de las *tegminas*. En cambio, los miembros de Caelifera para estridular frota el margen interno del fémur del tercer par de patas (patas posteriores) con las alas posteriores.

Cada suborden se divide en otros grupos taxonómicos llamados superfamilias, seguidas de familia, subfamilias, géneros y especies. Las familias mejor representadas en México son: Acrididae (Caelifera) y Tettigoniidae (ensifera).

5.4. Ciclo biológico.

Los ortópteros son paurometábolos, es decir, sus estado de desarrollo son: huevo, ninfa (antes de ninfa un periodo corto como ninfa vermiforme inactiva o proninfa), y adulto o imago. Las hembras de los ortópteros una vez fecundadas, ovipositan una masa de huevos llamada ooteca, y algunos ortópteros como las langostas depositan sobre la ooteca una sustancia blanquecina espumosa llamada tapón esponjoso. Normalmente las hembras de Caelifera entierran los huevos en el suelo con ayuda del ovipositor, mientras que las hembras de Ensifera depositan los huevos dentro de los tallos, hojas o raíces, o bien, los pegan a ramas o tallos. Las ninfas son similares a los adultos pero éstas no poseen el pronoto, las alas ni los genitales bien desarrollados y tiene menos segmentos en las antenas. Se puede distinguir una ninfa de un adulto de alas cortas (braquíptero) por el patrón de venación de las alas y en los primordios alares. Los ortópteros presentan por lo regular entre cinco y seis estadios (periodo de desarrollo de las ninfas entre una muda y la siguiente). Los estadios de las especies aladas se distinguen entre sí por la morfología de sus primordios alares (fig. 4 Patricia Lucero y Paolo Fontana, 2008). El primer y segundo estadio tiene las alas muy pequeñas y redondeadas, los estadios tres y cuatro tienen las alas más elongadas y las puntas están dirigidas hacia abajo, y en los estadios cinco y seis el patrón se invierte; y las ninfas presentan alas cuya punta se dirige hacia arriba (Capinera et al., 2004 en García García, P. y fontana, P. 2008)

En un ciclo biológico típico de ortópteros, los huevos eclosiona en primavera, las ninfas se desarrollan en verano y los adultos se reproducen entre verano y otoño. Presentan un periodo de detención del desarrollo llamado diapausa, en estado de huevo en latitudes norteñas y hacia latitudes sureñas tanto las ninfas como los adultos pueden presentar diapausa (Pianka, 1966). La mayoría de las especies presentan una generación al año (univoltinas), hay pocas que presentan dos generaciones al año (bivoltinas) y en algunos casos hay especies que requieren de más de un año para completar su ciclo, sobre todo en climas muy fríos y a grandes altitudes (Capinera et al., 2004 García García, P. y fontana, P. 2008).



Ooteca de Langosta *S. piceifrons*
piceifrons. (Foto tomada de Garza, U. E. 1999.)



Ninfa de Langosta *S. piceifrons piceifrons* en fase solitaria.
(Foto tomada de Garza, U. E. 1999.)



Ninfa de Langosta *S. piceifrons piceifrons* en fase intermedia. (Foto tomada de Garza, U. E. 1999.)



Ninfa de Langosta *S. piceifrons piceifrons* en fase gregaria. (Foto tomada de Garza, U. E. 1999.)



1. Adultos de Langosta *S. piceifrons piceifrons*. (Foto tomada de Garza, U. E. 1999.)

6. CONTROL BIOLÓGICO

6.1. Definición

El control biológico puede interpretarse de tres formas: (a) Como un campo de estudio en diferentes áreas, tales como Ecología de Poblaciones, Biosistemática, Comportamiento, Fisiología, y Genética; (b) como un fenómeno natural, casi todas las especies cuentan con enemigos naturales que regulan sus poblaciones; y (c) como una estrategia de control de plagas a través de la utilización de parasitoides, depredadores y patógenos. El control biológico como método de regulación de poblaciones de plagas que causan algún daño en el cultivo de los seres vivos ya ha cumplido más de 100 años. (Rodríguez-del-Bosque, L. A. 2007).

Recientemente se propuso ampliar el concepto de control biológico para incluir cualquier método de control “natural”, como contraparte al control químico. Este concepto amplio de control biológico incluye otro tipo de control, como el control microbiano, la resistencia de plantas a insectos y el control autocida (macho estéril), disciplinas que cuentan con sus propias bases y que las diferencia del concepto clásico

de control biológico. Es importante conocer la teoría y los conceptos básicos en los que se fundamenta el control biológico para comprender y apreciar el alcance, limitaciones y ventajas de esta estrategia de control.

El término plaga es un concepto creado por el hombre para referirse a cualquier organismo que perjudica a su alimento, vivienda, vestido y salud. Las plagas solo se encuentran en sistemas modificados por el hombre, como áreas urbanas, agroecosistemas, etc. En la naturaleza no existen plagas, han estado asociados al hombre desde tiempos inmemorables.

Existen varias razones por las que un organismo se convierte en plaga: a).- al ser introducido o al invadir un área previamente no colonizado por un organismo. Este es el caso de plagas exóticas o introducidas; b).- al ser estimulados por recursos abundantes y permanentes, situación característica de los agroecosistemas modernos.

Nota: Una extensa y completa bibliografía y/o base de datos sobre control biológico es expuesta en la página web de la Sociedad Mexicana de Control Biológico: www.controlbiologico.org.mx. La base de datos en Word® cuenta con 3,150 referencias bibliográficas, la cual puede obtenerse sin costo alguno.

6.2. Tipos de Control microbiano

6.2.1. Micótico

Hongos entomopatógenos

En la actualidad a nivel mundial se buscan nuevas estrategias de control de plagas donde los hongos entomopatógenos despiertan el interés como agentes potenciales de control biológico de insectos plaga. Los hongos entomopatógenos constituyen una alternativa de control biológico, como insecticidas microbiales por sus características biológicas y modo de acción, ya que éstos pueden inducir la formación de epizootias. Los insectos infectados por la aplicación inicial del patógeno mueren y la enfermedad se dispersa a través de la población de insectos a medida que los insectos muertos liberan nuevamente el inóculo. De esta forma las epizootias pueden continuar hasta que existan insectos nuevos disponibles y las condiciones ambientales sean apropiadas.

Su acción y eficiencia suelen ser independientes de los hábitats alimentarios del hospedante, infectando al insecto a través del integumento; características que hacen

factible su uso en el control de insectos chupadores, huevecillos, pupas y adultos de todas las órdenes taxonómicas.

Más de 700 especies fúngicas pertenecientes a diferentes clases del Reino de los Hongos son reportadas como entomopatógenas. A pesar de este gran número, sólo cerca de 20 especies han recibido más atención y han sido estudiadas intensivamente para su uso contra plagas de insectos en la agricultura. Dentro de estas especies, se encuentran cepas de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *M. flavoviride*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *P. farinosus*, *Lagenidium giganteum*, etc.

Algunas de esas especies son producidas masivamente y comercializados para el biocontrol de plagas agrícolas, y son aplicados en grandes extensiones de cultivos en muchas partes del mundo. Por ejemplo, en China se producen anualmente 3,000 toneladas de *Beauveria bassiana* para el control de barrenadores en cereales. En Brasil se aplica *Metarhizium anisopliae* en más de 100,000 hectáreas para el biocontrol de la mosca pinta o salivazo en caña de azúcar, así como en pastos; asimismo este hongo también se utiliza para el control de gallina ciega y chapulines. En Estados Unidos se utilizan extensivamente biopreparados de *B. bassiana* para el control de saltamontes, moscas y termitas; *Lagenidium giganteum* para el control de larvas de mosquitos. En el estado de Sinaloa, México se usa *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana* para el control de mosquita blanca. En Guanajuato, México se utiliza *Metarhizium anisopliae* para controlar plagas del suelo. En las regiones cafetaleras, se considera como una alternativa potencial la utilización de *B. bassiana* para el control de la broca de café (Alatorre, R. R. 1996.; Quintero, S. R. y Bárcenas, G. I. J. D. 2000).

En la actualidad se están produciendo hongos entomopatógenos por métodos semi-industriales, lo que propicia la obtención de biopreparados en base a *Beauveria spp.*, *Metarhizium spp.*, *Trichoderma spp.*, entre otros. (Garza, G. E. 1996).

Beauveria bassiana. Es un hongo que provoca la muerte de los insectos por micosis. Cuando las esporas que produce se ponen en contacto con los insectos plaga, emiten en la superficie del cuerpo un tubo germinativo que por acción mecánica y enzimática penetra al interior del insecto y lo invade colonizando sus órganos. Al ocurrir esto, el insecto muere, su cuerpo se endurece y el micelio del hongo brota a través de las articulaciones cubriendo al insecto con una cubierta blanca de apariencia algodonosa. *Metarhizium anisopliae*. Con este hongo los insectos afectados toman una coloración

verdosa producto del crecimiento y esporulación del hongo en la superficie del insecto. La forma en que actúa es que al contactar con el insecto lo penetra e invade. En este hongo además actúan sustancias tóxicas que se producen en el interior del insecto y ayudan a un efecto más drástico. Otra característica es que produce epizootias de forma eficiente, si las condiciones ambientales de humedad y temperatura son favorables. (Quintero, S. R. y Bárcenas, G. I. J. D. 20007 y (Alatorre-Rosas, R. 2007)

Las ventajas que tienen los hongos entomopatógenos como agentes de control biológico son las siguientes: no contaminan el ambiente, no representan un peligro a insectos benéficos, aves y a mamíferos incluido el hombre, no son fitotóxicos, no generan resistencia y no dejan presencia de residuos tóxicos en los alimentos (Quintero, S. R. y Bárcenas, G. I. J. D. 2000).

Trichoderma harzianum. Es un hongo que habita fundamentalmente en el suelo y puede actuar sobre diversos hongos fitopatógenos que causan graves enfermedades en los cultivos, principalmente en semilleros. Es un hongo antagónico de numerosos patógenos.

Las especies de *Trichoderma* muestran una elevada actividad antagónica e hiperparasítica, por lo que son capaces de destruir las paredes celulares del interior del hongo. Además es un competidor por el sustrato por lo que coloniza rápidamente la semilla, rizósfera de la planta y el suelo, predominando su población por encima del patógeno (Fernández, L. V. O. 1998).

En cuanto a control de ortópteros por medio de hongos se tienen algunos estudios para México cuyos resultados se muestran enseguida:

Cuadro 1. Efectividad de hongos entomopatógenos para el control de la Langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la Planicie Huasteca.

Bioplaguicida	% de mortalidad				
	3 DDA	5 DDA	7 DDA	10 DDA	15 DDA
<i>M. anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> (META-SIN “Líquido”)	1.0	5.0	28.0	43.0	67.0
<i>M. anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> (META-SIN “Polvo”)	1.0	8.0	38.0	57	80
<i>M. anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i>	1.0	3.0	26.0	48.0	78.0

(MICO-MET “Polvo”)					
<i>Beauveria bassiana</i> (BEA-SIN“Polvo”)	1.0	3.0	27.0	42.0	75.0
<i>Beauveria bassiana</i> (MICOBAS“Polvo”)	1.0	1.0	11.0	24.0	47.0
<i>M. anisopliae</i> var. <i>acidum</i>	41.0	67.0	89.0	100.0	----

Los aislamientos MaPI32 y Ma PL40 han demostrado buena efectividad para el control de la langosta voladora (*S.p.piceifrons*). Sin embargo, el aislamiento MaPI32 ha proporcionado consistentemente mejores resultados en campo (Barrientos et al. 2002, Hernández et al. 2003, Barrientos et al. 2005, 2006), además de tener actividad en un rango más amplio de temperatura (15-35°C) (Milner et al. 2003). Dosis de 25-50g de esporas/ha de *M. anisopliae acidum* MaPI32 proporcionan resultados excelentes contra la langosta voladora. Sin embargo, se requieren ensayos de campo adicionales, con ambos aislamientos bajo diferentes condiciones (temperatura, precipitación, vegetación, tipos de cultivo, etc.), para poder dar una recomendación de acuerdo al cultivo, condiciones ambientales y características de la infestación.

La baja producción de esporas de *M. anisopliae acidum*/kg de arroz (10-12 g), hace que el costo del producto sea caro y no compita con los productos químicos. Este problema ya fue abordado y la producción logró incrementarse hasta 60 g esporas/kg de substrato (Barrientos et al. 2007). El aumento en la producción de esporas/kg de substrato permitirá poner al alcance de productores y personal de campo, el producto biológico y la tecnología de manejo, lo cual podría conducir a largo plazo, al uso operacional de *M. anisopliae acidum* en México. Resueltos los problemas técnicos de producción, calidad en la producción, formulación y almacenaje, podrá darse la atención adecuada a la tecnología de aplicación y evaluación en campo. Por último, el efecto del producto sobre otros organismos (aves, peces, invertebrados) y el medio ambiente, deberá ser también debidamente documentado (Barrientos et al. 2007).

También es interesante resaltar que las langostas presentan un alto índice de canibalismo, las sanas devoran a las enfermas y se infectan ellas mismas; además, cuando las hembras infectadas ovipositan, pasan la enfermedad a la siguiente generación.

6.2.2. Bacteriano

Bacterias entomopatógenas

Las bacterias son microorganismos distribuidos prácticamente en todos los hábitats. Se reproducen por fisión binaria con gran profusión en ambientes aeróbicos y anaeróbicos, cálidos o fríos, luminosos u oscuros, secos o húmedos, ocupando niveles como parásitos obligados o saprofiticos, comúnmente asociados con los insectos; la mayoría de las relaciones son inocuas al insecto, mas sin embargo existen un gran número de especies bacterianas que les causan enfermedades infecciosas.

Bacillus thuringiensis. Su característica más distintiva es la presencia de un cristal que constituye la capacidad insecticida propia de la bacteria. Este cristal normalmente presenta toxicidad a una diversidad de larvas de lepidópteros, incluyendo a un número significativo de plagas agrícolas. *B. thuringiensis* es una bacteria que causa enfermedad y muerte en los insectos cuando las larvas ingieren el follaje sobre el cual ha sido aplicado el producto. El insecto deja de comer al ingerir las toxinas que produce esta bacteria y muere. Para aplicar este insecticida bacteriano, hay que tener en cuenta que el efecto sólo se logra si el insecto come del follaje previamente aplicado, ya que se trata de un efecto por ingestión, por lo cual es más conveniente aplicarlo en las etapas larvales durante las cuales los insectos comen abundantemente. *B. thuringiensis* no es solamente la bacteria sino el entomopatógeno más conocido y estudiado como agente de control microbial, ya que más del 90% del mercado de bioinsecticidas lo cubren productos a base de esta bacteria. Algunos insectos que atacan a las hortalizas son controlados con dicha bacteria.

A pesar de la gran diversidad bacteriana, las bacterias que causan enfermedades infecciosas a los insectos presentan poca diversidad, si comparamos a este grupo de entomopatógenos con otros como los protozoarios o los hongos. Se conocen aproximadamente 90 especies de bacterias causantes de enfermedades infecciosas en los insectos, de las cuales sólo algunas pocas tienen un alto potencial como agentes de control biológico (Cloutier y Cloutier 1992). A pesar de su baja diversidad, las bacterias son los agentes de control biológico más utilizados en el mundo y representan la mayoría del mercado, no sólo de insecticidas microbianos, sino de los agentes de control biológico en general. Este fenómeno se debe principalmente a que el agente microbiano más exitoso en el control de plagas es una bacteria, *B. thuringiensis*. Aunque existen muchas familias bacterianas que contienen especies entomopatógenas, son sólo unas pocas las que presentan especies altamente virulentas. Desde diversos puntos de vista, la

familia más estudiada, más desarrollada y más utilizada como agente de control biológico es la Bacillaceae. Los miembros de la familia Bacillaceae se caracterizan por formar endosporas, son Gram positivos y las células vegetativas presentan forma alargada como de bastón o báculo (de ahí su nombre), entre otras muchas características. Los principales géneros con especies entomopatógenas son *Bacillus*, *Paenibacillus* y *Clostridium* (Cloutier y Cloutier 1992). Estos tres géneros se pueden diferenciar fácilmente porque el segundo es patógeno obligado y el tercero es anaerobio obligado. Muchas especies son móviles por medio de flagelos, a pesar de que pueden formar largas cadenas de células. La esporulación ocurre cuando se agotan los nutrientes del medio donde crecen y se denomina “esporangio” a la célula con espora. En ocasiones, junto a la espora se forma un cuerpo proteico (unido o libre de ésta) al cual se le llama cuerpo parasporal o simplemente cristal. Éstas son las bacterias y en general, los entomopatógenos de mayor importancia en el control microbiano de insectos (Ibarra, J. E. 2007).

6.2.3. Viral

Los bioinsecticidas se engloban dentro del control biológico de plagas y su naturaleza puede ser diversa, entre los que destacan cinco grupos principales: Las bacterias, los virus, los nemátodos, los protozoarios y los hongos. Sin duda alguna las bacterias son los bioinsecticidas microbianos más utilizados en el mundo y constituyen la base de la mayoría de los bioinsecticidas que existen en la actualidad. No obstante, un grupo importante como agentes de control biológico, lo representan los virus entomopatógenos, particularmente los baculovirus, los cuales son los más diversos y se han aislado casi de manera exclusiva de insectos, principalmente de los Órdenes Lepidoptera, Hymenoptera y Coleoptera. No obstante, la diversidad de virus entomopatógenos es amplia y cada familia en lo particular posee características únicas, que en un momento dado y para una plaga en particular, podrían ser efectivos en el control de la misma.

La variedad de virus entomopatógenos es amplia, pero los virus con mayor potencial para utilizarse como bioinsecticidas, son sin duda los baculovirus. A continuación se describen las principales características de los virus entomopatógenos más estudiados en la actualidad (Del Rincón-Castro, M. C. 2007).

baculovirus entomopatógenos

Los baculovirus son entomopatógenos utilizados como agentes de control biológico, debido a su alto grado de especificidad, que no contaminan el ambiente y su alto rango de seguridad que representa para el hombre. Se han detectado como patógenos de lepidópteros, perteneciendo a este orden las principales plagas que provocan pérdidas económicas en la agricultura, de ahí el gran potencial de estos organismos dentro del control biológico. Los baculovirus producen epizootias que pueden llegar a exterminar a una población plaga. Los reservorios más importantes son el suelo, follaje y la población infestada, lo cual permite al inóculo iniciar la enfermedad en generaciones sucesivas de insectos.

Se conocen cuatro tipos de virus: virus de la poliedrosis nuclear, virus de la granulosis, virus de la poliedrosis citoplasmática y virus entomopatógenos. El efecto de este grupo de microorganismos es cuando son ingeridos por lepidópteros, los cuerpos incluidos se disuelven en el jugo intestinal liberando así las partículas virales, las cuales infectan a las células del intestino diseminándose posteriormente a otros tejidos del insecto. Al ser infestadas las larvas, éstas mueren y liberan en el ambiente cantidades de cuerpos de inclusión que infestan a más larvas o bien se acumulan en el suelo.

Existe interés en el virus de la poliedrosis para el gusano falso medidor de la col, palomilla dorso de diamante, gusano del corazón de la col, gusano cogollero del maíz, gusano terciopelo de la soya, palomilla de la manzana y palomilla gitana. La demanda por productos virales se incrementó en la última década (2). Cuando se utilizan los baculovirus como bioinsecticidas en campo, es importante considerar algunos factores que influyen en la eficiencia de estos virus como agentes de control. Una de las características a considerar, es la potencia del inóculo que se emplee, ya que se sabe que diferentes aislados geográficos de la misma cepa viral, presentan una variabilidad en actividad biológica en función de la susceptibilidad de la población plaga nativa. También es importante considerar las condiciones climáticas de la región donde se va a utilizar a los bioinsecticidas virales, ya que la temperatura y la intensidad de la radiación solar constituyen un factor clave para el éxito de los baculovirus como bioinsecticidas. Los baculovirus se inactivan fácilmente con los rayos ultravioleta del sol, en períodos tan cortos como de 24 h. Por ello es importante la adición de protectores solares en la formulación de los productos virales. Se han utilizados compuestos como el ácido úrico y el Tinopal, los cuales han incrementado la vida media y actividad de los productos

comerciales a base de virus. Adicionalmente, los tiempos de aplicación de los baculovirus en el campo, constituyen, otro factor clave para su éxito. Es altamente recomendable que los virus se apliquen temprano por la mañana o bien, por las tardes.

Por otro lado, debe considerarse seriamente los estadios larvarios de la población plaga y su densidad poblacional, para que los productos a base de virus sean exitosos, ya que se sabe que entre más desarrollado esté el insecto, menos susceptible es hacia una infección viral. Por ello, se recomienda hacer monitoreos tempranos en los cultivos, para verificar los instares larvarios más pequeños, ya que estos son los más susceptibles de contaminarse con virus. Es precisamente en este momento, cuando deben aplicarse los productos a base de virus. Asimismo, debe tomarse en cuenta los hábitos alimenticios del insecto que se desea controlar. No es recomendable utilizar virus para el control de insectos crípticos, tales como barrenadores o minadores, ya que sería difícil que éstos ingirieran las dosis letales de virus necesarias para causar una infección letal. Finalmente, la planta sobre la que se desea aplicar un bioinsecticida viral, es otro factor que debe de considerarse, ya que algunas plantas producen sustancias antimicrobianas como taninos, y ácidos, lo que podrían afectar la viabilidad de los baculovirus y aunque el efecto real de estos compuestos no se ha demostrado científicamente, es importante no ignorar la posibilidad de algún efecto adverso sobre los virus.

Finalmente, es importante mencionar que el potencial de los virus entomopatógenos es amplio, ya que representan una alternativa real, dentro del control biológico de plagas, es económicamente viable y tecnológicamente factible, que ya ha probado en reiteradas ocasiones su efectividad a lo largo de su aplicación durante muchos años, por parte de productores, compañías y agencias gubernamentales en diversos países. Nos corresponde a nosotros como responsables del cuidado y protección del medio ambiente, el decidir acerca del uso de esta tecnología prometedora para el control de insectos plaga.

6.2.4. *Nemátodos entomopatógenos*

Los nemátodos son organismos que causan esterilidad o muerte del insecto hospedero. Existen asociaciones naturales entre insectos y nemátodos, en donde algunos nemátodos son capaces de parasitar insectos sanos, como son los casos de los nemátodos de los géneros *Steinernema* (Familia Steinernematidae) y *Heterorhabditis* (Familia Heterorhabditidae). Estos dos géneros aun dependen de bacterias como fuente

alimenticia y han desarrollado mecanismos para transportar e introducir a insectos las bacterias del género *Xenorhabdus*. Estas bacterias son capaces de matar a los insectos en 48 horas, convirtiendo los cadáveres en un hábitat conveniente para el crecimiento y reproducción de nemátodos. Los nemátodos de insectos son principalmente parásitos obligados y facultativos, pueden atacar a los estadios biológicos de larva, pupa y adulto. Los nemátodos de las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae, poseen los atributos de un agente de control biológico ideal, considerando su seguridad a invertebrados, plantas y otros organismos no plaga, son fácilmente aplicados usando equipos estándares de aspersión y su producción es masiva. Los nemátodos de estas familias se encuentran asociados en forma natural a diversas especies de gallinas ciegas (Alatorre, R. R. 1996).

La reproducción masiva de nemátodos se puede realizar en casi todos los insectos hospederos; sin embargo, este tipo de multiplicación no es económico debido a lo intensivo del trabajo, por lo que se ha logrado implementar un tipo de producción *in vitro*.

6.2.5. Protozoarios

Se considera que cada insecto plaga es hospedante de un protozoario con el potencial de ser utilizado en su control. Sin embargo, pocos protozoarios son lo suficientemente virulentos para matar rápidamente a su hospedero, por lo cual su uso en programas de control a corto plazo son poco frecuentes.

Los protozoarios constituyen un invaluable regulador de poblaciones. Así por ejemplo, *Nosema locustae* tiene un efecto detrimental en el crecimiento y sobrevivencia de chapulines (Alatorre, R. R. 1996).

Cuadro 2. Efectividad del protozoario *Nosema locustae* para el control de la Langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la Planicie Huasteca.

Bioplaguicida	Plaga	% de mortalidad				
		3 DDA	5 DDA	8 DDA	10 DDA	15 DDA
<i>Nosema locustae</i> (Salvado)	Ninfas	71	85	100	-----	-----
<i>Nosema locustae</i> (Salvado)	Adultos	0.0	0.0	60.0	65.0	90.0

<i>Nosema locustae</i> +planta de maíz	Ninfas	0.0	1.6	3.3	5.2	56.8
<i>Nosema locustae</i> + planta de maíz	Adultos	0.0	0.0	4.0	6.0	12.0

(Garza, U. E. 1999)

7. PLAGUICIDAS QUÍMICOS USADOS ACTUALMENTE.

El uso de insecticidas químicos sintéticos constituye, hasta la fecha, el método más rápido y efectivo para controlar las poblaciones de langostas/saltamontes durante los períodos de plaga. En el cuadro 1 se presentan los productos de uso más frecuente y las dosis recomendadas. Para darnos una idea de la magnitud del problema ocasionado por langostas y saltamontes y el impacto que las operaciones de control pueden tener, mencionaremos los siguientes casos: En 1986 fueron tratadas 2,765,000 hectáreas en el Sahel africano para controlar saltamontes; en 198 se trataron aproximadamente 7 millones de hectáreas en el noreste y noroeste de África para controlar langosta del desierto, ascendiendo en 1988 a 14 millones de hectáreas la superficie tratada, el gasto total en esos tres años solamente en África fue de US\$ 300 millones (Lecoq, 1991). De 1989 a 1990 la FAO y los gobiernos centroamericanos gastaron aproximadamente US\$ 1 millón en el control de la langosta centroamericana en El Salvador, Honduras y Nicaragua; la superficie total tratada, entre los tres países, fue de aproximadamente 100,000 hectáreas. Lo anterior es sin considerar los gastos realizados por los gobiernos de México y Costa Rica en sus propias campañas de control contra la misma plaga (Barrientos and Skaf, 1989; Barrientos, 1990). De 1984 a 1988 el gobierno de Brasil gastó aproximadamente US\$ 1 millón en el control de *Rhammatocerus schistocercoides* en el estado de Mato Grosso; la superficie total tratada fue de aproximadamente 900,000 hectáreas (Barrientos, 1992).

En el siguiente cuadro se muestran los insecticidas recomendados su formulación, su método de aplicación, así como su rendimiento por Hectárea (Barrientos, L. 1995)

Cuadro 1. Insecticidas recomendados y/o utilizados para controlar langostas y saltamontes (Barrientos, 1992; Lecoq, 1991; Steedman, 1988).

Insecticida	Formulación	Método de Aplicación	Gramos I.A./Ha Langostas-Saltamontes	
ORGANOFOSFORADOS				
DIAZINON (Basudin)	60-100% UBV	Aspersión	500	
DICLORVOS (DDVP)	4% UBV	Aspersión	200	150
FENITROTHION (Sumithión Folithión)	50-100% UBV EC	Aspersión	400-500	200-300
MALATHION	96% UBV 57% EC	Aspersión Aspersión	700-1500 700-1500	500-700
CLORPIRIFOS	24% UBV	Aspersión	240	
ETIL (Dursban)	45% UBV	Aspersión	240	
CARBAMATOS				
BENDIOCARB (ficam)	1% POLVO	Cebo envenenado	20-30	cantidad i.a 0.5 g/Kg
	20% UBV	Aspersión	100	
CARBARIL (Sevin)	480g/l UBV	Aspersión	1000-2000	400-1100 (Formulación usualmente diluida 4:1)
PROPOXUR (Aprocarb) Uden Baygón)	1% POLVO 25% UBV 1-2% POLVO	Cebo envenenado Aspersión Cebo envenenado	225 100-125 100-150	cantidad i.a 4.5g/Kg 2.5g.i.a/kg
PIRETROIDES				
DELTAMETHRIN (Decis)	1.25% UBV	Aspersión		12.5
LAMDACYHALOTRIN (Karate)	40% UBV	Aspersión	20	
REGULADORES DE CRECIMIENTO				
TEFLUBENZURON (Nomolt 50)	5% UBV	Aspersión	25	

I.A= Ingrediente Activo

Efectividad de insecticidas para el control de imagos de la Langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la Planicie Huasteca. 2002.

Insecticida	Dosis % de mortalidad I.A./ha	g	% de mortalidad					
			24 hrs DA	48 hrs DA	3 DDA	5 DDA	8 DDA	
Malatión	1000		83.9	88.7	88.7	92.5	92.5	92.5
Paratión met.	720		100	-----	-----	-----	-----	-----
Clorpirifós	480		100	-----	-----	-----	-----	-----
Cipermetrina	50		98.7	100	-----	-----	-----	-----
Fipronil .	0.5		0.0	3.8	36.3	77.9	97.4	100
Fipronil	1.0		0.0	30.3	83.3	100	-----	-----
Fipronil	3.0		16.4	100	-----	-----	-----	-----

Fipronil	5.0	43.5	100	-----	-----	-----	-----
----------	-----	------	-----	-------	-------	-------	-------

Garza, U. E. 1999 DA = Después de la aplicación DDA = Días después de la aplicación.

Residualidad de insecticidas para el control de imagos de la Langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* en la Planicie Huasteca. 2002

Insecticida	Dosis g I.A./ha	% de mortalidad						
		24 hrs DA	48 hrs DA	72 hrs DA	5 DDA	8 DDA	10 DDA	15 DDA
Malatión	1000	0.0						
Paratión met.	720	10.0	0.0					
Clorpirifós	480	100.0	5.2					
Cipermetrina	50	77.7	52.6					
Fipronil.	0.5	100	100	100	100	100		
Fipronil	1.0	100	100	100	100	100		
Fipronil	3.0	100	100	100	100	100	100	100
Fipronil	5.0	100	100	100	100	100	100	100

Garza, U. E. 1999 DA = Después de la aplicación DDA = Días después de la aplicación.

7.1. Disponibilidad, costo y rendimiento por hectárea (Ha)

En expendios agroindustriales de la ciudad de Actopan (que es la más cercana a la zona de estudio) es relativamente fácil conseguir y comprar, plaguicidas para diversos usos; para los chapulines específicamente se recomiendan los siguientes con diferente costo y casi igual.

Nombre	costo	rendimiento
Cipermetrina	\$108.00MNx L	1L/400 L de agua, para 1 Ha de cultivo
Palation	\$180.00MN x L	1L/400 L de agua para 1 Ha de cultivo

8. PLAGUICIDAS BIOLÓGICOS PARA ORTOPTEROS.

8.1. Plaguicidas biológicos utilizados experimentalmente.

Efectividad de diferentes plaguicidas a diferentes tiempos.

Bioplaguicida	Plaga	% de mortalidad
---------------	-------	-----------------

		3 DDA	5 DDA	8 DDA	10 DDA	15 DDA
<i>Nosema locustae</i> (Salvado)	Ninfas	71	85	100	-----	-----
<i>Nosema locustae</i> (Salvado)	Adultos	0.0	0.0	60.0	65.0	90.0
<i>Nosema locustae</i> + planta de maíz	Ninfas	0.0	1.6	3.3	5.2	56.8
<i>Nosema locustae</i> + planta de maíz	Adultos	0.0	0.0	4.0	6.0	12.0

Garza, U. E. 1999

DA = Después de la aplicación

DDA = Días después de la aplicación.

8.2. Disponibilidad comercial, costo y rendimiento por Ha

Metarhizium acridium \$1500.00MN, por dosis 1×10^{13} esporas, disueltas en 400-600 L de agua mezclados con un adherente y que alcanzaría para 1 Ha aproximadamente. (Solo lo fabrica una empresa en Guanajuato y ya no tiene existencia para este año)

Nosema locustae no se encontraron datos vía internet de su costo y proveedor.

B bassiana (Bio-fung) no se encontraron datos vía internet de su costo y proveedor.

B. baussiana (Bea-Sin) no se encontraron datos vía internet de su costo y proveedor.

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La evidencia encontrada documentalmente soportada con el trabajo de muchísimos investigadores en todas partes del mundo, nos demuestran que los insecticidas utilizados para el control de plagas agrícolas específicas, afectan inevitablemente especies que no son plaga y a las cuales no están dirigidas las operaciones de control. Los insecticidas de amplio espectro afectan muchas especies animales, situación que se agrava por la imprecisión de los métodos de control y esto es una realidad incuestionable.

Los animales pueden ser afectados directamente, mediante el contacto con insecticidas durante la aplicación, o indirectamente como resultado de alimentarse de una dieta contaminada o porque haya habido una reducción de sus fuentes de alimento. Algunos de estos organismos pueden ser benéficos, como parásitos o predadores de especies plaga. Animales silvestres, pájaros, ganado, invertebrados y microorganismos pueden

ser susceptibles a los insecticidas. El resultado más común de su uso puede ser una reducción en el tamaño de las poblaciones y en la diversidad de la comunidad. También hay efectos subletales como reducción en la tasa de reproducción de algunas especies e importantes, procesos ecológicos que generan nutrientes o mantienen la fertilidad y estructura del suelo pueden ser afectados (Steedman. 1988; FAO, 1990; Barrientos, 1992).

Tomemos como evidencia el estudio piloto realizado por la FAO en Senegal en 1989, en el que se probaron dos dosis [la dosis normal recomendada para controlar langostas (cuadro 1) y el doble de la dosis recomendada] de los insecticidas fenitrothion, clorpirifos y diflubenzuron, demostró el impacto ambiental de estos productos y sus efectos secundarios sobre procesos funcionales del suelo, pájaros, artrópodos, invertebrados acuáticos y peces (FAO, 1990).

Afortunadamente desde hace ya varios años, pero más en la última década se ha puesto en boga la preocupación por proteger el medio ambiente y esto ha presionado y orientado la investigación hacia la búsqueda de alternativas nuevas y más seguras, como son el posible uso de repelentes, reguladores de crecimiento, feromonas, kairomonas, hormonas y el control biológico (insecticidas biológicos) que siempre han sido y son una alternativa y motivo del presente estudio.

Ventajas y desventajas.

El control biológico posee muchas **ventajas** (Summy y Frech 1988), como: (1) Poco o ningún efecto nocivo colateral; (2) casos raros de resistencia; (3) control de largo plazo; (4) elimina por completo o sustancialmente el uso de insecticidas; (5) relación beneficio/costo muy favorable; (6) evita plagas secundarias; (7) no provoca intoxicaciones; y (8) se puede usar como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP). Entre las **desventajas** se tienen: (1) Ignorancia sobre los principios del método; (2) reducido apoyo económico; (3) escaso personal especializado; (4) poca disponibilidad; (5) problemas de uso con umbrales económicos bajos; (6) dificultad para aplicarlo en complejos de plagas; (7) los agentes de control biológico son susceptibles a los plaguicidas; (8) los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual, no proveen la supresión inmediata que se obtiene con los insecticidas; y (9) los resultados del control biológico no son tan espectaculares en el corto plazo como los insecticidas y por lo mismo, el agricultor tiene temor de perder su cosecha (Barrera, J. F. 2007).

10. CONCLUSIONES

- Acorde a los resultados, evidentemente es mucho más fácil de encontrar, comprar y aplicar un insecticida químico que un biológico.
- Peor aún (para fines del objetivo), los plaguicidas químicos, son mucho más baratos que los biológicos y su efectividad se evidencia casi al instante de su aplicación.
- Tal vez no en todo el estado pero si en toda la región, la disponibilidad y conocimiento de los plaguicidas biológicos, es casi nula.
- Aun vía internet a nivel nacional, la información referente a costos, lugares de abasto, nombres comerciales, etc, la información es casi nula.
- Existen miles de artículos de investigación y cientos de páginas en internet que hablan de los cientos de organismo que se podrían utilizar o que ya se están utilizando como bioplaguicidas en todo el mundo, pero cuando se trata de saber cuál es su nombre comercial, cuánto cuesta y donde se puede comprar, dicha información no está disponible en la “Web”.

No obstante todo lo anterior, los ejidatarios del ejido la “salitrera “están conscientes de los riesgos de seguir utilizando plaguicidas químicos, e igualmente están conscientes que en la actualidad, la mayoría de la gente, si es que no toda, tiene preferencia por todos los productos del campo que se hayan cultivados con fertilizantes orgánicos y tratados mediante plaguicidas biológicos.

Con todos los años que tienen de experiencia, saben que para comprar la semilla hay que tener mucho cuidado, donde y a quien comprar, porque podría estar ya “tratada” (llámese semilla mejorada o de ingeniería recombinante). Saben que el maíz mejorado es de características diferentes (dureza del tallo, de la hoja,) y que no sirve ni para forraje porque no se lo quieren comer los animales; y si se los comen sufren de inflamación del estomago y se pueden hasta “reventar”.

Como integrante de una comunidad ejidataria, personalmente estoy convencido que con una buena concientización y asesoría, realista, no demagógica e involucrando la participación no solo de la comunidad ejidataria del Municipio de Santiago de Anaya, sino de todos los municipios de la Región del Valle del Mezquital del Estado de Hidalgo, principalmente la participación activa de las autoridades Municipales Estatales y Federales, es completamente factible la implementación de cualquier método de

control biológico, el cual previo a algunos estudios más específicos, sea el más adecuado para el combate de las plagas de Acrididae en zonas de siembra de temporal y de subsistencia.

Si se financian programas que no tienen un impacto más que político temporal, se deben de financiar y es obligación de nuestras autoridades, implementar este tipo de programas que tiene un impacto no solo en el presente actual, si no que quedaran como legado a nuestras generaciones futuras.

11. LITERATURA CITADA

1. Alatorre, R. R. 1996. Papel de los enemigos naturales en el manejo de insectos plaga. En: Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.
2. Alatorre-Rosas, R. 2007. Hongos entomopatógenos, pp. 127-143. *En*: L. A. Rodríguez del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
3. Anaya-Rosales s., J. romero/Nápoles y V. López/Martínez. 2000. Manual de Diagnostico para las Especies de Acridoideos (Orthoptera: acrididea) del Estado de Tlaxcala y Estados Adyacentes. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Posgraduados. Montecillos Texcoco, Edo. De Méx.
4. Barrera, J. F. 2007. Introducción, filosofía y alcance del control biológico, pp. 1-18. En: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
5. Barrientos, L.L. and Skaf, R. 1989. Report on duty trip to Central America related to *Schistocerca piceifrons* from 18.08-9.09.1989. FAO, Rome. 15 pp.
6. Barrientos L., L. 1990. Final report of misión on Central America Locust (18 th October 1989 - 10 th September 1990). FAO. Rome, Italy. 54 pp.
7. BARRIENTOS, L.L., ASTACIO, C.O., POOT, M. O., ALVAREZ, B.F. 1992. Manual Técnico Sobre la Langosta Voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker. 1870) y Otros Acridoideos de Centro América y Sureste de México. FAO/OIRSA. San Salvador, El Salvador, C. A. 162 pp
8. BARRIENTOS, L.L. 1992. Report on the Locust situation in Mato Grosso Brazil. FAO. Rome. 8 pp
9. Barrientos-Lozano, L. 1995. Control biológico de langostas y saltamontes (Insecta:Orthoptera): Una alternativa viable.Ludivina. BIOTAM, VOL 7 No 1 FAO-UN Locust consultant. Puerto de Bagdad no.256. Fracc. Industrial Cd. Victoria Tam. México 87018. p.
10. Barrientos-Lozano, L. 2004. Orthóptera, 603-6025. Biodiversidad, taxonomía y bibliografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. IV. J.E. Llorente-Bousquets, J.J. Morrone, O. yañes Ordoñes eI. Vargas Hernández.m (eds) U.N.A.M, C.O.N.A.B.I.O., Instituto de Biología de la UNAM.

11. Barrientos-Lozano, L. 2007. Control biológico de langostas y saltamontes, pp. 234-249. *En*: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
12. Del Rincón-Castro, M. C. 2007.- Bioinsecticidas virales, pp. 160-178. *En*: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
13. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1990. Environmental Effects of Chemical Locust and Grasshopper Control. Project ECLO/SEN/003/NET. Everts, J.W. (Ed.). Department of Toxicology-Agricultural University. Bomenweg 2, 6703 HD Wageningen, the Netherlands. 277 pp
14. Fernández, L. V. O. 1998. El control biológico en la agricultura orgánica en Cuba. Memorias del III Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Guadalajara, Jal. 5 al 7 de noviembre de 1998. Consejo Estatal de Promoción Económica del Gobierno del Estado de Jalisco, Univ. De Guadalajara y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
15. García García, P. y Fontana, P. 2008. Guía para el Reconocimiento y el Estudio de los Chapulines del Parque Nacional “El Cimatario”, Qro. Editado por el gobierno del Estado de Querétaro, Qro.
16. Garza, G. E. 1996. Agentes de control biológico en el combate de plagas agrícolas. Memorias del Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Colima, Col. 7 y 8 de noviembre de 1996. Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica, Gobierno del Estado de Colima y SAGAR-INIFAP
17. Garza, U. E. 1999. Evaluación de insecticidas para el control de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons*. Walker en la Planicie Huasteca. Informe Técnico. Campo Experimental Ébano. SAGARPA. INIFAP. CIRNE. (Circulación Interna).
18. González-Hernández, H. y C. Pacheco-Sánchez. 2007. Métodos de evaluación de enemigos naturales, pp. 48-60. *En*: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.

19. Ibarra, J. E. 2007. Uso de bacterias en el control biológico, pp. 144-159. En: L. A. Rodríguez-del-Bosque y H. C. Arredondo-Bernal (eds.), Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p.
20. Lecoq, M. 1991. Gafanhotos do Brasil Natureza do Problema e Bibliografia CIRAD/PRIFAS Montpellier, France y EMBRAPA/NMA Carnpinas, SP. Brasil. 157 pp.
21. Llorente Bousquets, J.; Morrone J. Yañes Olivia., et al. 2004. Rev. Biodiversidad Taxonomía, y Biogeografía de Artrópodos de México. Vol IV- 2004. Instituto de Biología. CONABIO. México.
22. Huffaker, C. B., P. S. Messenger, and P. DeBach. 1971. The natural enemy component in natural control and the theory of biological control, pp. 16-67. In C.B. Huffaker (ed.), Biological Control. Plenum Press, New ork.
23. Huffaker, C. B., R. F. Luck, and P. S. Messenger. 1977. The ecological basis of biological control. Proc. XV Internat. Cong. Entomol., Washington, D.C. Aug. 19-27, 1976. pp. 560-586.
24. Presto/ Mafhan, K. 1990; Grasshoppers and Mantids of the World. Facts of File. New York.
25. Pianka, E.R. 1966. Latitudinal Gradient in species diversity: a review of concepts. American Naturalist 100:33-46
26. Rodríguez-del-Bosque, L. A. y H. C. Arredondo-Bernal (eds.). 2007 Teoría y Aplicación del Control Biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico, México. 303 p
27. Quintero, S. R. y Bárcenas, G. I. J. D. 2000. Prospectivas del control microbiológico de plagas agrícolas Curso Internacional para Inspectores Orgánicos FOAM/BIOAGRICOOP. Ex Hacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.
28. Steedman, A. (Ed.). 1988. Locust Handbook (2nd edn) London: Overseas Development Natural Resources Institute, vii+180 pp.
29. Zepeda T. 1961. La república Mexicana geografía y Atlas